

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

# Sistema de alarma electrónico anti-intrusos para viviendas individuales

**AUTOR:** Alejandro Soto Mondragón.

**DIRECTOR:** Pedro Díaz Hernández

Cartagena 2010

*Documento n°1:*

# *MEMORIA*

Sistema de alarma electrónico  
anti-intrusos

# ÍNDICE

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

	Página
Capítulo 1: ANTECEDENTES .....	1
Capítulo 2: OBJETO DEL PROYECTO .....	1
Capítulo 3: UBICACIÓN .....	2
3.1. Situación .....	2
3.2. Emplazamiento .....	2
3.3. Distribución de la vivienda .....	2
Capítulo 4: REGLAMENTACIÓN APLICADA .....	5
Capítulo 5: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO ANTI-INTRUSOS .....	6
5.1. Introducción .....	6
5.2. Funcionamiento general del sistema .....	13
5.3. Funcionamiento electrónico del sistema .....	18
Capítulo 6: PRESUPUESTO .....	40
Capítulo 7: BIBLIOGRAFÍA .....	40

## **ANEJOS**

### Anejo 1: PROGRAMACIÓN DEL PIC 16F877

    Capítulo 1: DETALLES DE FUNCIONAMIENTO .....

41

    Capítulo 2: PROGRAMACIÓN PRINCIPAL .....

42

    Capítulo 3: PROGRAMACIÓN DE LOS PERIFÉRICOS .....

56

    Flujogramas de la programación de modos

### Anejo 2: FICHAS TÉCNICAS

### Anejo 3: NORMATIVAS Y ORDENANZAS

## 1. ANTECEDENTES

A petición de Pedro Díaz Hernández, tutor del proyecto general del departamento de tecnología electrónica, para la finalización de estudios en la Universidad Politécnica de Cartagena.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

### 2.1. OBJETIVO

En el presente proyecto tiene por objeto la realización del diseño de un sistema electrónico anti-intrusos para viviendas individuales, con todas las necesidades de un sistema de este tipo, es decir, teclado de entrada de datos (claves de acceso), sistema de visualización de datos, detectores que avisen de un posible intruso en la vivienda y un sistema sonoro de aviso, etc. Todo esto estará comandado por un sistema electrónico que controla, maneja y advierte de las posibles incidencias en la vivienda.

### 2.2. LÍNEAS GENERALES

- Elección de los planos de la casa. Esto dará el número de entradas de la placa en función del número de sensores. Analizar normativa: obra menor, contenedor para la reforma de la obra, normativa sobre ruidos y vibraciones (condiciones de sonorización de la alarma en el exterior). Además, condiciones de servicio contratada con una empresa de seguridad (autorizada por la DGP o Ministerio del Interior) y, condiciones de servicio de organismos públicos implicados en esta materia.
- Elección del tipo de placa: una con un PIC, o una industrial comprada a una empresa (virtualmente), o una placa de National Instruments y programada con Labview. Cualquiera de estas opciones, menos un autómata programable. En cualquier caso, el proyecto debe integrar planos del PCB y esquemáticos de interconexión.
- Elección del funcionamiento del sistema: con una llave y/o un teclado para meter la clave, algoritmo de detección de intrusos, elección de diferentes modos de configuración que se ajusten a las diferentes posibilidades de estancia en la casa, etc.
- Elección de la batería de respaldo por si el ladrón corta los cables de electricidad, o producto de un fallo eléctrico, etc. También, la adaptación de un teléfono GSM al sistema para que avise antes los incidentes que puedan ocurrir.

### 3. UBICACIÓN

#### 3.1. SITUACIÓN

La parcela a proteger se ubica en Los Dolores, en el término municipal de Cartagena (Murcia).

✓ *Representado en el plano n°1.*

#### 3.2. EMPLAZAMIENTO

El sistema de alarma electrónico se instala en una vivienda unifamiliar, localizada en la calle Cardona, número 15, Los Dolores; Cartagena.

La vivienda se sitúa en una zona urbana en la periferia de la ciudad, con una planificación urbanística en forma de cuadrícula. Zona, claramente residencial. Donde a esta, colindan casas, mayoritariamente, de dos plantas.

✓ *Representado en el plano n°2.*

#### 3.3. DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

##### 3.3.1. Distribución general

✓ *Representado en el plano n°3 y en el plano n°4.*

La parcela total del terreno es de 160m<sup>2</sup>.

La superficie habitable real, no incluyendo la zona de estacionamiento, jardín exterior y azotea; es de 272,2m<sup>2</sup>.

El perímetro de seguridad que comprende cada uno de los pisos; conteniendo necesariamente la azotea, jardines y zona de estacionamiento; consta, determinando espacio real, de 389,4 m<sup>2</sup>.

La vivienda se divide en dos plantas. La planta baja, de forma rectangular con tres espacios ajardinados, estacionamiento y un amplio salón y cocina. La planta primera, de espacio menor a la planta baja, contiene los dormitorios (de grandes ventanales) y aseos; principalmente.

### 3.3.2. Distribución detallada

- Planta Baja:

✓ Representado en el plano n°5.

- Estacionamiento: .....24,3 m<sup>2</sup>
- Ingreso: .....8,6 m<sup>2</sup>
- Jardín 1: .....5,6 m<sup>2</sup>
- Hall recibo: .....11,7 m<sup>2</sup>
- Sala y comedor: .....40,1 m<sup>2</sup>
- Escaleras interior (espacio por planta):...3,9 m<sup>2</sup>
- Terraza 1: .....7,3 m<sup>2</sup>
- Jardín 2: .....4,4 m<sup>2</sup>
- Cocina y comedor de diario: .....16,7 m<sup>2</sup>
- Jardín 3: .....11,5 m<sup>2</sup>

- Planta Primera:

✓ Representado en el plano n°6.

- Sala de estar: .....12,9 m<sup>2</sup>
- Dormitorio principal y baño adjunto: ...18,3 m<sup>2</sup>
- Dormitorio 1 y aseo adjunto: .....10,6 m<sup>2</sup>
- Escaleras interior (espacio por planta):...3,5 m<sup>2</sup>
- Patio: .....4,8 m<sup>2</sup>
- Dormitorio 2: .....11,5 m<sup>2</sup>
- Baño: .....3,5 m<sup>2</sup>
- Dormitorio 3: .....6,1 m<sup>2</sup>
- Pasillo: .....11,9 m<sup>2</sup>
- Cuarto de pasillo: .....3,1 m<sup>2</sup>

- Azotea

✓ Representado en el plano n°7.

- Forjado: .....113,3 m<sup>2</sup>
- Azotea total: .....121,6 m<sup>2</sup>

- Muro exterior

- Largo del muro: .....20 metros
- Ancho del muro: .....8 metros
- Grosor del muro: .....0,15 metros

### 3.3.3. Distribución de los componentes del sistema electrónico de alarma.

✓ Representado en el plano nº4, denominado: Vivienda unifamiliar (plantas en conjunto). Para más detalle, planos: nº5, nº6 y nº7.

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción y ubicación del componente</b>	<b>Planta</b>
UC	Unidad de control (PIC) en el cuarto de pasillo	Primera
T.P	Teclado y pantalla en la entrada de la vivienda	Baja
sHc	Sensor de humo de la cocina	Baja
sHp	Sensor de humo de la habitación principal	Primera
sH1	Sensor de humo de la habitación 1	Primera
sH2	Sensor de humo de la habitación 2	Primera
sH3	Sensor de humo de la habitación 3	Primera
sGc	Sensor de gas nocivo de la cocina	Baja
sVCh	Sensor volumétrico con cámara del hall	Baja
sVCj1	Sensor volumétrico con cámara del jardín 1	Baja
sVCj3	Sensor volumétrico con cámara del jardín 3	Baja
sVCp	Sensor volumétrico con cámara del pasillo	Primera
sR1	Sensor de rotura y rayado ventana 1	Baja
sR2	Sensor de rotura y rayado ventana 2	Baja
sR3	Sensor de rotura y rayado ventana 3	Baja
sRc	Sensor de rotura y rayado ventana c	Primera
sRa	Sensor de rotura y rayado ventana a	Primera
sRi	Sensor de rotura y rayado ventana i	Primera
sRz	Sensor de rotura y rayado cristal de la azotea	Azotea
sM1	Sensor magnético de la puerta 1	Baja
sM2	Sensor magnético de la puerta 2	Baja
sM3	Sensor magnético de la puerta 3	Baja
sM7	Sensor magnético de la puerta 7	Baja
sMi	Sensor magnético de la puerta i	Primera
sI2	Sensor inercial de puerta corrediza 2	Baja
sI3	Sensor inercial de puerta corrediza 3	Baja
sP	Sensor de peso (carga) en escalera de caracol	Primera
Ap	Pulsador antipánico de la habitación principal	Primera
A1	Pulsador antipánico de la habitación 1	Primera
A2	Pulsador antipánico de la habitación 2	Primera
A3	Pulsador antipánico de la habitación 3	Primera
Ah	Pulsador antipánico del Hall	Baja
SI	Sirena interior	Baja
SE	Sirena exterior	Baja
MA	Marcador automático en el cuarto de pasillo	Primera
Bat	Baterías (SAI) situadas en el cuarto de pasillo	Primera

#### 4. REGLAMENTACIÓN APLICADA

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Ordenanza para la redacción de proyectos de urbanización, control de las obras y recepción de las mismas en el término municipal de Cartagena.
- Ordenanza municipal sobre instalación de contenedores en la vía pública de Cartagena.
- Ordenanza del servicio de regulación y control del estacionamiento en la vía pública de la ciudad de Cartagena.
- Ordenanza reguladora de la conexión de los sistemas de alarmas privados a la central de recepción de alarmas de la Policía Local del Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ordenanza municipal sobre protección del medio ambiente contra ruidos y vibraciones de la ciudad de Cartagena.
- Código Técnico de la Edificación en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el Consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE nº. 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (Instrucciones ITC BT). Orden del 2 de Agosto de 2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Directivas europeas sobre la seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Normativa europea EN50131.



## 5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO ANTI-INTRUSOS

### 5.1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de controlar el ingreso de personas no autorizadas en algún lugar determinado es la base de la existencia de estos equipos, los cuales mantienen la seguridad en casas, comercios, oficinas, industrias, almacenes, áreas de diseño o desarrollo, laboratorios, etcétera.

La instalación de los sistemas de alarmas contra intrusos ha contribuido a reducir la cantidad de robos y hurtos producidos en los hogares de todo el mundo, presentando no sólo la ventaja directa de la seguridad que brinda a las personas y sus bienes, sino también permitiendo reducir los montantes de las primas de los seguros de las empresas, comercios y viviendas. Sin embargo, como su uso aún no está debidamente generalizado, cada año continúan produciéndose numerosos incidentes, con daños materiales y humanos causados por la falta de una oportuna detección.

El sistema contiene los siguientes elementos, principales, que conforma la alarma electrónica:

- Central de alarma
- Batería y cargador
- Consola de activación/desactivación
- Cableado o vinculación inalámbrica
- Alarma
- Avisador telefónico
- Pulsadores de anti-pánico
- Detectores (sensores)

En ciertos modelos comerciales, algunos de estos elementos se encuentran debidamente integrados dentro de la central de alarma. A continuación, se explican las características más destacadas que define a cada uno de los componentes.

- Central de alarma

La central de alarma es la parte medular del equipamiento, ya que es el elemento que se encarga de controlar automáticamente el funcionamiento general del sistema de alarma, recogiendo información del estado de los distintos detectores y accionando eventualmente los sistemas de aviso de la presencia de intrusos en el área protegida.

La central en sí es una tarjeta electrónica (un microcontrolador 16F877 en este caso) con sus distintas entradas y salidas, que se encuentra resguardada en un gabinete con protección antidesarme, el que generalmente también incluye la batería y su cargador. Las centrales se

clasifican de acuerdo a la cantidad de zonas independientes a proteger, por lo que podemos encontrar productos de 2 zonas, 4 zonas, 8 zonas, 16 zonas, etcétera.

Cada zona puede ser activada y desactivada de forma individual, lo que permite en hogares con muchas dependencias, proteger las áreas que no tienen presencia humana prevista y deshabilitar la protección en aquellas zonas ocupadas por los dueños de casa.

Así mismo, se suele incorporar un retardo de activación de la alarma en al menos una zona (zona temporizada), para dar tiempo a que pueda desactivarse el sistema, al ingresar los dueños al domicilio protegido. Sin embargo, esto no es necesario en los casos en que se dispone de un control remoto por ondas de radio.

- **Batería y cargador**

Estos elementos sirven para proveer un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida (SAI), de manera que ante una falta del suministro eléctrico de red (normal o provocado por un ladrón), el sistema de alarma contra intrusos continúe brindando protección de forma absolutamente normal.

- **Consola de activación/desactivación**

Esta consola habitualmente contiene un teclado que permite programar todas las funciones del sistema. Esta “interface” de control cuenta con teclas alfanuméricas, como, también, otras funciones de señalización de estados, por lo que constituye una pieza importante para el usuario del sistema.

Existen señalizadores de dos tipos, los de led o luces, y también los de pantalla de cuarzo líquido. En ambos casos brindan información de cada una de las zonas que están conectadas (áreas de protección exterior, puertas, ventanas, áreas interiores, etcétera).

En algunos modelos, la consola de activación/desactivación se encuentra montada en el frente de la central de alarma, aunque esto tiende a caer en desuso.

También existen modelos en que se dispone un control remoto por ondas de radio codificadas, que permite la activación/desactivación de la central, y eventualmente pueden accionar las sirenas y hacer llamadas telefónicas en caso de asaltos.

- Cableado o vinculación inalámbrica

Como su nombre indica, sirve para vincular los distintos componentes del sistema de alarma contra intrusos, ya sea por medio de cables o en forma inalámbrica. En el caso de redes cableadas, generalmente se utilizan dos conductores para alimentación de 12 V y dos conductores para las señales (circuito serie de NC).

- Alarma

El elemento de alarma está formado generalmente por una sirena (o campana) que advierte de la ocurrencia de una intrusión detectada por el sistema, mediante una señal sonora de alto nivel. En algunos casos, también puede incluir algún tipo de señalización visual, como balizas y destelladores (flash), para aquellas personas que tienen problemas de audición o cuando existe un alto nivel de ruido ambiente.

La sirena exterior se coloca dentro de un gabinete para su protección, y se instala en la fachada de la casa, comercio o industria a proteger. Además de su función de alertar en los casos en que se ha detectado un intruso, la sirena exterior es un elemento disuasivo de por sí, ya que advierte de la existencia de un sistema de alarma instalado en el domicilio.

Por otro lado, la sirena interior sirve para actuar como auxiliar de la exterior, de manera que las dos sirenas suenen al mismo tiempo. Si el intruso destruye la sirena exterior, queda funcionando la sirena interior dentro del lugar a proteger.

En todos los casos, estas sirenas emiten un sonido de unos 120 decibelios (equiparable al sonido de una ambulancia) y tienen una protección antidesarme que envía una señal a la central, en los casos en que se pretenda sabotear su correcto funcionamiento.

Para determinar el tipo de alarma a instalar debe tenerse en cuenta algunos factores como el nivel de ruido ambiental, el tipo y calidad del sonido ambiental, la duración de la señal requerida, el nivel acústico deseado y la alimentación eléctrica disponible.

Por ello, para su correcta instalación hay que tener en cuenta la presencia de fuentes de sonido en los locales a proteger, como por ejemplo equipos de aire acondicionado, sistemas estereofónicos, televisores, etcétera, que eventualmente impidan la audición de las sirenas de alarma.

Por otro lado, el entorno en el cual un señalizador luminoso debe ser instalado es lo que determina tanto el tipo de producto como la intensidad luminosa necesaria para cada aplicación. Por ello, un

avisador luminoso diseñado para uso industrial, que incorpora una gran salida luminosa nunca podrá ser adecuado para un domicilio y viceversa

- Avisador telefónico GSM/SMS

En los sistemas de alarma más modernos, también se suele instalar un elemento que ante la ocurrencia de una anomalía, efectúa una llamada al número telefónico programado previamente. Esta llamada puede incluir un mensaje de voz grabado o un mensaje escrito en una memoria no volátil; o ser simplemente una secuencia de tonos característicos (bip-bip).

- Pulsadores anti-pánico

Estos dispositivos de seguridad contra asalto deben ser colocados estratégicamente y de manera oculta, cerca de cajas registradoras, mostradores, baños, cajas de seguridad, armarios, etcétera, de manera tal que al momento del asalto se puedan presionar los pulsadores correspondientes en forma disimulada, para enviar una señal a la central de alarma, que ordene una acción de respuesta silenciosa, como por ejemplo, la ejecución de una llamada telefónica o la activación de una señal luminosa en el puesto central de vigilancia.

- Detectores

Los detectores se fabrican con diversas técnicas que operan bajo principios de funcionamiento diferentes. Algunos de ellos están obsoletos por la gran cantidad de falsas alarmas que generan, y por lo tanto, no se describirán.

En la mayoría de los casos se dispone un elemento sensor que analiza la alteración de alguna magnitud física. Esta alteración es detectada por un circuito electrónico asociado que opera un contacto normalmente cerrado, que al abrirse envía la información de su estado a la central, la que acciona la alarma acústica y/o lumínica del sistema, para advertir la presencia de intrusos en el ambiente en que se halla instalado.

Estos detectores deben ser cuidadosamente seleccionados en función del tipo de alteración a identificar, para evitar falsas alarmas.

Por lo general, el detector está concebido para dar una rápida advertencia a un costo razonable, de manera de brindar un oportuno preaviso. Esta advertencia sólo es posible si el detector está correctamente localizado, instalado y mantenido.

Los detectores no pueden dar aviso si el intruso no atraviesa el campo de acción de ellos. Por ello es aconsejable instalar detectores en cada

cocina, dormitorio, pasillo, descanso y otros recintos cuyas puertas permanezcan cerradas normalmente.

Los detectores generalmente no deben colocarse directamente sobre una cocina o estufa, ni en las cercanías de extractores de aire, puertas o ventanas, ni en lugares con temperaturas elevadas.

Tampoco deben ubicarse en áreas sucias, con muchos insectos, o con atmósfera con mucha polución, porque pueden dar origen a falsas alarmas.

Así mismo debe tenerse en cuenta la presencia de mascotas, como perros y gatos, que pueden producir innecesarios avisos, si no se toma en cuenta esta situación al ser instalados. Por este motivo, algunos detectores son inmunes a animales de 30 cm de altura.

Los detectores deben tener un mantenimiento regular, debiendo prestarse especial atención al estado de la zona de captación. Además hay que limpiarlos mensualmente para quitar el polvo o grasa que pueda perturbar su funcionamiento.

Hay detectores que funcionan de forma autónoma, pues poseen su propia sirena y batería, formando una pequeña central completa que brinda protección aún cuando se interrumpe el suministro de energía, siempre que la batería esté cargada y correctamente instalada.

En algunos casos, en vez de sirena se instala una luminaria incorporada, que al iluminar la zona en que detectó la anomalía, alerta de la presencia de extraños en su campo de acción, ahuyentando posibles intrusos, animales, etcétera.

A continuación se presenta una síntesis de las características de los principales tipos de detectores que se emplean en la actualidad:

- PIR o sensor de movimientos infrarrojo pasivo:

Este sensor trabaja mediante la detección de la radiación infrarroja emitida por los cuerpos vivos ubicados dentro de su campo de acción. El mismo tiene una lente de forma especial que concentra los rayos infrarrojos en su foco, donde se instala el sensor propiamente dicho.

Dicha lente no enfoca todos los rayos que inciden en el sensor, presentando zonas (o mejor dicho ángulos) de sombra que se intercalan con zonas de detección. De esta manera, cuando un cuerpo caliente se mueve, se producirá un cambio en la distribución de zonas de sombra y detección de radiación, lo que produce una ligera modificación que es discriminada por el sensor infrarrojo, cuyo circuito asociado envía al control la señal de que una persona, u animal ha activando el sistema.

Hay que tener en cuenta que su funcionamiento se ve afectado por la distribución de temperaturas del lugar, por lo que no debe haber corrientes de aire bruscas que activen el sensor de movimientos. Esta limitación constituye un impedimento para su instalación en ciertos recintos.

El funcionamiento óptimo se produce cuando el cuerpo caliente se desplaza de forma transversal, atravesando el haz de ángulos de sombra y detección, y el menor índice de detección ocurre cuando el objeto se desplaza totalmente de frente hacia el detector, ya que de este modo no se modifica apreciablemente la distribución de haces y la detección se produce de forma más lenta.

Generalmente su alcance es de 10 m. a lo largo y de 6 m. a lo alto, con un ángulo de cobertura de unos 90° a 110° a lo ancho.

En algunos modelos pueden intercambiarse los lentes, para modificar su área de captación. Así hay lentes de largo alcance, apropiados para pasillos; hay lentes que no se enfocan a la zona más baja del recinto, para mascotas; hay lentes tipo gran angular, etcétera.

Cabe señalar que los detectores de presencia por infrarrojos se están introduciendo cada vez más en el ámbito de la automatización de edificios y viviendas, así como en muchos otros entornos no relacionados con la seguridad, tanto domésticos como industriales.

Este auge se debe no sólo a que resulten cómodos y prácticos para el encendido y temporización de luces y otras aplicaciones, sino también a la fiabilidad que han venido demostrando en los años que llevan en el mercado.

- Sensor de movimientos dual-tech (doble tecnología)  
Infrarrojo-microonda:

Este sensor de movimientos es uno de los más confiables que hay la actualidad, ya que a la acción de la detección infrarroja descrita anteriormente, se añade el uso de microondas.

La parte de microondas envía una señal desde el sensor hasta el final de su zona de alcance y luego el rebote de la señal permite confirmar que no hay intrusos.

Al ser interrumpida la señal por una persona o animal, la señal regresa más rápido y el sensor detecta la anomalía.

Sólo si la parte de microondas y la parte de infrarrojo detectan simultáneamente una anomalía en su área de cobertura se activa el sistema, minimizándose así la ocurrencia de falsas alarmas.

Generalmente su alcance es de algo más de 10 m. a lo largo y de 6 m. a lo alto, con un ángulo de cobertura de unos 90° a lo ancho.

Su altura para instalación debe ser entre 1,80 a 2 m.

Algunos modelos más onerosos también incluyen un microprocesador, que almacena patrones de comportamiento típicos, para evitar falsas alarmas (triple tecnología).

- Sensor de ultrasonido:

Este sensor se basa en el efecto Doppler y resulta similar al componente de microondas descrito anteriormente, usándose en zonas al aire libre, donde no resultan efectivos otros tipos de detectores.

- Sensor de rotura de cristal:

Este sensor trabaja detectando las frecuencias del sonido característico que emite un cristal al ser quebrado, mediante el uso de un micrófono instalado en el interior del detector. Este sensor se instala en lugares como ventanales, puertas corredizas de cristal, etcétera. El detector de rotura de cristal se coloca en el techo o en las paredes, siempre pensando en que el sensor esté frente al área a proteger.

Habitualmente su cobertura es de algo más de 4 m<sup>2</sup>.

- Barrera infrarroja:

Este sistema detector consta de un emisor y un receptor infrarrojo, colocados enfrentados a cierta distancia entre sí, de manera tal que la interposición de algún cuerpo en el trayecto entre ambos elementos produzca la desaparición de la señal recibida, activándose la correspondiente señal de alarma.

Este sistema resulta de bajo costo, pero necesita de un mayor cableado que en el caso del PIR, en virtud de que necesita una conexión para el emisor y otra para el receptor.

- Contacto magnético:

Este detector sirve para proteger todos los accesos de la casa que dan al exterior, como las puertas o ventanas de uso normal, pudiendo ser instalados en distintos tipos de aberturas de metal o de madera, siempre y cuando las mismas no tengan movimiento con el viento.

Estos elementos se componen de dos partes; una que se instala en el marco de la abertura, que es la que contiene un “reed-switch” NC y está conectada al control central; y la otra que es un imán permanente que se coloca en la parte móvil de la abertura.

Si alguien intenta ingresar al domicilio abriendo alguna abertura, se aleja el imán, y la otra parte queda fuera del campo magnético que mantenía cerrado el “reed-switch”, lo que da lugar al envío de una señal al control para activar las sirenas.

Existen de dos tipos básicos: el normal y el oculto; su diferencia radica en que los contactos normales se instalan externamente y son visibles; y los ocultos son utilizados sólo en aberturas de madera y son empotrados dentro de la parte móvil y del marco.

Otra variante es el contacto “overhead”, que maneja el mismo principio de los otros contactos pero resulta apropiado para cortinas de acero.

## 5.2. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA

### 5.2.1. Introducción

El sistema de alarma electrónico anti-intrusos está compuesto por: una unidad de control, a través del microcontrolador PIC 16F877, entradas que determinan la comunicación virtual entre el entorno y el equipo: sensores que detectan cualquier intrusión, sensores para la detección de gas y humos y pulsadores anti-pánico para el aviso directo de cualquier eventualidad, y por último; las salidas compuestas por una sirena interior y otra exterior, una pantalla LCD para mostrar la situación del sistema y un marcador telefónico que envía SMS o grabación de voz a los teléfonos pertinentes. Además, dos baterías de respaldo; una de ellas en un sistema de alimentación ininterrumpida para abastecer a la unidad de control.

El sistema electrónico se ajusta a las diferentes necesidades del cliente. De esta forma, se ha programado el PIC 16F877 con cinco configuraciones diferentes que denominamos como modos:



✓ *La programación en lenguaje ensamblador del microcontrolador se describe en el Anejo N°1, Programación del PIC 16F877.*

- Modo 0: desactivación total.
- Modo 1: activación de todos los componentes.
- Modo 2: configuración noche, mientras dormimos.
- Modo 3: modo para cuando se permanezca dentro de la finca.
- Modo 4: configuración día, entrada y salida de la casa.
- Modo 5: Intrusión por intimidación.

Cada uno de estos modos se pone en funcionamiento al marcar en el teclado la clave correspondiente. Esta clave, se cambia de forma periódica, o bien, cuando el cliente lo exprese bajo motivos justificados.

Para el tránsito de un modo a otro es estrictamente necesario introducir la clave de desactivación, es decir, la misma clave que la del Modo 0.

Recalcar, que no se ha generado un modo para discriminar mascotas como se exige en las condiciones particulares del PFC. Esto se debe a que la tecnología del equipo permite discernir, perfectamente, una eventualidad causada por mascotas o una anomalía por intrusión.

### 5.2.2. Modo 0

Todos los sensores desactivados. Se introduce la marcación 0\*56318. Aparece en pantalla “*MODO 0*”.

El sistema está completamente anulado. Dicha clave, es la usada en la desactivación de la alarma cuando estemos inicialmente en otro modo. Entonces, sirve para cambiar de modo. Y sirve, para la desconexión de alarma activada y modo.

### 5.2.3. Modo 1

Se introduce la marcación 1\*42156. Aparece en pantalla “*MODO 1*”.

“No estamos en casa”: todos los sensores activados.

En el marco de todos los sensores activados, sucede que:

- a) Si se envían señales al PIC de los sensores sM1 (sensor magnético de primera puerta de acceso a la finca) o sM2 (sensor magnético de la puerta elevadiza para coches) o sVCj1 (el sensor volumétrico con cámara del jardín de ingreso) o sM3 (sensor magnético de la puerta de acceso a la casa) el sistema no activa directamente la alarma de intrusión, sino que aparece en la pantalla LCD el mensaje “*Introduce Clave*”, e inicia un contador de 40 segundos. Si durante ese tiempo no se ha marcado la clave del modo 0, entonces, se

- activa alarma por intrusión: las sirenas interior y exterior comienzan a sonar; y se produce el envío de mensaje a la compañía de seguridad contratada.
- b) En el caso, de que el envío de señal al microcontrolador se produzca en el sensor de gas de la cocina (sGc), se inicia el protocolo de alarma por gas nocivo: activación del pitido de alerta del mismo sensor y envío a la compañía de seguridad el mensaje de alerta por gas nocivo.
  - c) En el caso, de que el envío de señal a la unidad de control se produzca en alguno de los sensores de humo (sH<sub>n</sub>), se inicia el protocolo de alarma por humo: activación del pitido de alerta del mismo sensor y envío a la compañía de seguridad el mensaje de alerta por humo o incendio.
  - d) Y en el caso de que envíen alguna señal por interacción de cualquier sensor restante, incluyendo los pulsadores anti-pánico, se activará el protocolo de alarma por intrusión directamente, sin ninguna demora.

En cada uno de los casos de protocolo de alerta o alarma se pueden apagar automáticamente con el código de desactivación del Modo 0.

Así mismo, en cualquier momento, estando en el modo cualesquiera, se puede activar el modo de intimidación que avisará a la compañía de seguridad y desactivará las sirenas como veremos de forma más detallada en el Modo 5.

\*Nota: el envío del mensaje de alarma por intrusión se hace con la compañía, porque este protocolo con la Policía Local de Cartagena impide la activación de las sirenas, al menos, que haya un sabotaje en la conexión telefónica que impida dicho comunicación con esta administración. Con lo que, por motivos de seguridad, es preferible el uso de sirenas como acción intimidatoria al delincuente.

#### 5.2.4. Modo 2

Se introduce la marcación 2\*31563. Aparece en pantalla “*MODO 2*”.

“Estamos en casa durmiendo”, así que activamos casi todos los sensores; siendo los sensores desactivados: sVCp (sensor volumétrico con cámara del pasillo de la planta primera, sVCh (sensor volumétrico con cámara del hall-recibo), sM7 (sensor magnético de la puerta de acceso a la cocina) y sI2 (sensor inercial de la puerta corrediza de acceso a la terraza 1). Es decir, que tenemos movilidad total en la planta de arriba y en la planta baja: el acceso permitido en la cocina, comedor, terraza 1, aseo 1, sala, escaleras y hall-recibo.

Además, en el caso de la recepción de señal, como respuesta a eventualidad:

- a) Producida por sM3, sVCj1, sM1 y sM2, de la misma manera que en la explicación del Modo 1. La alarma no se pone en funcionamiento instantáneamente, sino que pide, primeramente, la clave de desactivación. Si la clave no es marcada correctamente en el periodo de 40 segundos, entonces, se activa el protocolo de intrusión: activación de las sirenas y el envío de un SMS a la compañía de seguridad con el mensaje de alerta.
- b) En el caso, de que se produzca alguna señal del sensor de gas de la cocina (sGc), el protocolo es igual al detallado en el Modo 1.
- c) Si sucede envío de señal al microcontrolador por parte del sensor de humos, el protocolo se gestiona de forma idéntica a la relatada en el Modo 1.
- d) Y en el caso de que den señal cualquiera del resto de sensores activados, o bien, los pulsadores anti-pánico; se activará el protocolo de alarma por intrusión directamente, sin ninguna demora.

En cada uno de los casos de protocolo de alerta o alarma se pueden apagar automáticamente con el código de desactivación del Modo 0.

Así mismo, en cualquier momento, estando en el modo cualesquiera, se puede activar el modo de intimidación (Modo 5) que avisará a la compañía de seguridad y desactivará las sirenas.

### 5.2.5. Modo 3

Se introduce la marcación 3\*92813. Aparece en pantalla “*MODO 3*”.

Estamos en casa en virtud de obrar, pero sin salir de la parcela, así que activamos: sGn y sHn, es decir, todos los sensores de gases nocivos y sensor de humo; y además: sP (sensor de peso carga en el peldaño de la escalera de caracol de acceso a la planta primera), sRz (sensor de rotura y rayado del cristal de la azotea), sM1 (sensor magnético de primera puerta de acceso a la finca) y sM2 (sensor magnético de la puerta elevadiza para coches). Por lo tanto, quedan desactivados: sVCp, sVCh, sM7, sI2, sVCj3, sI3, sM3, sR1, sR2, sR3, sVj1, sMi, sRc, sRa, sRi.

En caso de señal de alguno de los sensores activados, sucede que:

- a) Si sM1 o sM2 producen la detección de alguna eventualidad, se activa el mismo protocolo de acción que en el caso a) de los modos anteriores. Con la excepcionalidad de que en este caso el sensor de la puerta sM3 (entrada a

la casa) y sVCj1 (el sensor volumétrico con cámara del jardín de ingreso) están desactivados.

- b) En el caso, de que se produzca alguna señal del sensor de gas de la cocina (sGc), el protocolo es igual al detallado en el Modo1.
- c) Si la señal al PIC es enviada por el sensor de humos, el protocolo se gestiona de forma idéntica a la relatada en el Modo 1.
- d) Y en el caso de que den señal cualquiera del resto de sensores activados, o bien, los pulsadores anti-pánico; se activará el protocolo de alarma por intrusión directamente, sin ninguna demora.

#### 5.2.6. Modo 4

Se introduce la marcación 4\*79854. Aparece en pantalla “*MODO 4*”.

Estamos en casa con la posibilidad de salir y entrar continuamente de la parcela, así que solamente activamos: sGc y sHn (sensores de gases nocivos y sensores de humo); sP (sensor de presión en el peldaño de la escalera de caracol de acceso a la planta primera) y sRz (sensor de rotura y rayado del cristal de la azotea). Por lo tanto, los sensores desactivados son: sVCp, sVCh, sM7, sI2, sVCj3, sI3, sM3, sR1, sR2, sR3, sVCj1, sMi, sRc, sRa, sRi) y además: sM1 y sM2.

Si se produce alguna señal del sensor de gas (sGc) se actúa como en el caso b) de los modos anteriores. De la misma manera, si se detecta humos: protocolo caso c). Y por último, si hay señal por parte del sensor de presión, o bien, del sensor situado en el cristal de la azotea o pulsadores, directamente, se activa la alarma por intrusión.

#### 5.2.7. Modo 5

Modo por intimidación.

Se introduce la marcación 5\*45820. Se visualiza en la pantalla, “*Alarma apagada*”.

Todos los sensores activados. Se desactivan las salidas: sirenas exterior e interior. Se envía un mensaje a la compañía de seguridad: “*Robo con intimidación en la casa de la calle Cardona, número 15 en Los Dolores, ciudad de Cartagena (provincia de Murcia)*”: para que se pongan en contacto con la Policía Local y, por lo tanto, inicien su protocolo de actuación ante casos de intrusión. Después, se desactiva el envío de mensajes durante un tiempo determinado.

## 5.3. FUNCIONAMIENTO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA

### 5.3.1. Componentes: descripción y características

#### ❖ Microcontrolador PIC 16F877

- Descripción: Los microcontroladores se programan en Assembler y cada uno varía su conjunto de instrucciones de acuerdo a su fabricante y modelo. De acuerdo al número de instrucciones que el microcontrolador maneja, se le denomina de arquitectura RISC (reducido) o CISC (complejo).

Los microcontroladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógico Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/o salida). La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten (ADD, OR, AND, etc.), mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control específico.

En este proyecto se utilizó el PIC 16F877. Este microcontrolador es fabricado por MicroChip familia a la cual se le denomina PIC. El modelo 16F877 posee varias características que lo hacen un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.

Algunas de estas propiedades se muestran a continuación:

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
  - Amplia memoria para datos y programa.
  - Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).
  - Set de instrucciones reducido (tipo RISC), concretamente 35, mas con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.
- $V_{DD} - V_{SS}$ : 5 - 0 (V).
  - Corriente: 25 mA.

- Corriente bajo consumo (3V, 4Mhz): 0,6 mA.
- Consumo en reposo: 0,001 mA.
- Frecuencia máxima: DX-20Mhz.
- Frecuencia de funcionamiento: 4Mhz
- Memoria de programa: Flash palabra de 14 bits, 8KB.
- Posiciones RAM de datos: 368.
- Posiciones EEPROM de datos: 256.
- Puertos E/S: A, B, C, D, E.
- Número de pines: 40.
- Interrupciones: 14.
- Timers: 3.
- Módulos CCP: 2.
- Comunicaciones Serie: MSSP, USART.
- Comunicaciones paralelo: PSP.
- Líneas de entrada de CAD de 10 bits: 8.
- Juego de instrucciones: 35 Instrucciones.
- Longitud de la instrucción: 14 bits.
- Arquitectura: Harvard.
- CPU: RISC.
- Canales Pwm: 2.
- Pila Hardware: \_
- Ejecución En 1 Ciclo Máquina: \_

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el microcontrolador PIC 16F877, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 1. PIC 16F877, datasheet.*

❖ Teclado matricial TC1440

- 16 teclas (0-9, A, B, C, D, #, \*).
- Configuración 4 filas x 4 columnas.
- Color negro.
- Presión: 100±25 gr.
- Vida útil: 1000000 operaciones.
- Temperatura de funcionamiento: -20°C ~ 60°C.
- Resistencia contacto: 200 W máx.

❖ Pantalla LCD modelo CFAH1602Z-YYH-ET

- Pantalla de 16 caracteres por 2 líneas LCD
- Amplia superficie de exposición en un tamaño compacto: 72,0 (W) x 36,0 (alto) x 14,0 (D) milímetros. En paquete de (2,83 "(W) x 1.42" (alto) x 0.55 "(D).
- $V_{DD} - V_{SS}$ : 5 - 0 (V).
- Corriente: 1,2 mA.
- 4-bits o de 8-bit de interfaz paralelo.
- Controlador equivalente al estándar Hitachi HD44780.
- Conjunto amarillo-verde retroiluminación de led con STN, positivo, de color amarillo-verde, el modo LCD muestra caracteres oscuros sobre fondo amarillo-verde.
- Amplia temperatura de trabajo: -20 ° C a +70 ° C.
- Legible con luz directa del sol.
- Conformes a RoHS.

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre esta pantalla LCD, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 2. LCD CFAH1602Z-YYH-ET, datasheet.*

❖ Caja para electrónica Deltron Emcon

- Descripción: Caja de aluminio inyectado. Eficaz apantallamiento contra radiaciones EMI/RFI superior a 40 dB a 10 Mhz y a 76 dB a 100 Khz, debido al diseño del cierre de la tapa.
- Dimensiones: 250 x 250 x 100 (mm).
- Temperatura de trabajo: 250°C.
- Material: Aluminio LM24 (BS1490)
- Tornillos de 3,5 mm. de diámetro con cabeza tipo Posidrive avellanados.

❖ Detector óptico de humos SHA-965R-12

- Función: Detector autónomo de humo.
- Tipo de sensor: Óptico fotoeléctrico.
- Autorrearmable.
- Alimentación: 12-24 Vdc.
- Consumo en reposo/alarma: 3/25 mA.
- Alarma acústica: 85dB intermitente.
- Alarma visual: LED rojo intermitente.
- Superficie de vigilancia: 50 – 60 m<sup>2</sup>.
- Salida a Relé: contactos C/NA/NC (1-2 A/12-30Vdc).
- Temperatura de trabajo: -5 y +50°C.
- Humedad de trabajo máx.: <90% sin condensación.
- Dimensiones: 120 de diámetro x 29 mm. de alto.
- Conexión: regleta de tornillo.
- Certificado CE.

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el detector óptico de humos, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 3. Detector de humo SHA-965R-12.*



❖ Detector de gases nocivos SGA-965R-12

- Detector de Gas: Butano/Propano/Natural/Metano.
- Destinado a viviendas, colegios, hoteles, oficinas, etc.
- Oxidación catalítica, detección por emanación.
- Tecnología SMD a microprocesador.
- Autorrearmable.
- Alimentación: 12Vdc.
- Consumo en reposo/alarma: 30/70 mA.
- Indicación de alarma: Señal visual y acústica (80db).
- Pulsador de Test: SI.
- Salida de alarma:
  - Relé C/NC/NA (libre de potencial)
  - Relé N.A. (conmuta a la salida, la tensión de alimentación - pilotaje electroválvulas).
- Medidas reducidas: 111mm x 70mm x 42mm.
- Material carcasa: ABS.
- Soporte pared ABS.

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el detector de gases nocivos, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 4. Detector de gases nocivos SGA-965R-12.*

❖ Sensor volumétrico PIR con cámara

- Descripción: La cámara queda oculta a la vista dentro del detector de movimiento en PIR. El sensor detector es funcional completamente. La cámara oculta de alta resolución ofrece imágenes nítidas y claras gracias a sus 420 líneas y su sensor CCD de alta sensibilidad. Cuenta con un relé de salida el cual puede conectarse mediante sus contactos a cualquier alarma convencional. El cierre del contacto es regulable entre 2 y 30 segundos. También cuenta con un selector de impulsos que permite ajustar la sensibilidad del sensor a las condiciones de la dependencia. Incluye un LED indicativo de color rojo que se activa cada

vez que el sensor del detector de movimiento. El sensor no se activa por mascotas de altura menor a 40 cm. En cuanto al soporte, este tiene doble rotula que permite orientar la cámara fácilmente en cualquier ángulo y dirección.

- Sensor de imagen: Sensor CCD Color de 1/3".
- Número de píxeles: 510(H) \* 492 (V).
- Salida de vídeo (BNC): 1 Vpp / 75 Ohms.
- Resolución: 420 líneas de TV.
- Iluminación mínima: 0,3Lux
- Relación señal/ruido: Más de 48 dB.
- Corrección gamma: 0,45.
- Obturador electrónico: Velocidad de 1/50 a 1/100.000 segundos automática.
- Control autom. ganancia: > 18 dB.
- Lente: f3,6 mm. / F2.0, ángulo: 72°. Tipo Pin Hole.
- Función BLC: Auto detección.
- Balance de blanco: Automático.
- Alimentación: 12 Vcc (tolerancia del 10%).
- Corriente: 100 mA.
- Temperatura Trabajo: -10 a 60°C.
- Dimensiones: 70mm x 120mm x 43mm.
- Peso: 130 gramos.
- Producto incluye:
  - Mini cámara espía oculta en PIR.
  - Cables de conexión de vídeo y alimentación.
  - Alimentador estabilizado de 12 V / 350 mA (cable de 1.5m de longitud).
  - Soporte orientable para techo o pared.

- ❖ Sensor de rotura de cristal, piezoeléctrico, DT-3107 DCPX
  - Descripción: Detector piezo-eléctrico de golpes (rotura de cristal). Alarma acústica interna. Opción de transmisión. (pilas no suministradas). Fijado en un cristal detecta todo golpe anormal. Activa la alarma interna y el transmisor.
  - Alimentación: 12 Vdc.
  - Consumo de corriente: 35 mA.
  - Peso con pilas (no suministradas): 0.100 Kg.
  - Dimensiones Emisor 102 x 32.5 x 31 mm.
  - Captor 32 x 32 x 10 mm.
  - Longitud del cable 0.9 mm.
  - Temperatura ambiente: - 10° C a + 50° C (operación) - 20° C a + 70° C (almacenamiento).
  - Tamaño: 53 x 75 x 22 mm.
  
- ❖ Sensor magnético de apertura: puertas y ventanas CM110
  - Contacto magnético miniatura de montaje en superficie.
  - Fabricado en plástico ABS.
  - Conexión con 2 hilos.
  - Longitud del cable: 40 Cm.
  - Temperatura de trabajo: -40 a +80°C.
  - Distancia operativa: 12 a 15 mm.
  - Tensión máxima: 12 Vds.
  - Corriente en reposo y máxima de pico: 20 mA.
  - Resistencia contacto abierto: >100M.
  - Capacidad resistiva: 0,2 pF.
  - Tamaño: 27 x 14 x 8 mm.
  - Protección: IP 45.

- ❖ Sensor inercial para puertas y ventanas HAM1000WS/DWS
  - Descripción: Detecta vibraciones y la apertura de una puerta o ventana.
  - Alimentación: 9 Vdc, mediante una pila de 9V (referencia 6LR61, no incluida).
  - Corriente en reposo/alarma: 45/500 mA.
  - Sensor doble: Sensor magnético y de vibración.
  - Diseño delgado (8mm) y abstracto.
  - Rango de transmisión:  $\pm 100\text{m}$  (en condiciones ideales).
  - Indicador de batería baja.
  - Es posible utilizar el contacto magnético a la izquierda o la derecha.
- ✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el sensor inercial, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 5. Sensor inercial para puertas y ventanas HAM1000WS.*

- ❖ Sensor de peso (celda de carga) Sensy, modelo 2162L
  - Punto único célula de carga "descentrado".
  - Plataforma máxima hasta 400 x 400 mm.
  - Fabricado en aleación de aluminio.
  - Protección: IP 63.
  - Disponible en EEx ia IIC T4 / T6 versión certificada para su uso en áreas peligrosas.
  - Cumple con OIML/R60 hasta 3000 d para las escalas en la clase III según EN 45 501
  - Capacidades disponibles: 10/15/20/30/50/100/150 (kg).
- ✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el sensor de peso (o celda de carga), en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 6. Celda de carga Sensy, modelo 2162L.*

❖ Pulsador anti-pánico ND 200 LSN

- Descripción: El pulsador de emergencia ND 200 LSN se utiliza para la activación manual y discreta de alarmas en lugares que corren un riesgo potencial de sufrir robos.
- Tensión de funcionamiento (pieza LSN): 12-30 V.
- Consumo de corriente (tensión de línea) Aprox. 0,5 mA.
- Temperatura ambiente De 0 °C a +50 °C.
- Climats ambiente DIN 40040 R14.
- Categoría de protección IP 40.
- Carcasa:
  - Material ABS.
  - Color RAL 9002 (carcasa).
  - Gris (cubierta).
- Peso Aprox.: 70 g.
- Dimensiones (Pr. x Al.): 81 x 31 mm.
- Clase ambiental: 2.

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el pulsador anti-pánico, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 7. Pulsador de emergencia Bosch ND 200 LSN.*

❖ Sirena cableada para interiores S-10

- Descripción: Es una sirena que proporciona un alto rendimiento acústico (95 dB) con un mínimo consumo de corriente. Este, ofrece una fácil conexión mediante terminales y tapa abatible. Se puede conectar a diferentes sistemas de seguridad.
- Alimentación: 6-12 Vdc.
- Consumo de corriente: 100mA,
- Bloque interno de terminales para fácil conexión.
- Tapa abatible para facilitar la instalación.
- Elección de dos tonos: Continuo / Discontinuo

❖ Sirena exterior NOVA

- Alimentación 12V.
- Corriente en reposo/alarma: 20/350 mA.
- Batería NiCd de 7,2V – 280 mA incluida.
- Sirena microprocesada.
- Indicación óptica de estado por 5 leds.
- Potencia acústica: 85 dB - 3m.
- Frecuencia sirena: 1700-3600Hz.
- Frecuencia del flash: 1 pulso/segundo.
- Activación del flash y altavoz independiente.
- 4 modos de funcionamiento.
- Tamper tapa/pared con funcionamiento autónomo.
- Dimensiones: 359 x 260 x 80 mm.
- Peso: 920 gramos.

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre la sirena exterior, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 8. Sirena exterior Nova, manual de instalación.*

❖ Marcador automático para móvil GSM, Hermes TCR-120-3

- Descripción: Es un completo equipo de telecontrol vía GSM que permite controlar desde el teléfono GSM y mediante el servicio de mensajes las incidencias en instalaciones remotas.

Al generarse una alarma en el equipo monitorizado, envía un mensaje corto con el texto descriptivo del tipo de alarma, la fecha y el nombre de la estación.

Dispone de 8 entradas digitales, de las cuales, 4 pueden ser activadas por apertura o cierre de contacto, o por tensión, y las 4 restantes solo por tensión. Cuenta, también, con 4 entradas 4/20mA escalables con las que disparar un envío por nivel (máximo – mínimo, con histéresis).

Para activación remota de dispositivos se dispone de 4 salidas de relé, que se pueden activar mediante el envío de un mensaje corto.

- Alimentación: 9-30 V.
- Corriente a 12 V: 20mA (30mA con bucle 4/20mA) + 20mA por relé activo. Máx. con GSM en Tx 200mA.
- Corriente en reposo/alarma: 40/200mA.
- Dimensiones: 105 x 90 x 70 (mm).
- Peso: 250 gr.
- Temperatura de operación: -10° a 60°.
- Humedad: 5% a 95% RH sin cond.
- Entradas:
  - Ocho entradas digitales que al ser activadas provocan el envío de un SMS a los teléfonos configurados con el texto descriptivo de la alarma, nombre del equipo, fecha, y hora en la que se produjo la anomalía.
  - Cuatro entradas analógicas (sólo el modelo TCR120-3) para bucle de corriente de 4/20 mA en las que se pueden configurar los valores mínimo y máximo fuera de los cuáles se genera la alarma, y envío de un SMS indicando la anomalía y el valor medido.
- Salidas: Cuatro salidas digitales por relé de 5 A que se pueden activar mediante el envío de un mensaje corto, en el que se puede indicar la duración, periodicidad o intervalo horario de activación.
- Llamadas de voz a la activación de una alarma. Esta opción es de particular interés para las alarmas más críticas, puesto que habitualmente el timbre para las llamadas de voz es mucho más intenso que el de los mensajes cortos. HERMES también acepta llamadas entrantes mediante las cuales se puede consultar el estado de las alarmas sin gasto de la tarjeta insertada.
- Lista de teléfonos autorizados: Sólo ejecuta comandos recibidos desde teléfonos autorizados. Esta lista se compone de hasta ocho teléfonos configurables por el usuario con varios niveles de privilegios.

- Gestión de mensajes: cuenta con un buffer de 10 SMS, donde estos se almacenan en caso de que el sistema no pueda enviarlos (ya sea por falta de cobertura de GSM en el momento del envío, fallo en la red GSM o cualquier otro problema). Esta característica proporciona una gran fiabilidad al sistema.
- Función Datalogger: permite hacer registros temporizados del valor de las entradas analógicas y entradas digitales 0 a 3 en las que se ha implementado un contador de 16 bits para medida de caudal. Además, tiene la capacidad de generar registros adicionales cuando el valor de una entrada analógica sale del rango especificado o cuando se activa una entrada digital. El registro se almacena en memoria flash no volátil siendo la profundidad del histórico de 1000 registros. La descarga del histórico generado se hace mediante llamada de datos GSM.

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el marcador automático GSM, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 9. Marcador automático Hermes TCR-120-3.*

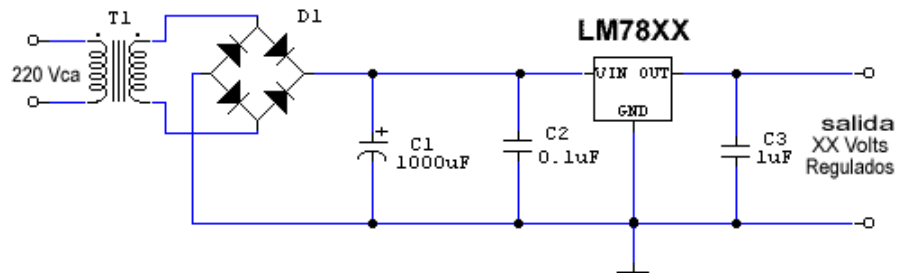
### 5.3.2. Consumo de los componentes

<b>Componente</b>	<b>Uds.</b>	<b>Alimentación</b>	<b>Corriente (reposo/activo)</b>
PIC 16F877	1	5 Vdc	0,001/25 mA
Teclado Matricial TC1440	1	-	-
LCD CFAH1602Z-YYH-ET	1	5 Vdc	1,2 mA
Detector de humos SHA-965R	5	12 Vdc	3/25 mA
Detector de gases SGA-965R	1	12 Vdc	30/70 mA/Ud
Sensor volumétrico PIR con cámara	4	12 Vdc	100 mA/Ud
Sensor de rotura de cristal piezoeléctrico DT-3107 DCPX	7	12 Vdc	35 mA/Ud
Sensor magnético de puertas y ventanas CM-110	5	12 Vdc	20 mA/Ud
Sensor inercial puertas y ventanas HAM1000WS/DWS	2	9 Vdc (a pilas)	45/500 mA/Ud
Celda de carga Sensy 2162L	1	5-10 Vdc	-
Pulsador anti-pánico ND 200 LSN	5	12-30 Vdc	5 mA/Ud
Sirena cableada interior S-10	1	6-12 Vdc	100 mA
Sirena exterior NOVA	1	12 Vdc	20/350 mA
Marcador automático GSM, Hermes TCR-120-3	1	12 Vdc	40/200 mA

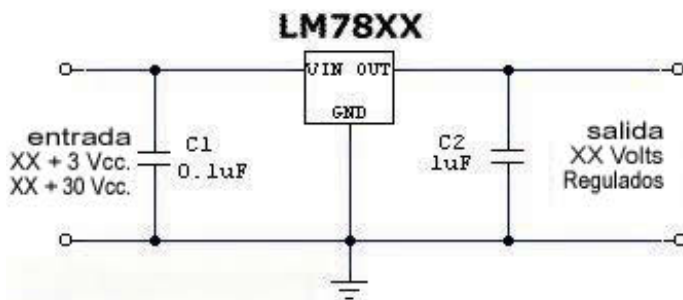


### 5.3.3. Alimentación del Sistema

Los componentes del sistema electrónico no se alimentan con el mismo valor de tensión. Por lo tanto, partiendo de la red general eléctrica, se tiene que, en los casos necesarios, transformar la tensión al valor adecuado y transmutar la corriente alterna en continua. Estas necesidades pueden realizarse por medio del siguiente circuito:



Este diseño parte directamente de la tensión alterna de red (230 Vac), para lograr una tensión perfectamente estable. Primeramente, como es lógico, la tensión es reducida mediante un transformador. Luego, esta tensión alterna de bajo valor es rectificadora por el puente D1, obteniéndose así una señal de onda completa. Después la señal se filtra por medio de C1 consiguiéndose de esta forma una tensión continua no estabilizada, que es inyectada al LM7XX para su regulación. Este elemento es imprescindible para encontrar unos valores lo suficientemente fijos y estables. A continuación, se explica su funcionamiento:



Cada uno de estos dispositivos posee solo tres terminales, uno corresponde a la entrada de tensión no regulada, otro es la salida regulada y el restante es la masa, común a ambos. En cuanto al encapsulado, se aclara que, si bien están disponibles en varios tipos, generalmente se suelen encontrar en el encapsulado del tipo TO-220, correspondiente a una corriente de salida de 1 amperio.

Como se observa, sólo se agregan dos condensadores al circuito integrado: C1, que se halla a la entrada del regulador, filtra la tensión de posibles transitorios y picos indeseables, mientras que C2, que se encuentra a la

salida, disminuye la tensión de rizado de salida, a la vez que evita oscilaciones.

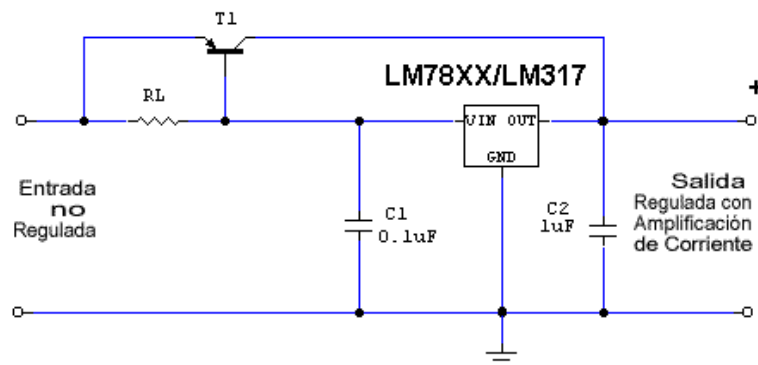
En cuanto a la tensión de entrada, el rango es muy amplio. Por ejemplo, si el regulador elegido es uno de 12 voltios (LM7812), la tensión de entrada podrá ser de entre 15 y 39 voltios.

En la siguiente tabla se pueden ver las diferentes opciones de transformación:

Regulador	Tensión <sub>Salida</sub>	Corriente
LM7805	5 V	2 A
LM7806	6 V	2 A
LM7808	8 V	1,5
●LM7809	9 V	1,5
●LM7812	12 V	1,5 A
LM7815	15 V	1,5 A
●LM7818	18 V	1,2 A
●LM7824	24 V	1,2 A
LM7830	30 V	1,2 A

- Amplificación de la corriente de salida para el regulador

Como ya se ha comentado, la corriente de salida de un regulador integrado de este tipo es, en el mejor de los casos, de 2 amperios. Este valor puede resultar insuficiente para algunas aplicaciones de potencia. Es por este motivo que, a través del agregado de algunos componentes, se amplifica la corriente de salida hasta casi cualquier valor. El principio básico es el siguiente:



Observando con detenimiento el diseño, se notará que la corriente de salida circula ahora también por RL. Al hacer esto provoca una caída de tensión sobre esta resistencia que, es a su vez, la tensión  $V_{BE}$  que se aplica al transistor T1. Cuando la mencionada tensión que cae sobre RL sea levemente superior a 0,6 voltios T1

comenzará a conducir, evitando de esta forma el grueso de la corriente pase por el regulador. De esta forma, y con el uso de uno o varios transistores adecuados, se puede obtener a la salida del regulador casi cualquier corriente.

El cálculo de  $R_L$  Resulta, según lo indicado arriba, muy sencillo. Entonces será:

$$R_L = V_{BE} / I_L$$

En donde  $V_{BE}$  adopta un valor de 0,7 voltios e  $I_L$  es la máxima corriente que debe circular por el regulador. Un valor típico para esta corriente es de 1 amperio. Realizando los cálculos obtenemos, que para un regulador estándar,  $R_L$  es de 0.68 ohm 2W.

En cuanto a T1, sólo basta decir que puede ser cualquier transistor PNP que soporte la corriente máxima de salida de la fuente.

\*Nota: dicha corriente es muy superior a  $I_L$ . Si es de gran valor es recomendable colocar dos o más transistores en configuración Darlington.

Por lo tanto, conforme a la alimentación necesaria para los componentes, se precisan alimentaciones de 12 y 5 voltios en continua; de 1,8 y 0,3 amperios respectivamente. Para ello, se integran los siguientes dispositivos:

❖ Fuente de alimentación PM-20-12:

- $V_{caEntrada}$  (230) →  $V_{dcSalida}$
- Tensión de salida: 12 Vdc.
- Corriente: 0-1,8 A.

✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre la fuente de alimentación, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 10. Fuente de alimentación PM-20-12.*

❖ Convertidor B1205S-2W:

- $V_{dcEntrada}$  (12) →  $V_{dcSalida}$
- Tensión de salida: 5 Vdc.
- Corriente: 0,04-0,4 A.

- ✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre el convertidor, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 11. Convertidor B1205S-2W.*

#### 5.3.4. Cálculo de baterías de respaldo

Es necesario integrar en el sistema dos baterías: una de gran capacidad para los componentes alimentados a 12 voltios; y una batería SAI (sistema de alimentación ininterrumpida) para el PIC 16F877, LCD y teclado matricial que, corresponden al sistema de control.

Introducción a las baterías SAI y, consideraciones y cálculos para baterías:

- **Baterías SAI**

Un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), también conocido por sus siglas en inglés UPS (“Uninterruptible Power Supply”) es un dispositivo que gracias a sus baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Otra de las funciones de los SAI es la de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a los aparatos, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de usar Corriente Alterna. Los SAI dan energía eléctrica a equipos llamados cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos que, como se ha dicho antes, requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad, debido a la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos (picos o caídas de tensión).

- **Potencia**

La unidad de potencia para configurar un SAI es el voltamperio (VA) o Watts, que es potencia aparente, también denominada potencia efectiva o eficaz, consumida por el sistema. Para calcular cuanta energía requiere su equipo, se busca el consumo en la parte trasera del aparato o en el manual del usuario. Si está la potencia efectiva o eficaz, en vatios, multiplique la cantidad de vatios por 1,4 para tener en cuenta el pico máximo de potencia que puede alcanzar su equipo, por ejemplo: 200 vatios x 1,4 = 280 VA. Si lo que encuentra es la tensión y la corriente nominales, para calcular la potencia aparente (VA) hay que multiplicar la corriente (amperios) por la tensión (voltios), por ejemplo:

$$3 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 660 \text{ VA.}$$

- SAI de continua

Las cargas conectadas a los SAI requieren una alimentación de corriente continua, por lo tanto éstos transformarán la corriente alterna de la red comercial a corriente continua y la usarán para alimentar a la carga y almacenarla en sus baterías. Por lo tanto no requieren convertidores entre las baterías y las cargas.

- SAI de alterna

Estos SAI obtienen a su salida una señal alterna, por lo que necesitan un inversor para transformar la señal continua que proviene de las baterías en una señal alterna.

- Fallos comunes en el suministro de energía eléctrica

El papel del SAI es suministrar potencia eléctrica en ocasiones de fallo de suministro, en un intervalo de tiempo "corto"(si es un fallo en el suministro de la red, hasta que comiencen a funcionar los sistemas aislados de emergencia). Sin embargo, muchos sistemas de alimentación ininterrumpida son capaces de corregir otros fallos de suministro:

- Corte de energía: pérdida total de tensión de entrada.
- Sobretensión: tiene lugar cuando la tensión supera el 110% del valor nominal.
- Caída de tensión: cuando la tensión es inferior al 85-80% de la nominal.
- Picos de tensión.
- Ruido eléctrico.
- Inestabilidad en la frecuencia.
- Distorsión armónica, cuando la onda senoidal suministrada no tiene esa forma.

- Parámetros de una batería

- La tensión o potencial (en voltios) es el primer parámetro a considerar, pues es el que suele determinar si el acumulador conviene al uso a que se le destina. Viene fijado por el potencial de reducción del par redox utilizado; suele estar entre 1 V y 4 V por elemento.

- La cantidad de corriente que puede almacenar el elemento o capacidad del acumulador, se mide en amperios hora (Ah) y es el segundo parámetro a considerar. Especial importancia tiene en algunos casos la intensidad de corriente máxima obtenible amperio (A); p. ej., los motores de arranque de los automóviles exigen esfuerzos muy grandes de la batería cuando se ponen en funcionamiento (centenas de A), pero actúan durante poco tiempo.
- La capacidad eléctrica se mide en la práctica por referencia a los tiempos de carga y de descarga en A. La unidad SI es el coulomb (C).

$$\text{➤ } C = A \times s = A \times h/3600 \Rightarrow Ah = 3600 C.$$

- La energía que puede suministrar una batería depende de su capacidad y de su voltaje, se mide habitualmente en Wh (vatios-hora); la unidad SI es el julio.

$$\text{➤ } J = W \times s = W \times h/3600 \Rightarrow Wh = 3600 J;$$

$$\text{➤ } J = 0,278 \text{ mWh}, \text{ como } W = A \times V \Rightarrow Wh = Ah \times V$$

(La energía se obtiene multiplicando la capacidad por el voltaje).

Sin embargo, cuando se den indicaciones en el cuerpo de las baterías o en sus envases, como "Cárguese a 120 mA durante 12 horas", el producto resultante excederá la capacidad del acumulador, el exceso de "carga" se disipa dentro de la batería en forma de calor a causa de su "resistencia interna". Si la capacidad del acumulador fuesen 1200 mAh y se le aplicara una corriente de carga de 120 mA durante 12 horas.  $120 \times 12 = 1440 \text{ mAh}$ , por lo que 240 mAh será la carga convertida en calor dentro de la batería y 1200 mAh la efectivamente almacenada en ella. Para calcular la energía perdida bastaría multiplicar los 240mAh de "exceso" de carga por la tensión de carga.

$$\text{➤ } 1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

$$\text{➤ } 1 \text{ C} = 1 \text{ Ah}/3600 = 0,278 \text{ mAh.}$$

$$\text{➤ } 1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$$

- La resistencia de los acumuladores es muy inferior a la de las pilas, lo que les permite suministrar cargas mucho más intensas que las de éstas, sobre todo de forma transitoria. Por ejemplo, la resistencia interna de un acumulador de plomo-ácido es de 0,006 ohm, y la de otro de Ni-Cd, de 0,009 ohm.
- Otra de las características importantes de un acumulador es su masa o su peso, y la relación entre ella y la capacidad eléctrica (Ah/kg) o la energía (W/kg) que puede restituir. En algunos casos puede ser también importante el volumen que ocupe (Ah/m<sup>3</sup>) o (Ah/litro).
- El rendimiento es la relación porcentual entre la energía eléctrica recibida en el proceso de carga y la que el acumulador entrega durante la descarga. Por ejemplo, el acumulador de plomo-ácido tiene un rendimiento de más del 90%. Las baterías Ni-CD un 83%.

A sabiendas de lo escrito anteriormente, se calcula la batería necesaria para el sistema con dos días de autonomía. Primero, incorporamos la tabla de alimentación y consumo en reposo; y el cálculo aproximado de la potencia:

<i>Componentes en reposo</i>	<i>Ud</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>VA</i>
PIC 16F877	1	5 V	0,001 mA	-
Teclado Matricial TC1440	1	-	-	-
LCD CFAH1602Z-YYH-ET	1	5 V	1,2 mA	0,006
Detector de humos SHA-965R	5	12 Vdc	3 mA	0,180 (x5)
Detector de gases SGA-965R	1	12 Vdc	30 mA/Ud	0,36
Sensor volumétrico PIR con cámara	4	12 Vdc	100 mA/Ud	0,0864 (x4)
Sensor de rotura de cristal piezoeléctrico DT-3107 DCPX	7	12 Vdc	35 mA/Ud	0,42 (x7)
Sensor magnético de puertas y ventanas CM-110	5	12 Vdc	20 mA/Ud	0,0006 (x5)
Sensor inercial puertas y ventanas HAM1000WS/DWS	2	9 Vdc (a pilas)	45 mA/Ud	0,0005 (x2)
Celda de carga Sensy 2162L	1	5 Vdc	-	-
Pulsador anti-pánico ND 200 LSN	5	12 Vdc	5 mA/Ud	-
Sirena cableada interior S-10	1	12 Vdc	100 mA	0,0144
Sirena exterior NOVA	1	12 Vdc	20 mA	0,024
Marcador automático GSM, Hermes TCR-120-3	1	12 Vdc	40 mA	0,6
<b>TOTAL: COMPONENTES DE 5 V→</b>			<b>1,2 mA</b>	<b>0,006 VA</b>

<b>TOTAL: COMPONENTES DE 9 V➔</b>	<b>90 mA</b>	<b>0,81 VA</b>
<b>TOTAL: COMPONENTES DE 12 V➔</b>	<b>975 mA</b>	<b>11,7 VA</b>

- SAI de 12 voltios:

La fuente de alimentación ininterrumpida proporciona, además de un flujo continuo de corriente, protección ante posibles fluctuaciones de tensión y corriente; y protección térmica. Además, este dispositivo realiza de forma autónoma el cambio de alimentación entre la línea y la batería que contiene.

Entonces, se detallan los cálculos para acumular la energía suficiente en el sistema durante 2 días para la unidad de control.

- Cálculo de la batería del SAI:

$$Capacidad_{Bat.} (C) = Consumo_{Comp.} (Ah) \times T_{Descarga} (s) [1]$$

$$0,0012 Ah \times 2 \text{ días} = 0,0012 Ah \times 48 h = 0,0576 Ah [2]$$

$$Carga_{de\ batería}: C = A \times s = 0,0576 \times 3600 = 207,36 C [3]$$

De forma sobredimensionada (por la conveniencia por este dispositivo), se introduce en el sistema la siguiente fuente de alimentación SAI:

- ❖ Fuente de alimentación ininterrumpida UPS1212 y batería
  - Descripción: Protegida contra cortocircuitos y con protección térmica interna. Compensación de temperatura para entrega de corriente garantizada.
  - Tensión de entrada: 220/230Vac.
  - Tensión de salida estabilizada: 12Vdc/1A.
  - Tensión de salida carga batería: 13,8Vdc/300mA.
  - Protección entrada RED 220Vac: Fusible.
  - Protección salida 12V: Cortocircuitable (protec. térmica).
  - Protección Inversión polaridad de batería.
  - Conectores de entrada y salida: Regletas de tornillo.



✓ De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre la fuente de alimentación, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 12. Fuente de alimentación UPS1212.

- Batería de respaldo de 12 voltios:

Esta batería cubrirá la ausencia de energía, de 2 días, que pudiera haber en la vivienda causa de una acción de sabotaje por un ladrón o, simplemente, un fallo en la línea de distribución; conmutando (utilizando relés, etcétera) de la línea convencional a la batería.

Se observa que algunos sensores que conforman el equipo de alarma tienen autonomía energética mediante baterías o pilas, aún así, se incluyen casi todos los componentes (con la excepción de los de la unidad de control: microcontrolador, pantalla LCD y teclado), para el cálculo sobredimensionado de las necesidades de consumo de estos dispositivos; que tienen que funcionar en todo momento para ser un sistema electrónico de alarma inquebrantable.

- Cálculo de la batería de respaldo:

$$\text{Capacidad}_{\text{Bat.}} (C) = \text{Consumo}_{\text{Comp.}} (\text{Ah}) \times T_{\text{Descarga}} (s) \quad [4]$$

$$0,975 \text{ Ah} \times 2 \text{ días} = 0,975 \text{ Ah} \times 48 \text{ h} = 46,8 \text{ Ah} \quad [5]$$

$$\text{Carga}_{\text{de batería}}: C = A \times s = 46,8 \times 3600 = 168480 \text{ C} \quad [6]$$

Entonces, sobredimensionamos a 58 Ah para los picos de consumo en la activación. Por lo tanto, introducimos la siguiente batería de respaldo:

- ❖ Batería de respaldo: Marathon L12V55

- Descripción: Marathon L supone una forma sólida y compacta de almacenamiento de energía eléctrica (AGM).
- 58.0 Ah en 20h.
- Alimenta a 12 V.
- Medidas: 272 x 166 x 190 mm.
- Herméticas AGM.
- Baterías de plomo ácido reguladas por válvula.
- 12 años de vida de diseño.

- ✓ *De acuerdo a las características, se ha considerado detallar de forma completa, sobre la batería de respaldo, en el Anejo N°2, Fichas Técnicas: 13. Batería de respaldo Marathon L12V55.*

#### 5.3.5. Electrificación del sistema

- ✓ *La distribución eléctrica en la vivienda, también; con respecto a los componentes del sistema de alarma electrónico, se representa en el plano n°8. Y con más detalle, en los planos: n°9, n°10 y n°11.*

Para alimentar cada uno de los elementos del sistema se han utilizado dos tipos de cables (para una alimentación, mayoritariamente, de 12 voltios):

- Cable de distribución proveniente de la batería de respaldo: Este cable se utiliza para electrificar los componentes en caso de eventualidad en la línea convencional. Es decir, cuando se pone en marcha la batería de respaldo.
- Cable de alimentación de los componentes. O sea, del componente y el convertidor; al de la fuente de alimentación PM-20-12.

Se ha utilizado un método de cálculo para obtener la sección idónea del conductor a emplear. Este cálculo tiene que permitir transportar la potencia requerida con total seguridad, que dicho transporte se efectúe con un mínimo de pérdidas de energía y mantener los costes de instalación en unos valores aceptables.

A la hora de dimensionar la sección de un conductor se han aplicado tres criterios básicos: caída de tensión ( $\Delta V$ ) dentro de los límites admisibles, que el calentamiento por efecto Joule no destruya el material aislante del conductor y que en caso de cortocircuito; no se destruya el conductor.

La caída de tensión ( $\Delta V$ ) se produce como consecuencia de la resistencia de los conductores. Como regla general, en España, se permite una ( $\Delta V$ ) máxima de 3 % en todos los circuitos interiores de viviendas (tanto alumbrado como fuerza).

Por lo tanto, calculamos, mediante la fórmula, para una línea de corriente continua:

$$S = \frac{2\rho LI}{\Delta V} \text{ mm}^2 \quad [7]$$

$\rho$  : resistividad del material (cobre:  $0,0176\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ).

$L$ : longitud del cable en metros.

$I$ : intensidad en amperios.

$\Delta V$  : caída del conductor en voltios (3%).

- Sección sobredimensionada del cable de distribución proveniente de la batería de respaldo: 9 mm<sup>2</sup> (para 1,8 A y 50 metros).
- Sección sobredimensionada del cable de alimentación de los componentes: 0,75 mm<sup>2</sup> (para 0,4 A y 18 metros).

#### 5.3.6. Interconexión del equipo

- ✓ *El esquemático de conexionado entre dispositivos se representa en el plano n°12.*
- ✓ *El esquemático de conexión de los componentes con el PCB se representa en el plano n°13.*
- ✓ *El PCB se representa en el plano n°14.*
- ✓ *El fotolito del PCB se representa en el plano n° 15.*

## 6. PRESUPUESTO

De acuerdo a los datos obtenidos en el documento n°4: Presupuesto, el presupuesto que se ha obtenido arroja los siguientes datos:

- Mano de obra y contratación de servicios por dos años: 323 €
- Equipo principal del sistema de alarma: 2.711,25 €
- Accesorios del sistema de alarma: 594,84 €

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- *Microcontrolador PIC16F84. Desarrollo de proyectos – Enrique Palacios Municio, Fernando Remiro Domínguez y Lucas J. López Pérez – Edición RA-MA – 2004.*

*Documento nº4:*  
***PRESUPUESTO***

Sistema de alarma electrónico  
anti-intrusos

# ÍNDICE

## **PRESUPUESTO**

	Página
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN .....	1
Capítulo 2: COSTE DE SERVICIOS .....	1
2.1. Mano de obra .....	1
2.2. Contratación de servicios .....	1
2.3. Coste total de servicios .....	2
Capítulo 3: COSTE DE MATERIAL .....	3
3.1. Componentes principales del sistema de alarma .....	3
3.2. Accesorios del sistema electrónico .....	4
Capítulo 4: PRESUPUESTO TOTAL DURANTE DOS AÑOS .....	4

## 1. INTRODUCCIÓN

Este presupuesto es de tipo proforma. Por lo tanto, es de carácter orientativo. Puede servir como desglose demostrativo ante una petición financiera. No obstante, no es el coste contractual final.

El precio de los materiales es el de venta al público. Con lo cual, son precios con el IVA incluido y sin descuento.

## 2. COSTE DE SERVICIOS

### 2.1. MANO DE OBRA

#### 2.1.1. Programación

El trabajo realizado en este campo y las futuras modificaciones en la programación por: cambios de clave, ampliación de sistema, depuración de errores, etcétera; serán gratuitas durante los dos primeros años.

#### 2.1.2. Instalación

La instalación es gratuita. No obstante, queda exento, y por lo tanto por cuenta propia del usuario, las tasas por: estacionamiento e instalación de contenedores en la vía pública, en caso de ser necesario.

### 2.2. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS

#### 2.2.1. Contrato de mantenimiento

El contrato de mantenimiento es de carácter obligatorio en los dos primeros años (válidos a partir del día de la instalación y puesta en marcha).

✓ El coste del contrato por dos años es: **89 €**

Se realizará la renovación tácita del contrato de mantenimiento, al menos que el cliente exprese lo contrario al expirar el que esté vigente. El coste de los próximos dos años, serán la suma del mismo precio (89 €) y la subida del IPC, en el caso de producirse.

La compañía está obligada a cumplir las exigencias descritas en el *PLIEGO DE CONDCIONES TÉCNICAS*.

Nota: en ningún caso, bajo el marco de correcto funcionamiento de la compañía, se devolverá el dinero después de la contratación.

### 2.2.2. Contrato de vigía

El contrato de vigía es de carácter obligatorio en los 3 primeros meses (válidos a partir del día de la instalación y puesta en marcha).

✓ El coste del contrato de vigía por mes: **9,75 €**

Se realizará la renovación tácita de dicho contrato, al menos que el cliente exprese lo contrario al expirar el que esté vigente. El coste de los próximos meses, será de 9,75 € durante el primer año. En los años siguientes será la suma del precio actual y el IPC, en caso de producirse.

La compañía está obligada a cumplir las exigencias descritas en el *PLIEGO DE CONDCIONES TÉCNICAS*.

Nota: en ningún caso, bajo el marco de correcto funcionamiento de la compañía, se devolverá el dinero después de la contratación del mes en uso. Siendo reembolsables aquellos meses pagados con anterioridad y que no han transcurridos; en caso de baja del usuario.

### 2.3. COSTE TOTAL DE SERVICIOS

<b>CONCEPTO</b>	<b>PRECIO/ MES</b>	<b>TIEMPO (MES)</b>	<b>PRECIO/ 24 MESES</b>
Programación	gratis	-	Gratis
Instalación	gratis	-	Gratis
Contrato de mantenimiento	-	24	89,00 €
Contrato de vigía	9,75 €	24	234,00 €
<b>PRECIO TOTAL PARA DOS AÑOS →</b>			<b>323, 00 €</b>



### 3. COSTE DE MATERIAL

#### 3.1. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ALARMA

<i>IMAGEN</i>	<i>CONCEPTO</i>	<i>PRECIO/ UNIDAD</i>	<i>UDS</i>	<i>PRECIO TOTAL</i>
	Microcontrolador PIC 16F877	6,97 €	1	6,97 €
	Teclado matricial TC1440	6,52 €	1	6,52 €
	Pantalla LCD CFAH1602Z-YYH-ET	22,12 €	1	22,12 €
	Detector óptico de humos SHA-965R-12	39,01 €	5	195,05 €
	Detector de gases nocivos SGA-965R-12	61,26 €	1	61,26 €
	Sensor volumétrico PIR con cámara	132,00 €	4	528,00 €
	Sensor de rotura DT-3107 DCPX	133,4 €	7	933,80 €
	Sensor magnético CM110	6,29 €	5	41,45 €
	Sensor inercial HAM1000WS/DWS	26,41 €	2	104,82 €
	Celda de carga Sensy, modelo 2162L	98,67 €	1	98,67 €
	Pulsador anti-pánico ND 200 LSN	22,33 €	5	111,65 €
	Sirena cableada para interiores S-10	14,00 €	1	14,00 €
	Sirena exterior NOVA	87,86 €	1	87,86 €
	Marcador automático Hermes TCR-120-3	416,00 €	1	416,00 €
	Fuente de alimentación SAI y batería UPS1212	83,08 €	1	83,08 €
<b>COMPONENTES PRINCIPALES → PRECIO TOTAL</b>				<b>2.711,25 €</b>



### 3.2. ACCESORIOS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

<i>IMAGEN</i>	<i>CONCEPTO</i>	<i>PRECIO/ UNIDAD</i>	<i>UDS</i>	<i>PRECIO TOTAL</i>
	Fuente de alimentación PM-05-12	19,24 €	1	19,24 €
	Convertidor 12-5 (Vdc) B1205S-2W	14,87 €	1	14,87 €
	Batería de respaldo Marathon L12V55	282,40 €	1	282,20 €
	Caja para electrónica Deltron Emcon	18,45 €	1	18,45 €
	PCB + dispositivos que lo componen	49,37 €	varios	49,37 €
	Cables CC 500 B , PVC, conductores coloreados	88,23 €	varios	88,23 €
	MI de manguera apantallada 4x0,35	0,63 €	120 m.	75,60 €
	Material fungible y accesorios de conexión	46,88 €	varios	46,88 €
<b>ACCESORIOS PARA EL SISTEMA → PRECIO TOTAL</b>				<b>594,84 €</b>

### 4. PRESUPUESTO TOTAL DURANTE DOS AÑOS

<i>CONCEPTO</i>	<i>PRECIO/ 24 MESES</i>
Mano de obra y contratación de servicios	323,00 €
Material: equipo principal del sistema de alarma	2.711,25 €
Material: accesorios del sistema de alarma	594,84 €
<b>PRECIO TOTAL PARA DOS AÑOS →</b>	<b>3.629,09 €</b>

*Documento nº3:*

***PLIEGO DE  
CONDICIONES***

Sistema de alarma electrónico  
anti-intrusos

# ÍNDICE

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

	Página
Capítulo 1: CLÁUSULAS DE INSTALACIÓN Y CONTRATOS .....	1
1.1. Objeto .....	1
1.2. Generalidades .....	2
1.3. Componentes del sistema y materiales .....	3
1.4. Recepción y pruebas .....	5
1.5. Requerimientos del contrato de mantenimiento y vigía .....	6
1.6. Garantía .....	9
Capítulo 2: PARTICULARIDADES DEL PROYECTO FIN DE CARRERA .....	12
5.1. Elementos mínimos de protección y aviso del sistema .....	12
5.2. Exigencias de funcionamiento del sistema .....	12

## 1. CLÁUSULAS DE INSTALACIÓN Y CONTRATOS

### 1.1. OBJETO

- 1.1.1. Fijar las cláusulas sobre plazos y precios de los contratos de mantenimiento y vigía.
- 1.1.2. Fijar las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir la instalación del sistema de alarma electrónico. Pretende servir de guía para instaladores, compañías de seguridad, clientes y administración pública en el ámbito de la seguridad, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario.
- 1.1.3. Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio proporcionado (mejora en el funcionamiento de los sensores encargados de la detección, minimización de falsas alarmas, reducción de consumo y eficiencia en la localización y actuación del sistema bajo una intrusión) y por su integración en el entorno.
- 1.1.4. El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se aplica a todos los sistemas eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- 1.1.5. En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

### 1.2. GENERALIDADES

- 1.2.1. Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones de sistemas de alarma electrónicos destinadas a viviendas unifamiliares, dúplex, chalets, o similares), situada en un entorno urbano.
- 1.2.2. También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas a las del apartado **1.2.1**, siempre que tengan características técnicas similares.

- 1.2.3. En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a la instalación:
- 1.2.3.1 Ordenanza para la redacción de proyectos de urbanización, control de las obras y recepción de las mismas en el T.M. de Cartagena.
  - 1.2.3.2 Ordenanza municipal sobre instalación de contenedores en la vía pública de Cartagena.
  - 1.2.3.3 Ordenanza del servicio de regulación y control del estacionamiento en la vía pública de la ciudad de Cartagena.
  - 1.2.3.4 Ordenanza reguladora de la conexión de los sistemas de alarmas privados a la central de recepción de alarmas de la Policía Local del Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
  - 1.2.3.5 Ordenanza municipal sobre protección del medio ambiente contra ruidos y vibraciones de la ciudad de Cartagena.
  - 1.2.3.6 Código Técnico de la Edificación en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
  - 1.2.3.7 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el Consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE nº. 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
  - 1.2.3.8 Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (Instrucciones ITC BT). Orden del 2 de Agosto de 2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
  - 1.2.3.9 Directivas europeas sobre la seguridad y compatibilidad electromagnética.
- 1.2.4. Las normativas, tales como, Normativa europea EN50131; que no se encuentren en el apartado **1.2.3.**, son recomendaciones de uso, no son de obligado cumplimiento. Y por lo tanto, están exentas en cláusulas posteriores.

### 1.3. COMPONENTES DEL SISTEMA Y MATERIALES

- 1.3.1. Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.
- 1.3.2. Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.
- 1.3.3. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a  $50 V_{RMS}$  o  $120 V_{CC}$ . Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.
- 1.3.4. Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
- 1.3.5. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.
- 1.3.6. Los componentes electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).
- 1.3.7. En la Memoria se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los dispositivos de la instalación del sistema de alarma electrónico.
- 1.3.8. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etcétera de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

1.3.9. La estructura de soporte debe cumplir:

- 1.3.9.1. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los componentes y se incluirán todos los accesorios que se precisen.
- 1.3.9.2. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales.
- 1.3.9.3. La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable.

1.3.10. El cableado debe cumplir:

- 1.3.10.1. Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.
- 1.3.10.2. Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.
- 1.3.10.3. Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.
- 1.3.10.4. Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.
- 1.3.10.5. Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

1.3.11. El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

1.3.12. La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la unidad de control a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

## 1.4. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

- 1.4.1. El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.
- 1.4.2. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:
  - 1.4.2.1. Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
  - 1.4.2.2. Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad.
- 1.4.3. Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas. Además se deben cumplir los siguientes requisitos:
  - 1.4.3.1. Entrega de la documentación requerida en este PCT.
  - 1.4.3.2. Retirada de obra de todo el material sobrante.
  - 1.4.3.3. Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- 1.4.4. Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.
- 1.4.5. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de dos años.



- 1.4.6. No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## 1.5. REQUERIMIENTOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO Y VIGÍA

### 1.5.1. Generalidades

- 1.5.1.1. Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de dos años.
- 1.5.1.2. Se realizará un contrato de vigía, al menos, de tres meses.
- 1.5.1.3. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión semestral.
- 1.5.1.4. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

### 1.5.2. Contrato de vigía

- 1.5.2.1. El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para los plazos, condiciones económicas y marco de actuación.
- 1.5.2.2. El contrato de vigía es de carácter obligatorio en los 3 primeros meses (válidos a partir del día de la instalación y puesta en marcha). El coste del contrato de vigía por mes: **9,75 €**
- 1.5.2.3. Se realizará la renovación tácita de dicho contrato, al menos que el cliente exprese lo contrario al expirar el que esté vigente. El coste de los próximos meses, será de 9,75 € durante el primer año.
- 1.5.2.4. En los años siguientes al primer contrato, será la suma del precio actual y el IPC, en caso de producirse.

- 1.5.2.5. Estos precios pueden ser modificados sin atender a los puntos anteriores, a partir del 2015.
- 1.5.2.6. En ningún caso, bajo el marco de correcto funcionamiento de la compañía, se devolverá el dinero después de la contratación del mes en uso. Siendo reembolsables aquellos meses pagados con anterioridad y que no han transcurridos; en caso de baja del usuario.
- 1.5.2.7. En caso de alarma, cualesquiera sea el motivo, generará las siguientes respuestas:
- a) Aviso inmediato a la Policía Local.
  - b) Aviso inmediato a uno de nuestros agentes para la supervisión y colaboración con la Policía Local.
  - c) Aviso inmediato al usuario.

### 1.5.3. Contrato de mantenimiento

- 1.5.3.1. El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para los plazos, condiciones económicas y el mantenimiento del sistema de alarma electrónico anti-intrusos.
- 1.5.3.2. El contrato de mantenimiento es de carácter obligatorio en los dos primeros años (válidos a partir del día de la instalación y puesta en marcha). El coste del contrato durante los dos primeros años es: **89 €**
- 1.5.3.3. Se realizará la renovación tácita del contrato de mantenimiento, al menos que el cliente exprese lo contrario al expirar el que esté vigente. Con un margen temporal de 3 meses después de la fecha de expiración del contrato anterior.
- 1.5.3.4. El coste de los próximos dos años, serán la suma del mismo precio (89 €) y la subida del IPC, en el caso de producirse.
- 1.5.3.5. Estos precios pueden ser modificados sin atender a los puntos anteriores, a partir del 2015.
- 1.5.3.6. En ningún caso, bajo el marco de correcto funcionamiento de la compañía, se devolverá el dinero después de la contratación.

- 1.5.3.7. Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:
- a) Mantenimiento preventivo.
  - b) Mantenimiento correctivo
- 1.5.3.8. Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuación en caso de intrusión (simulacro) y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.
- 1.5.3.9. Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
- a) La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado **1.6.6.2.**, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
  - b) El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
  - c) Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento y vigía. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.
- 1.5.3.10. El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- 1.5.3.11. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita semestral en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:
- a) Verificación del correcto funcionamiento de todos los componentes y equipos.
  - b) Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.

- c) Comprobación del estado de los dispositivos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- d) SAI y batería de respaldo: capacidad, fiabilidad, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- e) Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

1.5.3.12. Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

## 1.6. GARANTÍA

1.6.1. Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

1.6.2. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

1.6.3. Plazos:

1.6.3.1. El suministrador garantizará la instalación durante un período de dos años, para todos los materiales utilizados y el montaje.

1.6.3.2. Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

#### 1.6.4. Condiciones económicas:

- 1.6.4.1. La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- 1.6.4.2. Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- 1.6.4.3. Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- 1.6.4.4. Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### 1.6.5. Anulación de la garantía:

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, excepto en las condiciones del último punto del apartado **1.6.4.4.**

#### 1.6.6. Lugar y tiempo de la prestación:

- 1.6.6.1. Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

- 1.6.6.2. El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- 1.6.6.3. Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- 1.6.6.4. El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

## 2. PARTICULARIDADES DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

### 2.1. ELEMENTOS MÍNIMOS DE PROTECCIÓN Y AVISO DEL SISTEMA

2.1.1. Como mínimo la alarma contará con protección para cinco puertas/ventanas (considerando acceso a la vivienda desde el exterior):

- Detector magnético de apertura de puertas/ventanas.
- Detector de vibración en ventanas.

2.1.2. Un sistema de aviso GSM/SMS.

2.1.3. Dos detectores volumétricos por infrarrojos.

2.1.4. Cuatro detectores de humos en cocina y dormitorios

2.1.5. Un detector de gases nocivos en cocina.

2.1.6. Teclado de control y pantalla.

2.1.7. Cuatro pulsadores anti-pánico, para la activación desde el interior.

2.1.8. Central inteligente con sirena interior.

2.1.9. Batería de respaldo para cubrir las necesidades energéticas del sistema electrónico durante dos días.

### 2.2. EXIGENCIAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

2.2.1. La interconexión de los elementos de la alarma podrá realizarse mediante cableado tradicional, vía radio o sistema mixto.

2.2.2. El cliente podrá activar el sistema de alarma cuando estime conveniente, estando dentro de la vivienda o no. Esta acción la realizará a través de un teclado en el interior de la vivienda.

2.2.3. Una vez introducida la clave de activación, el sistema comprobará el funcionamiento de la misma (chequeando los sensores/detectores de la vivienda) y enviará un aviso (vía SMS) a los teléfonos que tenga especificados.

- 2.2.4. Si se ha activado la alarma con personas/mascotas dentro de la casa, se desactivarán los detectores volumétricos en la vivienda. No así el resto de elementos de protección de la alarma.
- 2.2.5. Cuando se desactive correctamente la alarma (introduciendo la clave adecuada) no se enviará aviso alguno.
- 2.2.6. Se dispondrá de una clave secreta adicional para el envío de aviso (mediante SMS) a terceras personas (policía, bomberos, servicios de emergencia, etc.) para evitar la desactivación de alarma por intimidación de los usuarios. El texto dará indicación del hecho acaecido y solicitando ayuda/socorro.
- 2.2.7. Si en cualquier momento alguna persona, presa de miedo/pánico, desea activar la alarma desde el interior de la vivienda podrá hacerlo (se propondrá algún medio para evitar la activación fortuita).
- 2.2.8. Si se produce cualquier incidente de activación de la alarma, se avisará a los propietarios de la misma (mediante envío de SMS con un texto explicativo de la incidencia producida).



## 1. DETALLES DE FUNCIONAMIENTO

El microcontrolador, PIC 16F877, gestiona los procesos de entrada (sensores y pulsadores) para realizar la respuesta apropiada a los intereses del usuario. De esta manera, se produce una interacción entre entorno y dispositivo electrónico gracias a la transformación de un suceso físico al marco digital. Para ello, se ha incorporado diferentes dispositivos: captadores, transductores, procesadores, reguladores y, muchos otros que realizan diferentes cometidos para hacer posible dicha conectividad entre dos planos diferentes (físico y electrónico).

Para comprender mejor los pasos que se han llevado a cabo, es preciso ver:

- ✓ *Los flujogramas de la programación de modos.*
- ✓ *El esquemático de conexionado entre dispositivos, que se representa en el plano nº12:*
  - Relés de sensores y pulsadores: Estarán normalmente cerrados (NC), enviando una tensión (entorno a los 5 Voltios) con lo cual, ante la detección de un suceso, el relé conmuta a una tensión correspondiente al nivel lógico 0.
  - Teniendo en cuenta lo anterior, al encender nuestro sistema de alarma electrónico, la unidad de control realizará un chequeo de los sensores. En el caso de que haya algún sensor que no de señal, se ha programado el PIC para que deje un mensaje de error en la pantalla. Además, ciertos componentes tienen su propio botón de autotest para verificar el correcto funcionamiento.
  - Nuestro PIC, funcionará a 4 Mhz por ciclo de instrucción. Por lo tanto, los retardos están sujetos a esta condición.
  - El marcador automático Hermes, también, realiza la operación de activación de las sirenas. No obstante, en este esquemático y, de forma paralela, se ha querido representar un circuito que las ejecutaría.
  - Las puertas AND, son una representación funcional del sistema. Los pines no se corresponden con las patillas reales de los integrados que realizan esta tarea. La representación real corresponde al dispositivo TTL 7421:
- ✓ *Representado en el PCB, plano nº14.*

## 2. PROGRAMACIÓN PRINCIPAL

; ZONA DE DATOS

\*\*\*\*\*

\_\_CONFIG\_CP\_OFF & \_WDT\_OFF & \_PWRTE\_ON & \_XT\_OSC

;Configuración para el grabador.

LIST P=16F877A ;Procesador utilizado.

INCLUDE <P16F877A.INC> ;En este fichero se definen las

;etiquetas

CBLOCK

ContCaracteres

GuardaTeclado

ContM0

ContM1

ContM2

ContM3

ContM4

ContMI

ENDC

NumDigito EQU d'7'

#DEFINE Claveok (Claveok-Clavesave)

#DEFINE Pinterru PORTB,0

;

;Entradas de los sensores

#DEFINE sM3 PORTA,4

#DEFINE sM1y2 PORTA,3

#DEFINE sVCj1 PORTA,5

#DEFINE Pulsadores PORTE,0

#DEFINE sPysRz PORTE,1

#DEFINE PinF PORTC,1

#DEFINE Gas PORTC,0

#DEFINE Humos PORTC,2

#DEFINE PinI PORTC,3

;

;Salidas de los sensores

#DEFINE OutAlarm1 PORTD,7

#DEFINE OutAlarmG PORTD,6

#DEFINE OutAlarmH PORTD,5

#DEFINE OutAlarmI PORTD,4

; ZONA DE CÓDIGOS

\*\*\*\*\*

```

    ORG 0
    goto Inicio
    ORG 4
    goto Interruccion1
;
Mensajes
    addwf PCL,F
MensajeModo0
    DT "MODO 0",0x00
MensajeModo1
    DT "MODO 1",0x00
MensajeModo2
    DT "MODO 2",0x00
MensajeModo3
    DT "MODO 3",0x00
MensajeModo4
    DT "MODO 4",0x00
MensajeModoI
    DT "Alarma Apagada",0x00
MensajeClaveIncorrecta
    DT "Clave Incorrecta",0x00
MensajeCambiarModo
    DT "Introduzca Modo",0x00
MensajeErrorcheck
    DT "Error de sensor",0x00
MensajeEscribaClave
    DT "Escriba Clave",0x00
;
LeeclaveModo0
    Addwf PCL,F
ClaveModo0
    DT 0h,0Eh,5h,6h,3h,1h,8h ;Clave modo0.
FinClaveModo0
;
LeeclaveModo1
    addwf PCL,F
ClaveModo1
    DT 1h,0Eh,4h,2h,1h,5h,6h ;Clave modo1.
FinClaveModo1
;
LeeclaveModo2
    Addwf PCL,F
ClaveModo2
    DT 2h,0Eh,3h,1h,5h,6h,3h ;Ejemplo de clave modo2.
FinClaveModo2
;

```

```

LeeclaveModo3
    Addwf PCL,F
ClaveModo3
    DT    3h,0Eh,9h,2h,8h,1h,3h ;Ejemplo de clave modo3.
FinClaveModo3
;
LeeclaveModo4
    Addwf PCL,F
ClaveModo4
    DT    4h,0Eh,7h,9h,8h,5h,4h ;Ejemplo de clave modo4.
FinClaveModo4
;
LeeclaveModoI
    addwf PCL,F
ClaveModoI
    DT    5h, 0Eh,4h,5h,8h,2h,0h ;Clave ModoI.
FinClaveModoI
;

```

```

Inicio  call    LCD_Inicializa      ;Configura LCD
        call    Teclado_Inicializa ;Configura teclado
        bsf     STATUS,RP0        ;Banco1
        bcf     OutAlarmI         ;Configura como salida
        bcf     OutAlarmG         ;a estas cuatro OutAlarm
        bcf     OutAlarmH         ;señales de alarma
        bcf     OutAlarmI
        bsf     sM3                ;Configura como entrada
        bsf     sM1y2             ;a estas nueve señales
        bsf     sVCj1             ;que corresponden a los
        bsf     Pulsadores        ;diferentes sensores y
        bsf     sPysRz            ;pulsadores que constituye
        bsf     PinF              ;nuestro sistema de alarma
        bsf     Gas
        bsf     Humos
        bsf     PinI
        bcf     STATUS,RP0        ;Banco0
        bsf     sM3                ;Desactiva todas los
        bsf     sM1y2             ;sensores inicialmente
        bsf     sVCj1             ;nivel bajo (0).
        bsf     Pulsadores
        bsf     sPysRz
        bsf     PinF
        bsf     Gas
        bsf     Humos
        bsf     PinI
        call    InicializaResto
        movlw  b'10001000'        ;Habilita la interrupción
        movwf  INTCON            ;general y la RBI

```

```

Check
    not
    not                ;retardamos 5 ciclos
    not
    not
    not
    btfss sM3          ;Chequea los sensores.
    goto Errorsensor  ;En caso de fallo, muestra mensaje de
    btfss sM1y2        ;error en pantalla LCD
    goto Errorsensor  ;(sensores inicialmente a nivel alto,1).
    btfss sVCj1       ;Relés inicialmente conmutados a 1 lógico.
    goto Errorsensor
    btfss Pulsadores
    goto Errorsensor
    btfss sPysRz
    goto Errorsensor
    btfss PinF
    goto Errorsensor
    btfss Gas
    goto Errorsensor
    btfss Humos
    goto Errorsensor
    btfss PinI
    goto Errorsensor
    goto Principal
Errorsensor
    movlw MensajeErrorcheck
    call LCD_Mensaje
    call Retardo_2s
    goto Check
;
;
Principal
    sleep                ;Bajo consumo hasta que haya una interrupción
SeleccionModo
    btfcs contM0
    goto Modo0
    btfcs contM1
    goto Modo1
    btfcs contM2
    goto Modo2
    btfcs contM3
    goto Modo3
    btfcs contM4
    goto Modo4
    btfcs contMI
    goto ModoI
    goto Principal

```

#### Modo0

```
bcf    OutAlarm1
bcf    OutAlarmG
bcf    OutAlarmH
bcf    OutAlarmI
movlw  MensajeModo0
call   LCD_Mensaje
call   Retardo_2s
goto   Principal
```

#### Modo1

```
movlw  MensajeModo1
call   LCD_Mensaje
call   LCD_Linea2           ;Asteriscos en la segunda línea
btfss  sM3                 ;Si al producirse una interrupción
goto   AlarmaAct           ;"sM3" es 0, entonces se activa la alarma
btfss  sM1y2              ;Si en la interrupción el bit de entrada
goto   EscribaClave       ; sM1ysM2 es 0, entonces pide clave antes de
btfss  sVCj1              ; activar la alarma. El resto de la misma forma.
goto   EscribaClave
btfss  Pulsadores
goto   AlarmaAct
btfss  sPysRz
goto   AlarmaAct
btfss  PinF
goto   AlarmaAct
btfss  Gas
goto   AlarmaGas
btfss  Humos
goto   AlarmaHumos
btfss  PinI
goto   AlarmaAct
goto   Principal
```

#### Modo2

```
movlw  MensajeModo2
call   LCD_Mensaje
call   LCD_Linea2           ;Asteriscos en la segunda línea
btfss  sM3                 ;Si al producirse una interrupción el bit de
goto   EscribaClave       ;"sM3" es 0, entonces se activa EscribaClave,
btfss  sM1y2              ;Si en la interrupción el bit de entrada
goto   EscribaClave       ; sM1ysM2 es 0, entonces pide clave antes de
btfss  sVCj1              ; activar la alarma. El resto de la misma forma.
goto   EscribaClave
btfss  Pulsadores
goto   AlarmaAct
btfss  sPysRz
goto   AlarmaAct
btfss  Gas
goto   AlarmaGas
```

```

    btfss Humos
    goto AlarmaHumos
    btfss PinI
    goto AlarmaAct
    goto Principal
Modo3
    movlw MensajeModo3
    call LCD_Mensaje
    call LCD_Linea2
    btfss sM1y2
    goto EscribaClave
    btfss Pulsadores
    goto AlarmaAct
    btfss sPysRz
    goto AlarmaAct
    btfss Gas
    goto AlarmaGas
    btfss Humos
    goto AlarmaHumos
    goto Principal
Modo4
    movlw MensajeModo4
    call LCD_Mensaje
    call LCD_Linea2
    btfss Pulsadores
    goto AlarmaAct
    btfss sPysRz
    goto AlarmaAct
    btfss Gas
    goto AlarmaGas
    btfss Humos
    goto AlarmaHumos
    goto Principal
ModoI
    movlw MensajeModoI
    call LCD_Mensaje
    call LCD_Linea2
    bcf OutAlarm1
    bcf OutAlarmG
    bcf OutAlarmH
    btfss OutAlarmI
    goto Principal
;
EscribaClave
    movlw MensajeEscribaClave
    call LCD_Mensaje
    call LCD_Linea2
    bsf sM1ysM2

```

```

bsf      sM3
bsf      sVCj3
call     Retardo_2s      ;Cada 2 seg., revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Cada 2 seg., revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Tiempo=10 s. revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfsc   ContM0          ;por si se ha introducido la clave de desact.
goto    Modo0           ;Modo0 o el ModoI
btfsc   ContMI          ;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto    ModoI
call     Retardo_2s      ;T= 20seg., revisa el contador ContM0-MI

```



btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Cada 2 seg revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el Modo4
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Tiempo= 30 s, revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	
call	Retardo_2s	;Cada 2 seg. revisa el contador ContM0-MI
btfdc	ContM0	;por si se ha introducido la clave de desact.
goto	Modo0	;Modo0 o el ModoI
btfdc	ContMI	;después de 20 se puede cambiar el modo.
goto	ModoI	

```

    goto    ModoI
    call    Retardo_2s          ;Tiempo: 40 s revisa el contador ContM0-MI
    btfsc  ContM0              ;por si se ha introducido la clave de desact.
    goto    Modo0              ;Modo0 o el ModoI
    btfsc  ContMI              ;Entonces si no se ha introducido ninguna de las
    goto    ModoI              ;dos claves se activa la ALARMA.
    goto    AlarmaAct
;
AlarmaAct
    bsf    OutAlarmI
    goto    Principal
;
AlarmaGas
    bsf    OutAlarmG
    goto    Principal
;
AlarmaHumos
    bsf    OutAlarmH
    goto    Principal
;-----
;Subrutina InterrupcionTecleo-----
;-----
;
InterrupcionTecleo
    call    Tecleo_LeeHex      ;Obtiene el valor hexadecimal
                                ;de la tecla pulsada
;
;Según va introduciendo los dígitos de la clave, estos van siendo almacenados a partir
;de las posiciones RAM "Tecleado" mediante direccionamiento indirecto y ;utilizando
el FSR como apuntador. Por cada dígito leído en pantalla se visualiza un ;asterisco.
;
    movwf  INDF                ;Dígito en memoria con direc. indirecto
    movlw  '*'                 ;Muestra asterisco
    call   LCD_Caracter        ;en el LCD
    incf   FSR,F               ;Apunta a la próxima posición de RAM
    incf   ContCaracteres,F    ;Cuenta el número de teclas pulsadas
    movlw  NumDigito           ;Comprueba si ha introducido tantos dígitos
    subwf  ContCaracteres
    btfss  STATUS,C            ;¿Ha terminado de introducir caracteres?
    goto   FinInterrupcion     ;No, termina para leer el siguiente carácter
                                ;teclado (si se produce).
;
;Si ha llegado aquí es porque ha terminado de introducir el máximo de dígitos. Ahora
;procede a comprobar si la clave es correcta. Para ello va comparando cada uno de los
;dígitos almacenados en las posiciones RAM a partir de "ClaveTecleada" con el valor
;correcto de la clave almacenando en la posición ROM "ClaveSecreta".;Para acceder a
;las posiciones de memoria RAM a partir de "ClaveTecleada" utiliza direccionamiento

```

;indirecto siendo FSR el apuntador. Para acceder a memoria ROM "ClaveSecreta" se  
 ;utiliza direccionamiento indexado con el ;registro ContCaracteres como apuntador.

```

;
    call    LCD_Borra           ;Borra pantalla
    clrf   ContCaracteres      ;Lee el primer carácter almacenado en ROM
    movlw  ClaveTeclada        ;Apunta a la primera posición de RAM
    movwf  FSR                 ;guardado la clave tecleada
;
ComparaClaveM0
    movf   INDF,W              ;Lee la clave tecleada y guarda en W
    movwf  GuardaTecleado      ;De W a GuardaTecleado para compararla
    movf   ContCaracteres,W    ;Apunta el carácter de ROM a leer
    call   LeeclaveModo0       ;En W el carácter de la clave del Modo0
    subwf  GuardaTecleado      ;Se comparan
    btfss  STATUS,Z            ;Si Z=1 es porque son iguales
    goto   ComparaClaveM1     ;No, pues no es clave del Modo0
    incf   FSR,F               ;Apunta a la próxima posición de RAM
    incf   ContCaracteres,F    ;Apunta a la próxima posición de ROM
ComparaSiguiete0
    movf   INDF,W              ;Lee la clave tecleada y guarda en RAM
    movwf  GuardaTecleado      ;La guarda para compararla después
    movf   ContCaracteres,W    ;Apunta el carácter de ROM a leer
    call   LeeEscribaClave     ;En W el carácter de la clave del EscribaClave
    subwf  GuardaTecleado      ;Se comparan
    btfss  STATUS,Z            ;Si Z=1 es porque son iguales
    goto   ClaveIncorrecta     ;Si Z=1 es porque son iguales
    incf   FSR,F               ;Apunta a la próxima posición de RAM
    incf   ContCaracteres,F    ;Apunta a la próxima posición de ROM
    movlw  NumDigito           ;Comprueba si ha comparado tantos caracteres
    subwf  ContCaracteres,W    ;como longitud tiene la clave
    btfss  STATUS,C            ;¿Ha terminado de comparar caracteres?
    goto   ComparaSiguiete0    ;No, pues compara el siguiente carácter
    goto   PonerModo0         ;Clave correcta.
;
ComparaClaveM1
    movf   INDF,W              ;Lee la clave tecleada y guarda en W
    movwf  GuardaTecleado      ;De W a GuardaTecleado para compararla
    movf   ContCaracteres,W    ;Apunta el carácter de ROM a leer
    call   LeeclaveModo1       ;En W el carácter de la clave del Modo1
    subwf  GuardaTecleado      ;Se comparan
    btfss  STATUS,Z            ;Si Z=1 es porque son iguales
    goto   ComparaClaveM2     ;No, pues no es clave del Modo1
    incf   FSR,F               ;Apunta a la próxima posición de RAM
    incf   ContCaracteres,F    ;Apunta a la próxima posición de ROM
ComparaSiguiete1
    movf   INDF,W              ;Lee la clave tecleada y guarda en RAM
    movwf  GuardaTecleado      ;La guarda para compararla después
    movf   ContCaracteres,W    ;Apunta el carácter de ROM a leer

```

```

call    LeeEscribaClave      ;En W el carácter de la clave del EscribaClave
subwf   GuardaTecleado      ;Se comparan
btfss   STATUS,Z            ;Si Z=1 es porque son iguales
goto    ClaveIncorrecta
incf    FSR,F                ;Apunta a la próxima posición de RAM
incf    ContCaracteres,F    ;Apunta a la próxima posición de ROM
movlw   NumDigito           ;Comprueba si ha comparado tantos caracteres
subwf   ContCaracteres,W    ;como longitud tiene la clave
btfss   STATUS,C            ;¿Ha terminado de comparar caracteres?
goto    ComparaSiguiete1    ;No, pues compara el siguiente carácter
goto    PonerModo1         ;Clave correcta.
;
ComparaClaveM2
movf    INDF,W              ;Lee la clave tecleada y guarda en W
movwf   GuardaTecleado      ;De W a GuardaTecleado para compararla
movf    ContCaracteres,W    ;Apunta el carácter de ROM a leer
call    LeeclaveModo2       ;En W el carácter de la clave del Modo2
subwf   GuardaTecleado      ;Se comparan
btfss   STATUS,Z            ;Si Z=1 es porque son iguales
goto    ComparaClaveM2     ;No, pues no es clave del Modo2
incf    FSR,F                ;Apunta a la próxima posición de RAM
incf    ContCaracteres,F    ;Apunta a la próxima posición de ROM
ComparaSiguiete2
movf    INDF,W              ;Lee la clave tecleada y guarda en RAM
movwf   GuardaTecleado      ;La guarda para compararla después
movf    ContCaracteres,W    ;Apunta el carácter de ROM a leer
call    LeeEscribaClave     ;En W el carácter de la clave del EscribaClave
subwf   GuardaTecleado      ;Se comparan
btfss   STATUS,Z            ;Si Z=1 es porque son iguales
goto    ClaveIncorrecta
incf    FSR,F                ;Apunta a la próxima posición de RAM
incf    ContCaracteres,F    ;Apunta a la próxima posición de ROM
movlw   NumDigito           ;Comprueba si ha comparado tantos caracteres
subwf   ContCaracteres,W    ;como longitud tiene la clave
btfss   STATUS,C            ;¿Ha terminado de comparar caracteres?
goto    ComparaSiguiete2   ;No, pues compara el siguiente carácter
goto    PonerModo2         ;Clave correcta.
;
ComparaClaveM3
movf    INDF,W              ;Lee la clave tecleada y guarda en W
movwf   GuardaTecleado      ;De W a GuardaTecleado para compararla
movf    ContCaracteres,W    ;Apunta el carácter de ROM a leer
call    LeeclaveModo3       ;En W el carácter de la clave del Modo3
subwf   GuardaTecleado      ;Se comparan
btfss   STATUS,Z            ;Si Z=1 es porque son iguales
goto    ComparaClaveM3     ;No, pues no es clave del Modo1
incf    FSR,F                ;Apunta a la próxima posición de RAM
incf    ContCaracteres,F    ;Apunta a la próxima posición de ROM

```

### ComparaSiguiente3

```
movf   INDF,W           ;Lee la clave tecleada y guarda en RAM
movwf  GuardaTecleado  ;La guarda para compararla después
movf   ContCaracteres,W ;Apunta el carácter de ROM a leer
call   LeeEscribaClave ;En W el carácter de la clave del EscribaClave
subwf  GuardaTecleado  ;Se comparan
btfss  STATUS,Z        ;Si Z=1 es porque son iguales
goto   ClaveIncorrecta
incf   FSR,F           ;Apunta a la próxima posición de RAM
incf   ContCaracteres,F ;Apunta a la próxima posición de ROM
movlw  NumDigito       ;Comprueba si ha comparado tantos caracteres
subwf  ContCaracteres,W ;como longitud tiene la clave
btfss  STATUS,C        ;¿Ha terminado de comparar caracteres?
goto   ComparaSiguiete3 ;No, pues compara el siguiente carácter
goto   PonerModo3     ;Clave correcta.
```

;

### ComparaClaveM4

```
movf   INDF,W           ;Lee la clave tecleada y guarda en W
movwf  GuardaTecleado  ;De W a GuardaTecleado para compararla
movf   ContCaracteres,W ;Apunta el carácter de ROM a leer
call   LeeclaveModo4   ;En W el carácter de la clave del Modo4
subwf  GuardaTecleado  ;Se comparan
btfss  STATUS,Z        ;Si Z=1 es porque son iguales
goto   ComparaClaveMI ;No, pues no es clave del Modo4
incf   FSR,F           ;Apunta a la próxima posición de RAM
incf   ContCaracteres,F ;Apunta a la próxima posición de ROM
```

### ComparaSiguiente4

```
movf   INDF,W           ;Lee la clave tecleada y guarda en RAM
movwf  GuardaTecleado  ;La guarda para compararla después
movf   ContCaracteres,W ;Apunta el carácter de ROM a leer
call   LeeEscribaClave ;En W el carácter de la clave del EscribaClave
subwf  GuardaTecleado  ;Se comparan
btfss  STATUS,Z        ;Si Z=1 es porque son iguales
goto   ClaveIncorrecta
incf   FSR,F           ;Apunta a la próxima posición de RAM
incf   ContCaracteres,F ;Apunta a la próxima posición de ROM
movlw  NumDigito       ;Comprueba si ha comparado tantos caracteres
subwf  ContCaracteres,W ;como longitud tiene la clave
btfss  STATUS,C        ;¿Ha terminado de comparar caracteres?
goto   ComparaSiguiete4 ;No, pues compara el siguiente carácter
goto   PonerModo4     ;Clave correcta.
```

;

### ComparaClaveMI

```
movf   INDF,W           ;Lee la clave tecleada y guarda en RAM
movwf  GuardaTecleado  ;La guarda para compararla después
movf   ContCaracteres,W ;Apunta el carácter de ROM a leer
call   LeeclaveModoI   ;En W el carácter de la clave del Modo4
subwf  GuardaTecleado  ;Se comparan
```

```

    btfsc STATUS,Z           ;Si Z=1 es porque son iguales
    goto ClaveIncorrecta    ;No, pues es una Clave Incorrecta
    incf FSR,F              ;Apunta a la próxima posición de RAM
    incf ContCaracteres,F   ;Apunta a la próxima posición de ROM
    movlw NumDigito         ;Comprueba si ha comparado tantos caracteres
    subwf ContCaracteres,W  ;como longitud tiene la clave
    btfss STATUS,C          ;¿Ha terminado de comparar caracteres?
    goto ComparaClaveMI     ;No, pues compara el siguiente carácter
    goto PonerModoI         ;Clave correcta.
;
ClaveIncorrecta
    movlw MensajeClaveIncorrecta
    call LCD_Mensaje
    goto Retardo
;
PonerModo0
    bsf ContM0
    bcf ContM1
    bcf ContM2
    bcf ContM3
    bcf ContM4
    bcf ContMI
    movlw MensajeModo0
    call LCD_Mensaje
    goto Retardo
PonerModo1
    bcf ContM0
    bsf ContM1
    bcf ContM2
    bcf ContM3
    bcf ContM4
    bcf ContMI
    movlw MensajeModo1
    call LCD_Mensaje
    goto Retardo
PonerModo2
    bcf ContM0
    bcf ContM1
    bsf ContM2
    bcf ContM3
    bcf ContM4
    bcf ContMI
    movlw MensajeModo2
    call LCD_Mensaje
    goto Retardo
PonerModo3
    bcf ContM0
    bcf ContM1

```

```

        bcf     ContM2
        bsf     ContM3
        bcf     ContM4
        bcf     ContMI
        movlw  MensajeModo3
        call   LCD_Mensaje
        goto   Retardo
PonerModo4
        bcf     ContM0
        bcf     ContM1
        bcf     ContM2
        bsf     ContM3
        bcf     ContM4
        bcf     ContMI
        movlw  MensajeModo4
        call   LCD_Mensaje
        goto   Retardo
PonerModoI
        bcf     ContM0
        bcf     ContM1
        bcf     ContM2
        bcf     ContM3
        bcf     ContM4
        bsf     ContMI
        movlw  MensajeModoI
        call   LCD_Mensaje
        goto   Retardo
;
Retardo
        call   Retardo_2s
InicializaInterrupcion
        clrf   ContCaracteres      ;Inicializa este contador
        movlw  ClaveTecleada       ;FSR apunta a la primera dirección de la RAM
        movwf  FSR                 ;donde se va almacenar la clave tecleada
        call   LCD_Borra           ;Borra la pantalla
        movlw  MensajeCambiarModo  ;Mensaje para introducir Modo al encender la
        call   LCD_Mensaje         ;alarma.
        call   LCD_Linea2         ;Los asteriscos se visualizan en la segunda línea
FinInterrupcion
        call   Teclado_DejePulsar
        bcf   INTCON,RBIF
        retfie
;
        CBLOCK
        ClaveTecleada
        ENDC

        END

```

### 3. PROGRAMACIÓN DE LOS PERIFÉRICOS

#### 3.1. TECLADO MATRICIAL 4X4 CON EL PIC 16F877: USO Y CÓDIGO

Un teclado matricial es un simple arreglo de botones conectados en filas y columnas, de modo que se pueden leer varios botones con el mínimo número de pines requeridos. Un teclado matricial 4×4 solamente ocupa 4 líneas de un puerto para las filas y otras 4 líneas para las columnas, de este modo se pueden leer 16 teclas utilizando solamente 8 líneas de un microcontrolador. Si asumimos que todas las columnas y filas inicialmente están en alto (1 lógico), la pulsación de un botón se puede detectar al poner cada fila a en bajo (0 lógico) y chequear cada columna en busca de un cero, si ninguna columna está en bajo entonces el 0 de las filas se recorre hacia la siguiente y así secuencialmente.

Un modo simple de detectar la tecla presionada es incrementar una variable con la cuenta de las teclas revisadas, de este modo al detectar una pulsación el valor de la cuenta será el valor de la tecla presionada. Si al final no se presionó ninguna tecla la variable se pone a cero y la cuenta vuelve a comenzar. El puerto B del microcontrolador 16F877 viene preparado especialmente para el control de un teclado matricial 4×4. Para tener siempre un valor de 1 lógico en las columnas del teclado (parte alta del puerto B del PIC) es necesario conectar resistencias de pull-up, sin embargo el puerto B cuenta con resistencias de pull-up integradas, de ese modo es posible trabajar con un teclado matricial sin necesidad de ningún componente externo.

Las resistencias de pull-up del puerto B se habilitan poniendo en 0 el bit NOT\_RBPU del registro OPTION\_REG. Al método aquí expuesto para detectar la pulsación de una tecla en un teclado matricial se le conoce como muestreo secuencial.

Mostramos la subrutina utilizada para el manejo del teclado incluido en el programa principal, a través, de INCLUDE<TECLADO.INC>:

; Los números que se han dibujado dentro de cada cuadrado son el orden de las  
;teclas que no tienen por qué coincidir con lo serigrafiado sobre ellas. El paso del  
;número de orden de la tecla al valor que hay serigrafiado sobre la misma se hace  
;con una tabla de conversión.



```

; ZONA DE DATOS
*****
;
; CBLOCK
; Tecl_TeclaOrden          ; Orden de la tecla a chequear.
; Caracter_Hex
; ENDC
Tecl_UltimaTeclaEQU  d'15'      ; Valor de orden de la última tecla
;                               ; utilizada.

; Subrutina "Teclado_LeeHex"
*****
;
; Cada tecla tiene asignado un número de orden que es contabilizado en la variable
; Tecl_TeclaOrden. Para convertir a su valor según el tipo de teclado en concreto
; se utiliza una tabla de conversión.
; A continuación se expone la relación entre el número de orden de la tecla y los
; valores correspondientes para el teclado hexadecimal utilizado.
;
; ORDEN DE TECLA:          TECLADO HEX. UTILIZADO:
;   0 1 2 3                1 2 3 A
;   4 5 6 7                4 5 6 B
;   8 9 10 11              7 8 9 C
;  12 13 14 15            E 0 F D
;
; Así, en este ejemplo, la tecla "7" ocupa el orden 8, la tecla "F" ocupa el orden 14
; y la tecla "9" el orden 10.
; Si cambia el teclado también hay cambiar de tabla de conversión.
;
; Entrada: En (W) el orden de la tecla pulsada.
; Salida:  En (W) el valor hexadecimal para este teclado concreto.
;

ORG 0x00E0

Tecl_ConvierteOrdenEnHex          ; Según el teclado utilizado resulta:
    addwf PCL,F
    DT 1h,2h,3h,0Ah              ; Primera fila del teclado.
    DT 4h,5h,6h,0Bh              ; Segunda fila del teclado
    DT 7h,8h,9h,0Ch              ; Tercera fila del teclado.
    DT 0Eh,0h,0Fh,0Dh            ; Cuarta fila del teclado.
Teclado_FinTablaHex
;
; ORG 0x0750
Teclado_LeeHex
    call Teclado_LeeOrdenTecla    ; Lee el Orden de la tecla pulsada.
    btfs STATUS,C                 ; ¿Pulsa alguna tecla?, ¿C=1?
    goto Tecl_FinLeeHex           ; No, por tanto sale.

```

```

    call    Tecl_ConvierteOrdenEnHex    ; Lo convierte en su valor real mediante
    movwf  Caracter_Hex                ; tabla.
    call    Teclado_EsperaDejePulsar
    bsf    STATUS,C                    ; Vuelve a posicionar el Carry, porque
Tecl_FinLeeHex                        ; la instrucción "addwf PCL,F" lo pone
    Return                              ; a "0".
;
; Esta tabla se sitúa al principio de la librería con el propósito de que no supere la
; posición 0FFh de memoria ROM de programa. De todas formas, en caso que así
; fuera visualizaría el siguiente mensaje de error en el proceso de ensamblado:
;
IF (Teclado_FinTablaHex > 0xFFF)
    ERROR    "Atención: La tabla ha superado el tamaño de la página
             de los"
    MESSG    "primeros 256 bytes de memoria ROM. NO funcionará
             correctamente."
ENDIF
;
; Subrutina "Teclado_Inicializa" -----
;
; Esta subrutina configura las líneas del Puerto B según la conexión del teclado
; realizada y comprueba que no hay pulsada tecla alguna al principio.
;
Teclado_Inicializa
    bsf    STATUS,RP0                ; Configura las líneas del puerto:
    movlw  b'11110000'              ; <RB7:RB4> entradas, <RB3:RB0> salidas
    movwf  PORTB
    bcf    STATUS,RP0                ; Acceso al banco
    return
; Subrutina "Teclado_EsperaDejePulsar" -----
;
; Permanece en esta subrutina mientras siga pulsada la tecla.
;
Teclado_Comprobacion EQU  b'11110000'
Teclado_EsperaDejePulsar
    movlw  Teclado_Comprobacion      ; Pone a cero las cuatro líneas de salida
    movwf  PORTB                    ; del Puerto B.
Teclado_SigueEsperando
    call   Retardo_20ms              ; Espera a que se estabilicen los niveles
    movf   PORTB,W                  ; de tensión. Movf lee el Puerto B
    sublw  Teclado_Comprobacion      ; Si es lo mismo que escribió es que ya
    btfss  STATUS,Z                 ; no pulsa tecla alguna.
    goto   Teclado_SigueEsperando
    return
;
; Subrutina "Teclado_LeeOrdenTecla" -----
; Lee el teclado, obteniendo el orden de la tecla pulsada.
;

```

; Salida: En (W) el número de orden de la tecla pulsada. Además Carry se pone a ;"1" si se pulsa una tecla ó a "0" si no se pulsa tecla alguna.

;

Teclado\_LeeOrdenTecla:

    clrf    Tecl\_TeclaOrden                  ; Todavía no ha empezado a chequear el  
    movlw  b'11111110'                      ; teclado. Va a chequear primera fila.

Tecl\_ChequeaFila                          ; (Ver esquema de conexión).

    movwf  PORTB                            ; Activa la fila correspondiente.

    call   Retardo\_1ms                      ; Espera a que se estabilicen los niveles  
  ; de tensión.

Tecl\_Columna1

    btfss  PORTB,4                          ; Chequea la 1ª columna buscando un 0

    goto   Tecl\_GuardaValor                ; Sí, es cero: guarda su valor y sale.

    incf   Tecl\_TeclaOrden,F               ; Va a chequear la siguiente tecla.

Tecl\_Columna2                              ; Repite proceso para las siguientes

    btfss  PORTB,5                          ; columnas.

    goto   Tecl\_GuardaValor

    incf   Tecl\_TeclaOrden,F

Tecl\_Columna3

    btfss  PORTB,6

    goto   Tecl\_GuardaValor

    incf   Tecl\_TeclaOrden,F

Tecl\_Columna4

    btfss  PORTB,7

    goto   Tecl\_GuardaValor

    incf   Tecl\_TeclaOrden,F

;

; Comprueba si ha chequeado la última tecla, en cuyo caso sale. Para ello testea si ; el contenido del registro Tecl\_TeclaOrden es igual al número de teclas del ; teclado.

;

Tecl\_TerminaColumnas

    movlw  Tecl\_UltimaTecla                ; (W) = (Tecl\_TeclaOrden)-

    subwf  Tecl\_TeclaOrden,W               ; -Tecl\_UltimaTecla.

    btfsc  STATUS,C                        ; ¿C=0?, ¿(W) negativo?,

  ; ¿(Tecl\_TeclaOrden)<15?

    goto   Tecl\_NoPulsada                  ; No, se ha llegado al final del chequeo.

    bsf   STATUS,C                          ; Sí. Va a chequear la siguiente fila.

    rlf   PORTB,W                          ; Apunta a la siguiente fila.

    goto   Tecl\_ChequeaFila

Tecl\_NoPulsada

    bcf   STATUS,C                          ; Posiciona C=0, indicando que no ha

    goto   Tecl\_FinTecladoLee             ; pulsado tecla alguna y sale.

Tecl\_GuardaValor

    movf  Tecl\_TeclaOrden,W                ; El orden de la tecla pulsada en (W) y

    bsf   STATUS,C                          ; sale. Como hay tecla tecla pulsada,

Tecl\_FinTecladoLee                       ; pone C=1.

    return                                  ;termina y vuelve.

### 3.2. PANTALLA LCD CFAH1602Z CON EL PIC 16F877: USO Y CÓDIGO

Las pantalla de cristal líquido o display LCD para mensajes tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica. La pantalla consta de una matriz de caracteres distribuidos de una, dos, tres o cuatro líneas de 16 hasta 40 caracteres cada línea. El proceso de visualización es gobernado por un microcontrolador incorporado a la pantalla.

Distintos fabricantes ofrecen multitud de versiones de visualizadores de cristal líquido. El modelo utilizado es el CFAH1602Z-YYH-ET, que es un módulo LCD de dos líneas de 16 caracteres cada una. Su fácil manejo lo hace ideal para dispositivos que necesitan una capacidad de visualización pequeña o media. Las características generales de un módulo CFAH1602Z-YYH-ET son:

- Consumo muy reducido, del orden de 6mw.
- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres japoneses Kanji, caracteres griegos y símbolos matemáticos.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o a la derecha.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla, visualizándose 16 caracteres por línea.
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar ocho caracteres.
- Pueden ser gobernados de dos formas principales:
  - Conexión con bus de 4 bits.
  - Conexión con bus de 8 bits.

A continuación, la subrutina de manejo de dicho dispositivo electrónico; que hemos incluido en nuestro programa principal, a través de la librería <LCD\_4BITS.INC>:

```
;  
;***** Librería "LCD_4BIT.INC"*****  
;  
; Estas subrutinas permiten realizar las tareas básicas de control de un módulo  
; LCD de 2 líneas por 16 caracteres, compatible con el modelo CFAH1602Z-  
; YYH-ET.  
;  
; El visualizador LCD está conectado al Puerto B del PIC mediante un bus  
; de 4 bits. Las conexiones son:  
;  
; -Las 4 líneas superiores del módulo LCD, pines <DB7:DB4> se conectan  
; a las 4 líneas superiores del Puerto B del PIC, pines <RB7:RB4>.  
;
```

```

; - Pin RS del LCD a la línea RA0 del PIC.
;
; - Pin R/W del LCD a la línea RA1 del PIC, o a masa.
;
; - Pin Enable del LCD a la línea RA2 del PIC.
;
; Se utilizan llamadas a subrutinas de retardo de tiempo localizadas en la
; librería RETARDOS.INC.
;
; ZONA DE DATOS
;*****

```

```

CBLOCK
LCD_Dato
LCD_GuardaDato
LCD_GuardaTRISD
LCD_Auxiliar1
LCD_Auxiliar2
ENDC

```

```

LCD_CaracteresPorLinea EQU .16 ; Número de caracteres por
; línea de la pantalla.

```

```

#DEFINELCD_PinRS PORTA,0
#DEFINELCD_PinEnable PORTA,2
#DEFINELCD_DB7 PORTB,7
#DEFINELCD_DB6 PORTB,6
#DEFINELCD_DB5 PORTB,5
#DEFINELCD_DB4 PORTB,4

```

```

; Subrutina "LCD_Inicializa" -----
;

```

```

; Inicialización del módulo LCD: Configura funciones del LCD, produce
; reset por software, borra memoria y enciende pantalla. El fabricante
; especifica que para garantizar la configuración inicial hay que hacerla
; como sigue:
;

```

```

LCD_Inicializa
    bsf STATUS,RP0 ; Configura las líneas
    bcf LCD_PinRS ; conectadas al pines
    bcf LCD_PinEnable ; RS,R/W y E.
    bcf STATUS,RP0
    bcf LCD_PinEnable ; que se va a escribir en el.
    bcf LCD_PinRS ; LCD impide funcionamiento
; el Modo Comando poniendo
; RS=0. del LCD poniendo
    call Retardo_20ms

```

```

movlw b'00110000'           ; E=0Activa
call  LCD_EscribeLCD        ; Escribe el dato en el LCD.
call  Retardo_5ms
movlw b'00110000'
call  LCD_EscribeLCD
call  Retardo_200micros
movlw b'00110000'
call  LCD_EscribeLCD
call  Retardo_20micros      ; Este retardo es necesario para simular
                             ; Interface de 4 bits.
movlw b'00100000'
call  LCD_EscribeLCD
call  Retardo_20micros      ; Este retardo es necesario para simular
                             ; Ahora configura el resto de los
                             ; parámetros.
call  LCD_2Lineas4Bits5x7   ; LCD de 2 líneas y caracteres de 5x7
call  LCD_Borra              ; puntos. Pantalla encendida y limpia.
call  LCD_CursorOFF         ; Cursor A la línea 1. Cursor apagado.
call  LCD_CursorIncr        ; Cursor en modo incrementar.
return

```

```

; Subrutina "LCD_EscribeLCD" -----
;
; Envía el dato del registro W al bus de dato y produce un pequeño pulso en el pin
; Enable del LCD. Para no alterar el contenido de las líneas de la parte baja del
; Puerto D que no son utilizadas para el LCD (pines RD3:RD0), primero se lee
; estas líneas y después se vuelve a enviar este dato sin cambiarlo.

```

#### LCD\_EscribeLCD

```

andlw b'11110000'           ; Se queda con el nibble alto del dato
movwf LCD_Dato              ; es el que hay que enviar y lo guarda
movf  LCD_BusDatos,W        ; Lee la información actual de la parte
andlw b'00001111'          ; baja del Puerto D, que no se debe
iorwf LCD_Dato,F            ; alterar. Enviará la parte alta del dato
                             ; de entrada y en la parte baja lo que
                             ; había antes.
bsf   STATUS,RP0           ; Acceso al Banco 1.
movf  TRISD,W              ; Guarda la configuración que tenía
movwf LCD_GuardaTRISB      ; antes TRISD.
movlw b'00001111'          ; Las 4 líneas inferiores del Puerto D se
andwf PORTB,F              ; dejan igual y las otras 4 como salida.
bcf   STATUS,RP0           ; Acceso al Banco 0.
movf  LCD_Dato,W           ; Recupera el dato a enviar.
movwf LCD_BusDatos         ; Envía el dato al módulo LCD.
bsf   LCD_PinEnable        ; Permite funcionamiento del LCD
bcf   LCD_PinEnable        ; mediante un pequeño pulso y termina
                             ; impidiendo el funcionamto. del LCD.
bsf   STATUS,RP0           ; Acceso al Banco 1. Restaura el
movf  LCD_GuardaTRISD,W    ; antiguo valor en la configuración del

```

```

movwf TRISB                ; Puerto B.
bcf STATUS,RP0             ; Acceso al Banco 0.
return
;

; Subrutinas variadas para el control del módulo LCD -----
;
; Los comandos que pueden ser ejecutados son:
;
LCD_CursorIncr              ; Cursor en modo incrementar.
    movlw b'00000110'
    goto LCD_EnviaComando
LCD_Linea1                   ; Cursor al principio de la Línea 1.
    movlw b'10000000'      ; Dirección 00h de la DDRAM
    goto LCD_EnviaComando
LCD_Linea2                   ; Cursor al principio de la Línea 2.
    movlw b'11000000'      ; Dirección 40h de la DDRAM
    goto LCD_EnviaComando
LCD_Linea3                   ; Cursor al principio de la Línea 3
    movlw b'10010100'      ; Dirección 14h de la DDRAM
    goto LCD_EnviaComando
LCD_Linea4                   ; Cursor al principio de la Línea 4
    movlw b'11010100'      ; Dirección 54h de la DDRAM
    goto LCD_EnviaComando
LCD_PosicionLinea1          ; Cursor a posición de la Línea 1, a
    iorlw b'10000000'      ; partir de la dirección 00h de la
    goto LCD_EnviaComando  ; DDRAM más el valor del registro W.
LCD_PosicionLinea2          ; Cursor a posición de la Línea 2, a
    iorlw b'11000000'      ; partir de la dirección 40h de la
    goto LCD_EnviaComando  ; DDRAM más el valor del registro W.
LCD_OFF                      ; Pantalla apagada.
    movlw b'00001000'
    goto LCD_EnviaComando
LCD_CursorON                 ; Pantalla y cursor encendido.
    movlw b'00001110'
    goto LCD_EnviaComando
LCD_CursorOFF               ; Pantalla encendida y cursor apagado.
    movlw b'00001100'
    goto LCD_EnviaComando
LCD_Borra                    ; Borra toda la pantalla, memoria
    movlw b'00000001'      ; DDRAM y pone el cursor a principio
    goto LCD_EnviaComando  ; de la línea 1.
LCD_2Lineas4Bits5x7         ; Define la pantalla de 2 líneas, con
    movlw b'00101000'      ; caracteres de 5x7 puntos y conexión al
    goto LCD_EnviaComando  ; PIC mediante bus de 4 bits.
;
;
; Subrutinas "LCD_EnviaComando" y "LCD_Caracter" -----

```

```

;
; "LCD_EnviaComando". Escribe un comando en el registro del módulo LCD. La
; palabra de comando ha sido entregada a través del registro W. Trabaja en Modo
; Comando. "LCD_Character". Escribe en la memoria DDRAM del LCD el
; carácter ASCII
; introducido a a través del registro W. Trabaja en Modo Dato.
;
LCD_EnviaComando
    bcf    LCD_PinRS                ; Activa el Modo Comando, poniendo
    goto  LCD_Envia                ; RS=0.
LCD_Character
    bsf    LCD_PinRS                ; Activa el "Modo Dato", RS=1.
    call   LCD_CodigoCGROM          ; Obtiene el código para correcta
LCD_Envia                                ; visualización.
    movwf LCD_GuardaDato            ; Guarda el dato a enviar.
    call   LCD_EscribeLCD           ; Primero envía el nibble alto.
    swapf LCD_GuardaDato,W          ; Ahora envía el nibble bajo. Para ello
                                        ; pasa el nibble bajo del dato a enviar a
                                        ; parte alta del byte.
    call   LCD_EscribeLCD           ; Se envía al visualizador LCD.
    btfss LCD_PinRS                ; Debe garantizar una correcta escritura
    call   Retardo_2ms              ; manteniendo 2 ms en modo comando
    call   Retardo_50micros         ; y 50 µs en modo carácter.
    return
;
; Subrutina "LCD_CodigoCGROM" -----
;
; A partir del carácter ASCII número 127 los códigos de los caracteres definidos
; en la tabla CGROM del LCD no coinciden con los códigos ASCII. Así por
; ejemplo, el código ASCII de la "Ñ" en la tabla CGRAM del LCD es EEh.
;
; Esta subrutina convierte los códigos ASCII de la "Ñ", "º" y otros, a códigos
; CGROM para que puedan ser visualizado en el módulo LCD.
;
; Entrada: En (W) el código ASCII del carácter que se desea visualizar.
; Salida:  En (W) el código definido en la tabla CGROM.
;
;
LCD_CodigoCGROM
    movwf LCD_Dato                ; Guarda el valor del carácter y
LCD_EnheMinuscula                        ; comprueba si es un carácter especial.
    sublw 'ñ'                      ; ¿Es la "ñ"?
    btfss STATUS,Z
    goto  LCD_EnheMayuscula        ; No es "ñ".
    movlw b'11101110'              ; Código CGROM de la "ñ".
    movwf LCD_Dato
    goto  LCD_FinCGROM
LCD_EnheMayuscula

```



```

movf LCD_Dato,W ; Recupera el código ASCII de entrada.
sublw 'Ñ' ; ¿Es la "Ñ"?
btfss STATUS,Z
goto LCD_Grado ; No es "Ñ".
movlw b'11101110' ; Código CGROM de la "ñ". (No hay
movwf LCD_Dato ; símbolo para la "Ñ" mayúscula ).
goto LCD_FinCGROM
LCD_Grado
movf LCD_Dato,W ; Recupera el código ASCII de entrada.
sublw 'o' ; ¿Es el símbolo "o"?
btfss STATUS,Z
goto LCD_FinCGROM ; No es "o".
movlw b'11011111' ; Código CGROM del símbolo "o".
movwf LCD_Dato
LCD_FinCGROM
movf LCD_Dato,W ; En (W) el código buscado.
return

```

```

; Subrutina "LCD_DosEspaciosBlancos" y "LCD_LineaBlanco" -----
;
; Visualiza espacios en blanco.

```

```

LCD_LineaEnBlanco
movlw LCD_CaracteresPorLinea
goto LCD_EnviaBlancos
LCD_UnEspacioBlanco
movlw .1
goto LCD_EnviaBlancos
LCD_DosEspaciosBlancos
movlw .2
goto LCD_EnviaBlancos
LCD_TresEspaciosBlancos
movlw .3
LCD_EnviaBlancos
movwf LCD_Auxiliar1 ; (LCD_Auxiliar1) se utiliza como
LCD_EnviaOtroBlanco ; contador.
movlw ' ' ; Esto es un espacio en blanco.
call LCD_Caracter ; Visualiza tanto espacios en blanco
decfsz LCD_Auxiliar1,F ; como se haya cargado en
goto LCD_EnviaOtroBlanco ; (LCD_Auxiliar1).
return

```

```

; Subrutinas "LCD_ByteCompleto" y "LCD_Byte" -----
;
; Subrutina "LCD_ByteCompleto", visualiza el byte que almacena el registro W
; en el lugar actual de la pantalla. Por ejemplo, si (W)=b'10101110' visualiza
; "AE".
; Subrutina "LCD_Byte" igual que la anterior, pero en caso de que el nibble alto

```

```

; sea cero visualiza en su lugar un espacio en blanco. Por ejemplo si
; (W)=b'10101110' visualiza "AE" y si (W)=b'00001110', visualiza " E" (un
; espacio blanco delante).
;
; Utilizan la subrutina "LCD_Nibble" que se analiza más adelante.
;
LCD_Byte
    movwf LCD_Auxiliar2           ; Guarda el valor de entrada.
    andlw  b'11110000'           ; Analiza si el nibble alto es cero.
    btfss  STATUS,Z              ; Si es cero lo apaga.
    goto   LCD_VisualizaAlto     ; No es cero y lo visualiza.
    movlw  ' '                   ; Visualiza un espacio en blanco.
    call   LCD_Caracter
    goto   LCD_VisualizaBajo
;
LCD_ByteCompleto
    movwf LCD_Auxiliar2           ; Guarda el valor de entrada.
LCD_VisualizaAlto
    swapf  LCD_Auxiliar2,W       ; Pone el nibble alto en la parte baja.
    call   LCD_Nibble            ; Lo visualiza.
LCD_VisualizaBajo
    movf   LCD_Auxiliar2,W       ; Repite el proceso con el nibble bajo.
; call   LCD_Nibble            ; Lo visualiza.
; return
;
; Subrutina "LCD_Nibble" -----
;
; Visualiza en el lugar actual de la pantalla, el valor hexadecimal que almacena en
; el nibble
; bajo del registro W. El nibble alto de W no es tenido en cuenta. Ejemplos:
; - Si (W)=b'01010110', se visualizará "6".
; - Si (W)=b'10101110', se visualizará "E".
;
LCD_Nibble
    andlw  b'00001111'           ; Se queda con la parte baja.
    movwf  LCD_Auxiliar1         ; Lo guarda.
    sublw  0x09                  ; Comprueba si hay que representarlo
    btfss  STATUS,C              ; con letra.
    goto   LCD_EnviaByteLetra
    movf   LCD_Auxiliar1,W
    addlw  '0'                   ; El número se pasa a carácter ASCII
    goto   LCD_FinVisualizaDigito ; sumándole el ASCII del cero y lo
LCD_EnviaByteLetra                ; visualiza.
    movf   LCD_Auxiliar1,W
    addlw  'A'-0x0A              ; Sí, le sumamos el ASCII de la 'A'.
LCD_FinVisualizaDigito
    goto   LCD_Caracter          ; Y visualiza el carácter. Se hace con un
; "goto" para no sobrecargar la pila.

```

### 3.3.RETARDOS

```
***** Librería "RETARDOS.INC"*****
;
; Librería con múltiples subrutinas de retardos, desde 4 microsegundos hasta 20
; segundos. Además se pueden implementar otras subrutinas muy fácilmente.
; Se han calculado para un sistema microcontrolador con un PIC trabajando con
; un cristal ; de cuarzo a 4 MHz. Como cada ciclo máquina son 4 ciclos de reloj,
; resulta que cada ciclo máquina tarda  $4 \times 1/4\text{MHz} = 1 \mu\text{s}$ .
;
; En los comentarios, "cm" significa "ciclos máquina".
;
; ZONA DE DATOS
*****

CBLOCK
R_ContA ; Contadores para los retardos.
R_ContB
R_ContC
ENDC
;
; RETARDOS de 4 hasta 10 microsegundos -----
;
; A continuación, retardos pequeños que, para una frecuencia de 4 MHZ,
; la llamada a subrutina "call" tarda 2 ciclos máquina, el retorno de subrutina
; "return" toma otros 2 ciclos máquina y cada instrucción "nop" tarda 1 ciclo máq.
;
Retardo_10micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos
máquina.
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
Retardo_5micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
Retardo_4micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos
return ; El salto del retorno aporta 2 ciclos
;máquina.

;
; RETARDOS de 20 hasta 500 microsegundos -----
;
Retardo_500micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
movlw d'164' ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
```

```

; valor de "K".
goto RetardoMicros ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_200micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos máq.
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
movlw d'64' ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
; valor de "K".

goto RetardoMicros ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_100micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
movlw d'31' ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
; valor de "K".

goto RetardoMicros ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_50micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos maq.
nop ; Aporta 1 ciclo máquina.
movlw d'14' ; Aporta 1 ciclo máquina.
goto RetardoMicros ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_20micros ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
movlw d'5' ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
; valor de "K".

;
; El próximo bloque "RetardoMicros" tarda:
;  $1 + (K-1) + 2 + (K-1) \times 2 + 2 = (2 + 3K)$  ciclos máquina.
;
RetardoMicros
movwf R_ContA ; Aporta 1 ciclo máquina.
Rmicros_Bucle
decfsz R_ContA,F ; (K-1)x1 cm (cuando no salta) + 2 cm
goto Rmicros_Bucle ; Aporta (K-1)x2 ciclos máquina.
return ; El salto del retorno aporta 2 ciclos
;
; En total estas subrutinas tardan:
; - Retardo_500micros:  $2 + 1 + 1 + 2 + (2 + 3K) = 500$  cm = 500  $\mu$ s. (para
; K=164 y 4 MHz).
; - Retardo_200micros:  $2 + 1 + 1 + 2 + (2 + 3K) = 200$  cm = 200  $\mu$ s. (para K=
; 64 y 4 MHz).
; - Retardo_100micros:  $2 + 1 + 1 + 2 + (2 + 3K) = 100$  cm = 100  $\mu$ s. (para K= 31
; y 4 MHz).
; - Retardo_50micros :  $2 + 1 + 1 + 2 + (2 + 3K) = 50$  cm = 50  $\mu$ s. (para K= 14
; y 4 MHz).
; - Retardo_20micros :  $2 + 1 + 1 + (2 + 3K) = 20$  cm = 20  $\mu$ s. (para K= 5 y 4
; MHz).
;
; RETARDOS de 1 ms hasta 200 ms. -----
;
Retardo_200ms ; La llamada "call" aporta 2 ciclos
movlw d'200' ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
valor de "M".
goto Retardos_ms ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_100ms ; La llamada "call" aporta 2 ciclos

```

```

    movlw d'100'           ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
valor de "M".
    goto Retardos_ms      ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_50ms             ; La llamada "call" aporta 2 ciclos
    movlw d'50'           ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
valor de "M".
    goto Retardos_ms      ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_20ms            ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'20'           ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
; valor de "M".
    goto Retardos_ms      ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_10ms            ; La llamada "call" aporta 2 ciclos maq.
    movlw d'10'           ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
; valor de "M".
    goto Retardos_ms      ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_5ms             ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'5'            ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
; valor de "M".
    goto Retardos_ms      ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_2ms             ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'2'            ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
valor de "M".
    goto Retardos_ms      ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_1ms             ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'1'            ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
; valor de "M".
;
; El próximo bloque "Retardos_ms" tarda:
;  $1 + M + M + KxM + (K-1)xM + Mx2 + (K-1)Mx2 + (M-1) + 2 + (M-1)x2 + 2 =$ 
;  $= (2 + 4M + 4KM)$  ciclos máquina. Para  $K=249$  y  $M=1$  supone 1002 ciclos
; máquina que a 4 MHz son  $1002 \mu s = 1 ms$ .
;
Retardos_ms
    movwf R_ContB         ; Aporta 1 ciclo máquina.
R1ms_BucleExterno
    movlw d'249'          ; Aporta  $Mx1$  ciclos máquina. Este es el
; valor de "K".
    movwf R_ContA         ; Aporta  $Mx1$  ciclos máquina.
R1ms_BucleInterno
    nop                   ; Aporta  $KxMx1$  ciclos máquina.
    decfsz R_ContA,F      ;  $(K-1)xMx1$  cm (cuando no salta) +
Mx2 cm (al saltar).
    goto R1ms_BucleInterno ; Aporta  $(K-1)xMx2$  ciclos máquina.
    decfsz R_ContB,F      ;  $(M-1)x1$  cm (cuando no salta) + 2 cm
; (al saltar).
    goto R1ms_BucleExterno ; Aporta  $(M-1)x2$  ciclos máquina.
    return                ; El salto del retorno aporta 2 ciclos
; máquina.

```

```

;
;En total estas subrutinas tardan:
; - Retardo_200ms:      2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 200007 cm = 200 ms.
;(M=200 y K=249).
; - Retardo_100ms:     2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 100007 cm = 100 ms.
;(M=100 y K=249).
; - Retardo_50ms :     2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 50007 cm = 50 ms.
;(M= 50 y K=249).
; - Retardo_20ms :     2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 20007 cm = 20 ms.
;(M= 20 y K=249).
; - Retardo_10ms :     2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 10007 cm = 10 ms.
;(M= 10 y K=249).
; - Retardo_5ms :      2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 5007 cm = 5 ms. (M= 5 y
;K=249).
; - Retardo_2ms :      2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 2007 cm = 2 ms. (M= 2 y
;K=249).
; - Retardo_1ms :      2 + 1 + 2 + (2 + 4M + 4KM) = 1005 cm = 1 ms. (M= 1 y
;K=249).
;
; RETARDOS de 0.5 hasta 20 segundos -----
;
Retardo_20s                ; La llamada "call" aporta 2 ciclos
                           ; máquina.
    movlw d'200'           ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
                           ; valor de "N".
    goto Retardo_1Decima   ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_10s                ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'100'           ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
                           ; valor de "N".
    goto Retardo_1Decima   ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_5s                 ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'50'            ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
                           ; valor de "N".
    goto Retardo_1Decima   ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_2s                 ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'20'            ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
                           ; valor de "N".
    goto Retardo_1Decima   ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_1s                 ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'10'            ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
                           ; valor de "N".
    goto Retardo_1Decima   ; Aporta 2 ciclos máquina.
Retardo_500ms              ; La llamada "call" aporta 2 ciclos.
    movlw d'5'             ; Aporta 1 ciclo máquina. Este es el
                           ; valor de "N".
;
; El próximo bloque "Retardo_1Decima" tarda:
; 1 + N + N + MxN + MxN + KxMxN + (K-1)xMxN + MxNx2 + (K-1)xMxNx2

```

; + (M-1)xN + Nx2 + (M-1)xNx2 + (N-1) + 2 + (N-1)x2 + 2 =  
 ; = (2 + 4M + 4MN + 4KM) ciclos máquina. Para K=249, M=100 y N=1 supone  
 ; 100011 ciclos máquina que a 4 MHz son 100011  $\mu$ s = 100 ms = 0,1 s = 1 décima  
 ; de segundo.

```

;
Retardo_1Decima
    movwf R_ContC                ; Aporta 1 ciclo máquina.
R1Decima_BucleExterno2
    movlw d'100'                ; Aporta Nx1 ciclos máquina. Este es el
                                ; valor de "M".
    movwf R_ContB                ; Aporta Nx1 ciclos máquina.
R1Decima_BucleExterno
    movlw d'249'                ; Aporta MxNx1 ciclos máquina. Este
                                ; es el valor de "K".
    movwf R_ContA                ; Aporta MxNx1 ciclos máquina.
R1Decima_BucleInterno
    nop                          ; Aporta KxMxNx1 ciclos máquina.
    decfsz R_ContA,F            ; (K-1)xMxNx1 cm (si no salta) +
                                ; MxNx2 cm (al saltar).
    goto R1Decima_BucleInterno ; Aporta (K-1)xMxNx2 ciclos máquina.
    decfsz R_ContB,F            ; (M-1)xNx1 cm (cuando no salta) +
                                ; Nx2 cm (al saltar).
    goto R1Decima_BucleExterno ; Aporta (M-1)xNx2 ciclos máquina.
    decfsz R_ContC,F            ; (N-1)x1 cm (cuando no salta) + 2 cm
                                ; (al saltar).
    goto R1Decima_BucleExterno2 ; Aporta (N-1)x2 ciclos máquina.
    return                       ; El salto del retorno aporta 2 ciclos
                                ; máquina.
;

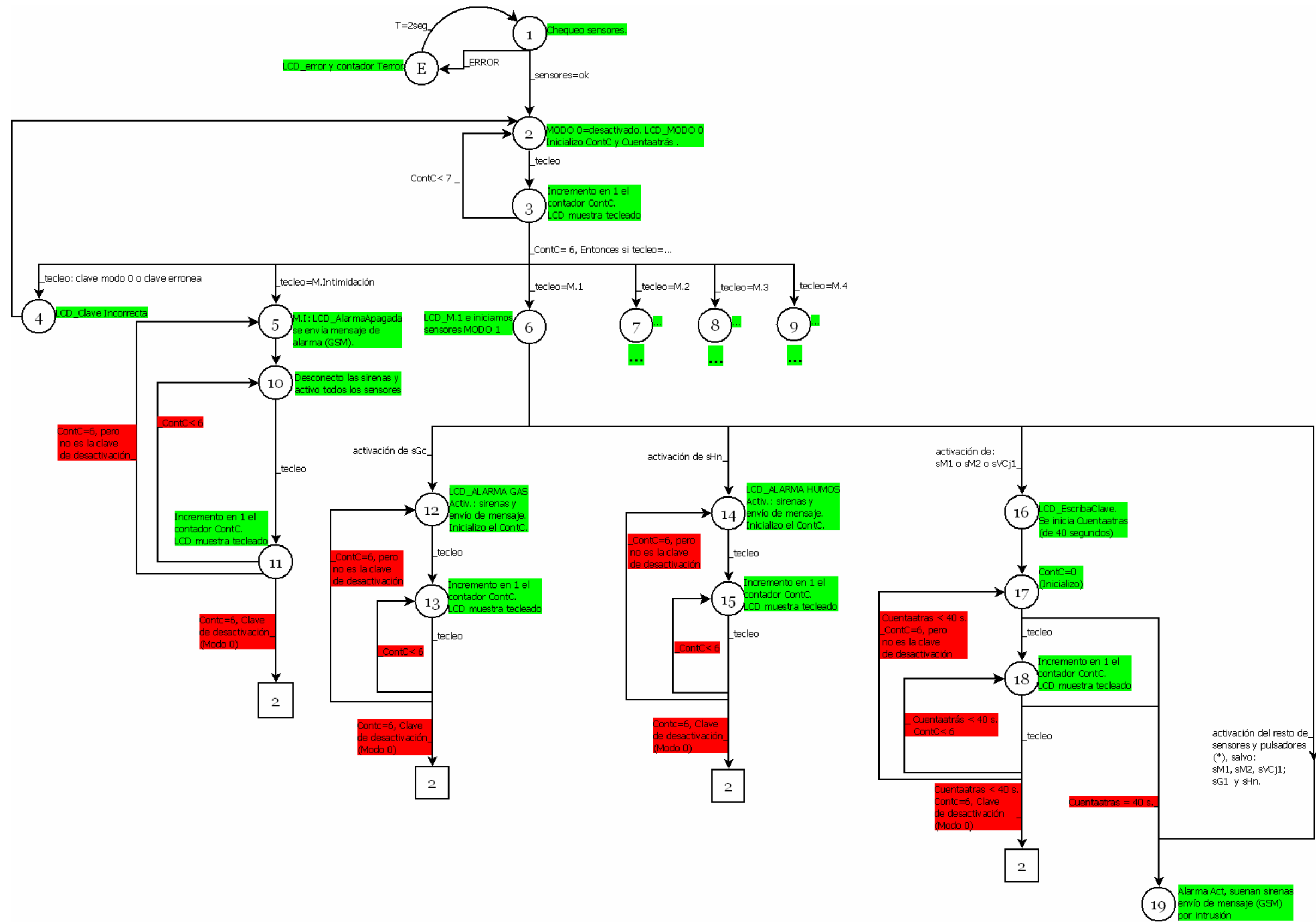
```

; En total estas subrutinas tardan:

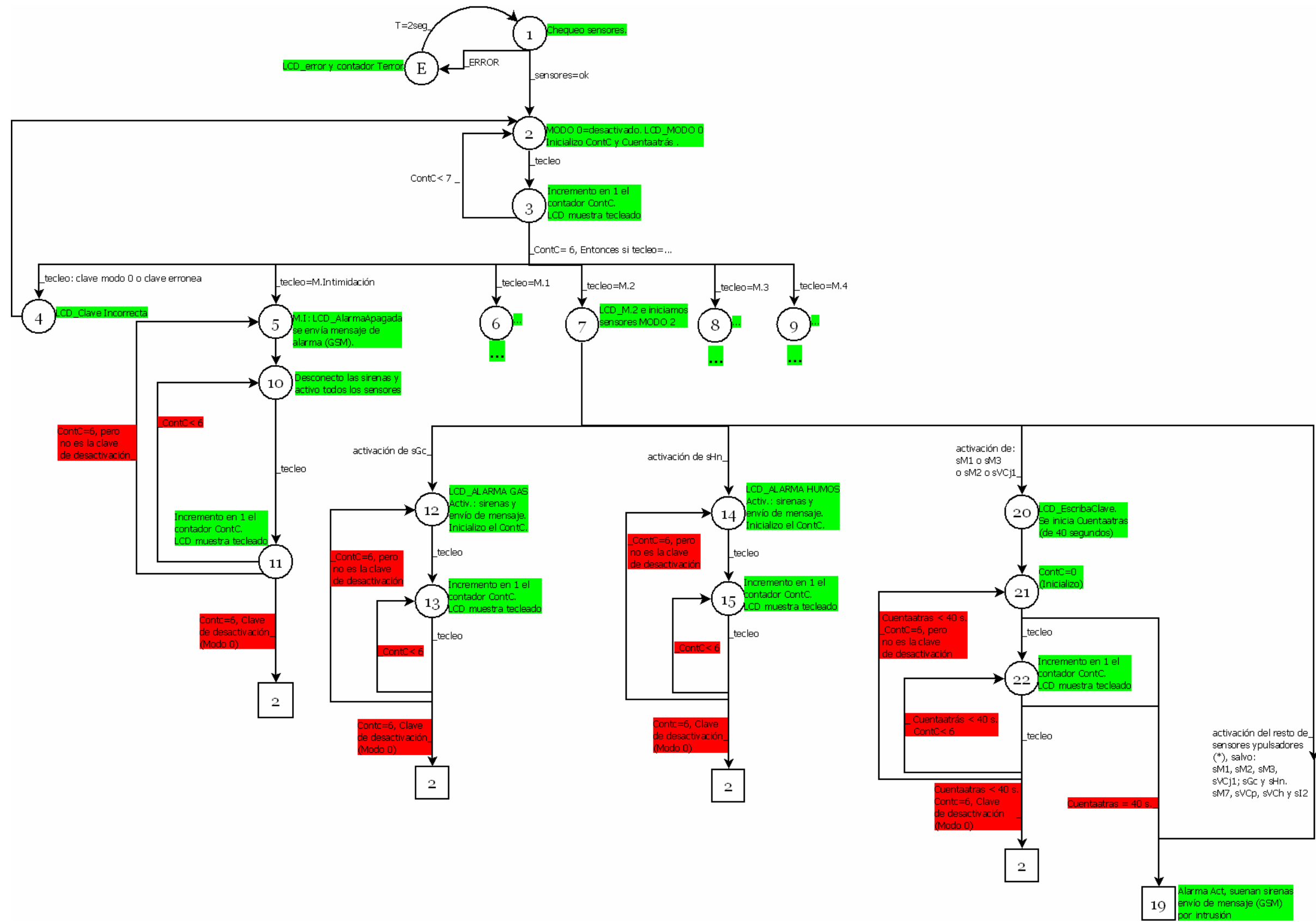
```

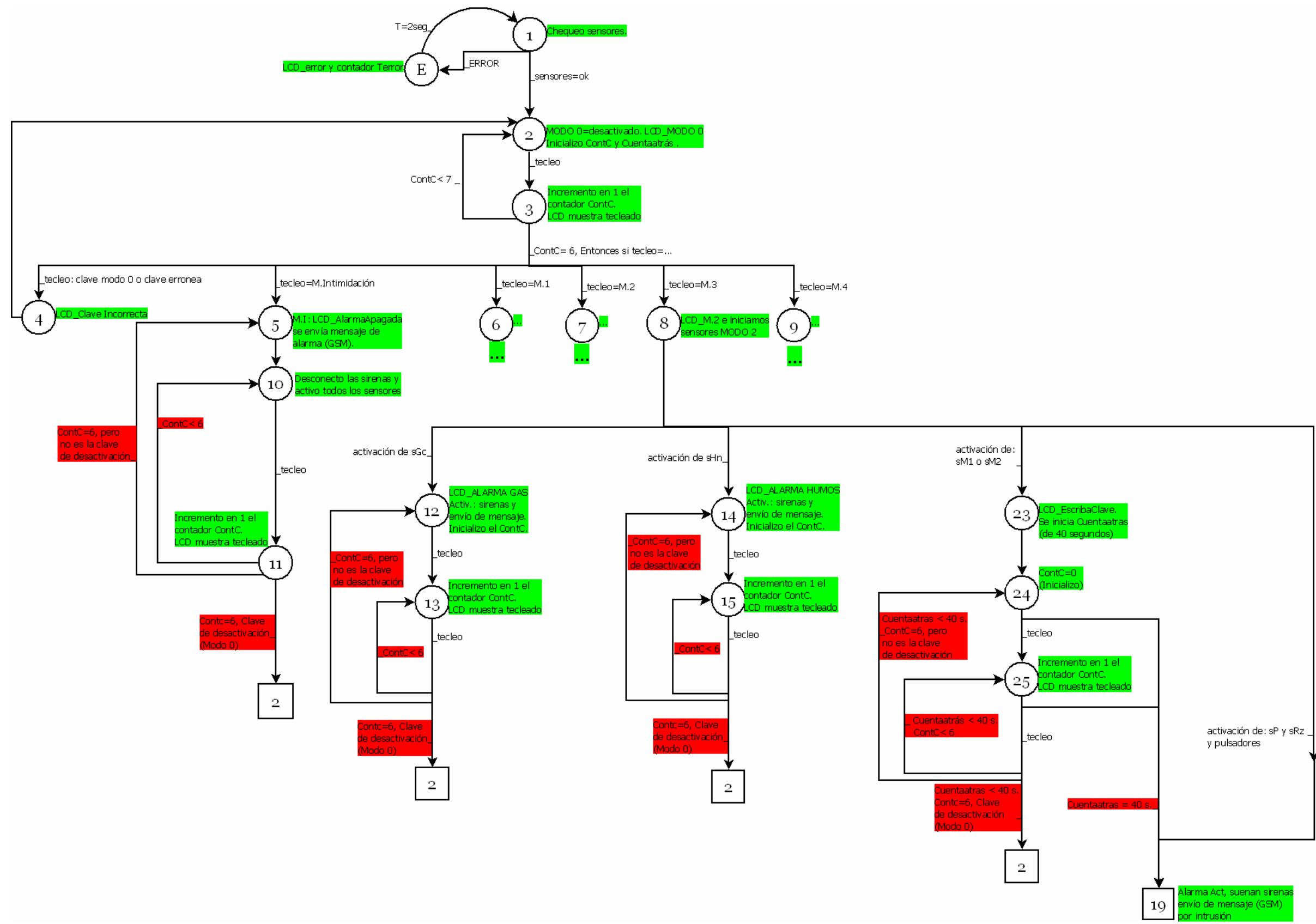
; - Retardo_20s: 2 + 1 + 2 + (2 + 4N + 4MN + 4KMN) = 20000807 cm = 20 s.
;               (N=200, M=100 y K=249).
; - Retardo_10s: 2 + 1 + 2 + (2 + 4N + 4MN + 4KMN) = 10000407 cm = 10 s.
;               (N=100, M=100 y K=249).
; - Retardo_5s:  2 + 1 + 2 + (2 + 4N + 4MN + 4KMN) = 5000207 cm = 5 s.
;               (N= 50, M=100 y K=249).
; - Retardo_2s:  2 + 1 + 2 + (2 + 4N + 4MN + 4KMN) = 2000087 cm = 2 s.
;               (N= 20, M=100 y K=249).
; - Retardo_1s:  2 + 1 + 2 + (2 + 4N + 4MN + 4KMN) = 1000047 cm = 1 s.
;               (N= 10, M=100 y K=249).
; - Retardo_500ms: 2 + 1 + (2 + 4N + 4MN + 4KMN) = 500025 cm = 0,5 s.
;               (N= 5, M=100 y K=249).
;

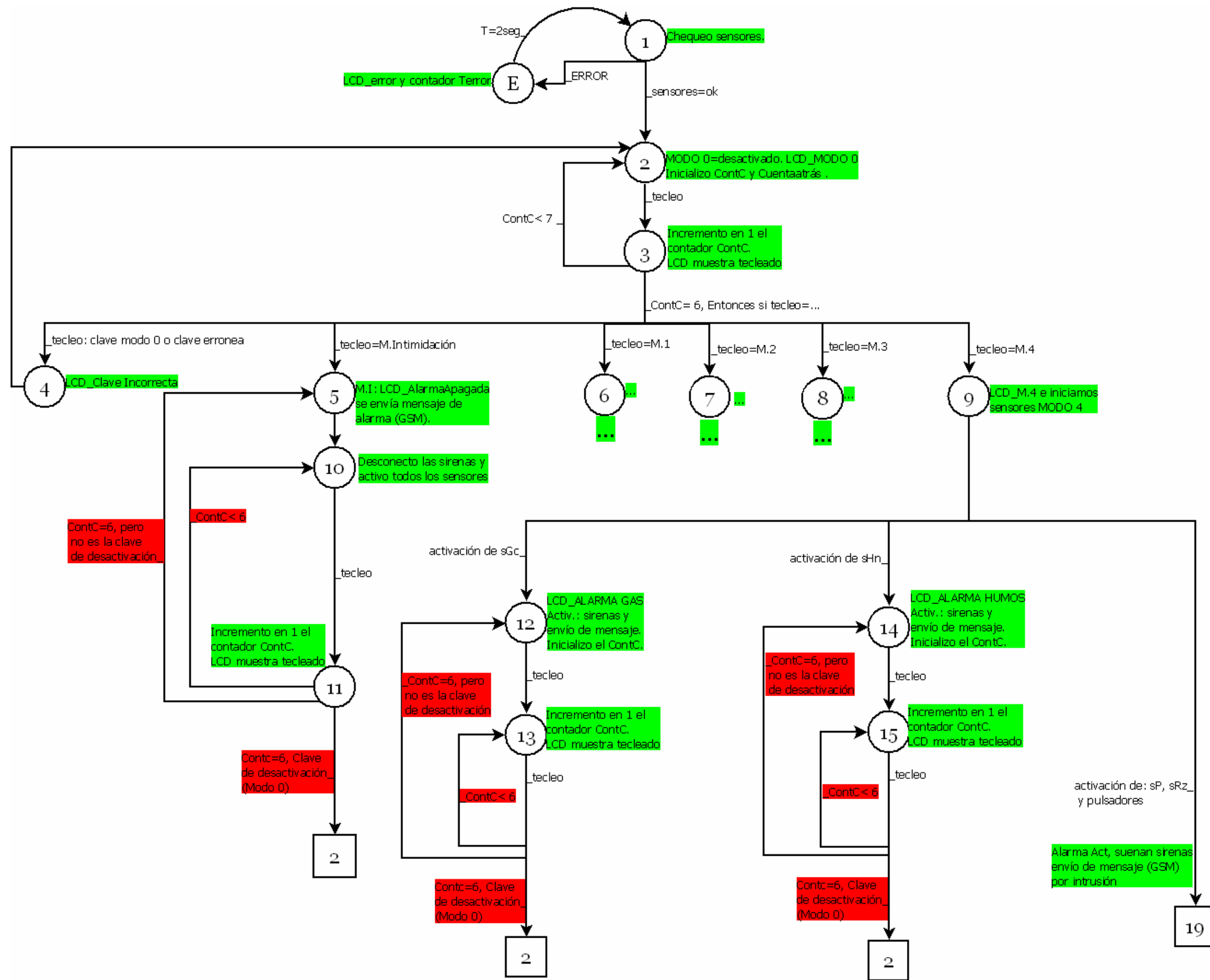
```













**MICROCHIP**

---

**PIC16F87X**  
**Data Sheet**

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH  
Microcontrollers

---

“All rights reserved. Copyright © 2001, Microchip Technology Incorporated, USA. Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip’s products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights. The Microchip logo and name are registered trademarks of Microchip Technology Inc. in the U.S.A. and other countries. All rights reserved. All other trademarks mentioned herein are the property of their respective companies. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.”

#### Trademarks

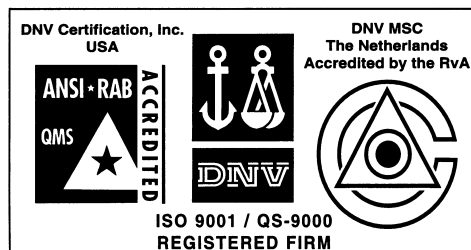
The Microchip name, logo, PIC, PICmicro, PICMASTER, PICSTART, PRO MATE, KEELOQ, SEEVAL, MPLAB and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Total Endurance, ICSP, In-Circuit Serial Programming, Filter-Lab, MXDEV, microID, FlexROM, fuzzyLAB, MPASM, MPLINK, MPLIB, PICDEM, ICEPIC, Migratable Memory, FanSense, ECONOMONITOR and SelectMode are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Serialized Quick Term Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2001, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.



Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs and microperipheral products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified.

## 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

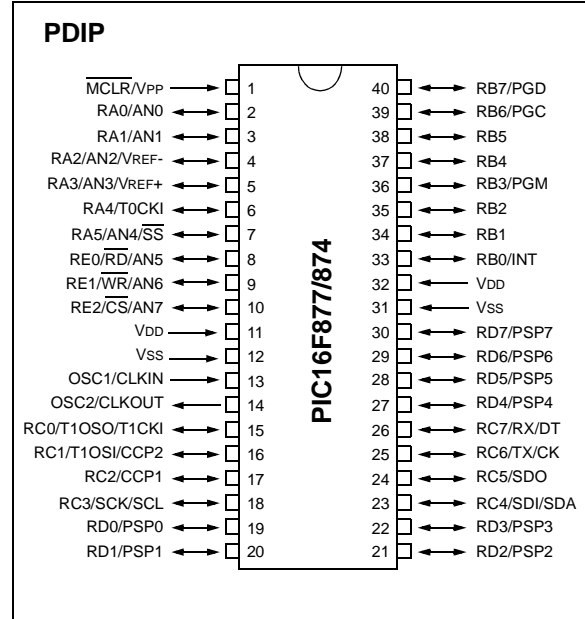
### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

### Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and  
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC  
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM  
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two  
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature  
ranges
- Low-power consumption:
  - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

### Pin Diagram

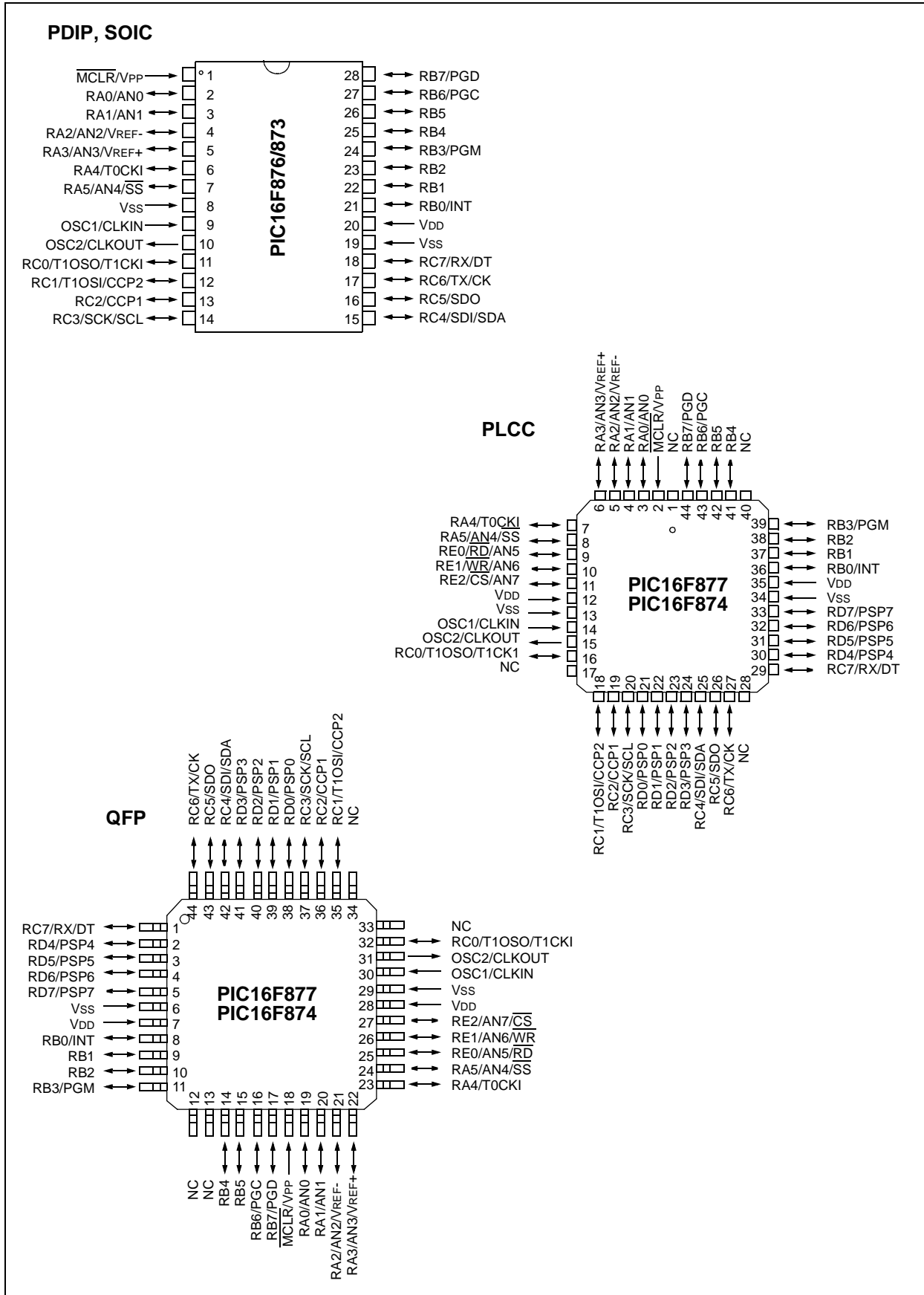


### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,  
can be incremented during SLEEP via external  
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period  
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master  
mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver  
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address  
detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with  
external  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$  and  $\overline{CS}$  controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for  
Brown-out Reset (BOR)

# PIC16F87X

## Pin Diagrams



<b>Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)</b>	<b>PIC16F873</b>	<b>PIC16F874</b>	<b>PIC16F876</b>	<b>PIC16F877</b>
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions



# PIC16F87X

## Table of Contents

1.0	Device Overview .....	5
2.0	Memory Organization.....	11
3.0	I/O Ports .....	29
4.0	Data EEPROM and FLASH Program Memory.....	41
5.0	Timer0 Module .....	47
6.0	Timer1 Module .....	51
7.0	Timer2 Module .....	55
8.0	Capture/Compare/PWM Modules .....	57
9.0	Master Synchronous Serial Port (MSSP) Module.....	65
10.0	Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART) .....	95
11.0	Analog-to-Digital Converter (A/D) Module.....	111
12.0	Special Features of the CPU.....	119
13.0	Instruction Set Summary.....	135
14.0	Development Support .....	143
15.0	Electrical Characteristics .....	149
16.0	DC and AC Characteristics Graphs and Tables.....	177
17.0	Packaging Information .....	189
	Appendix A: Revision History .....	197
	Appendix B: Device Differences .....	197
	Appendix C: Conversion Considerations .....	198
	Index .....	199
	On-Line Support.....	207
	Reader Response .....	208
	PIC16F87X Product Identification System .....	209

## TO OUR VALUED CUSTOMERS

It is our intention to provide our valued customers with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip products. To this end, we will continue to improve our publications to better suit your needs. Our publications will be refined and enhanced as new volumes and updates are introduced.

If you have any questions or comments regarding this publication, please contact the Marketing Communications Department via E-mail at [docerrors@mail.microchip.com](mailto:docerrors@mail.microchip.com) or fax the **Reader Response Form** in the back of this data sheet to (480) 792-4150. We welcome your feedback.

### Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please register at our Worldwide Web site at:

<http://www.microchip.com>

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number, (e.g., DS30000A is version A of document DS30000).

### Errata

An errata sheet, describing minor operational differences from the data sheet and recommended workarounds, may exist for current devices. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; <http://www.microchip.com>
- Your local Microchip sales office (see last page)
- The Microchip Corporate Literature Center; U.S. FAX: (480) 792-7277

When contacting a sales office or the literature center, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

### Customer Notification System

Register on our web site at [www.microchip.com/cn](http://www.microchip.com/cn) to receive the most current information on all of our products.

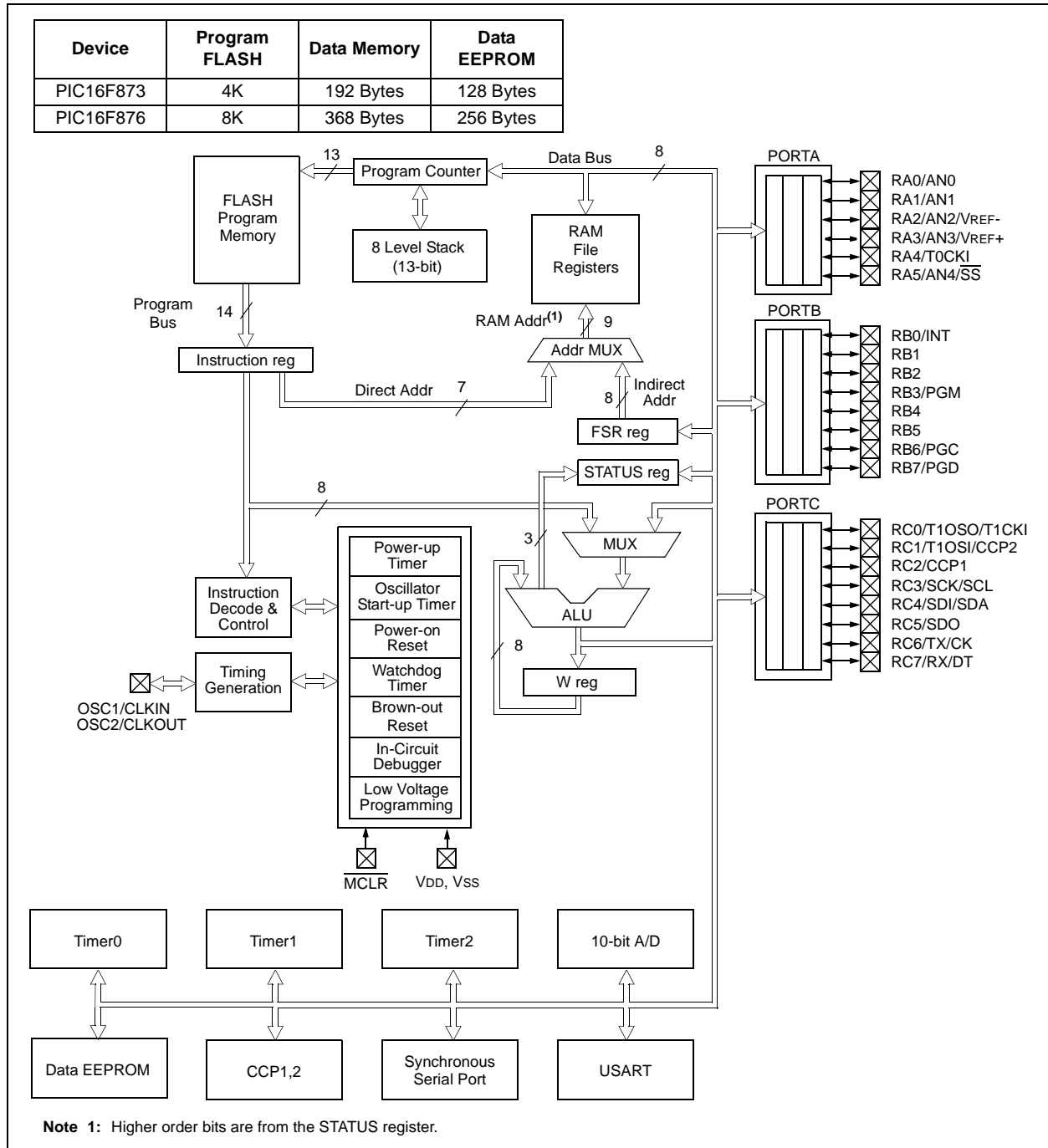
## 1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information. Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip website. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

There are four devices (PIC16F873, PIC16F874, PIC16F876 and PIC16F877) covered by this data sheet. The PIC16F876/873 devices come in 28-pin packages and the PIC16F877/874 devices come in 40-pin packages. The Parallel Slave Port is not implemented on the 28-pin devices.

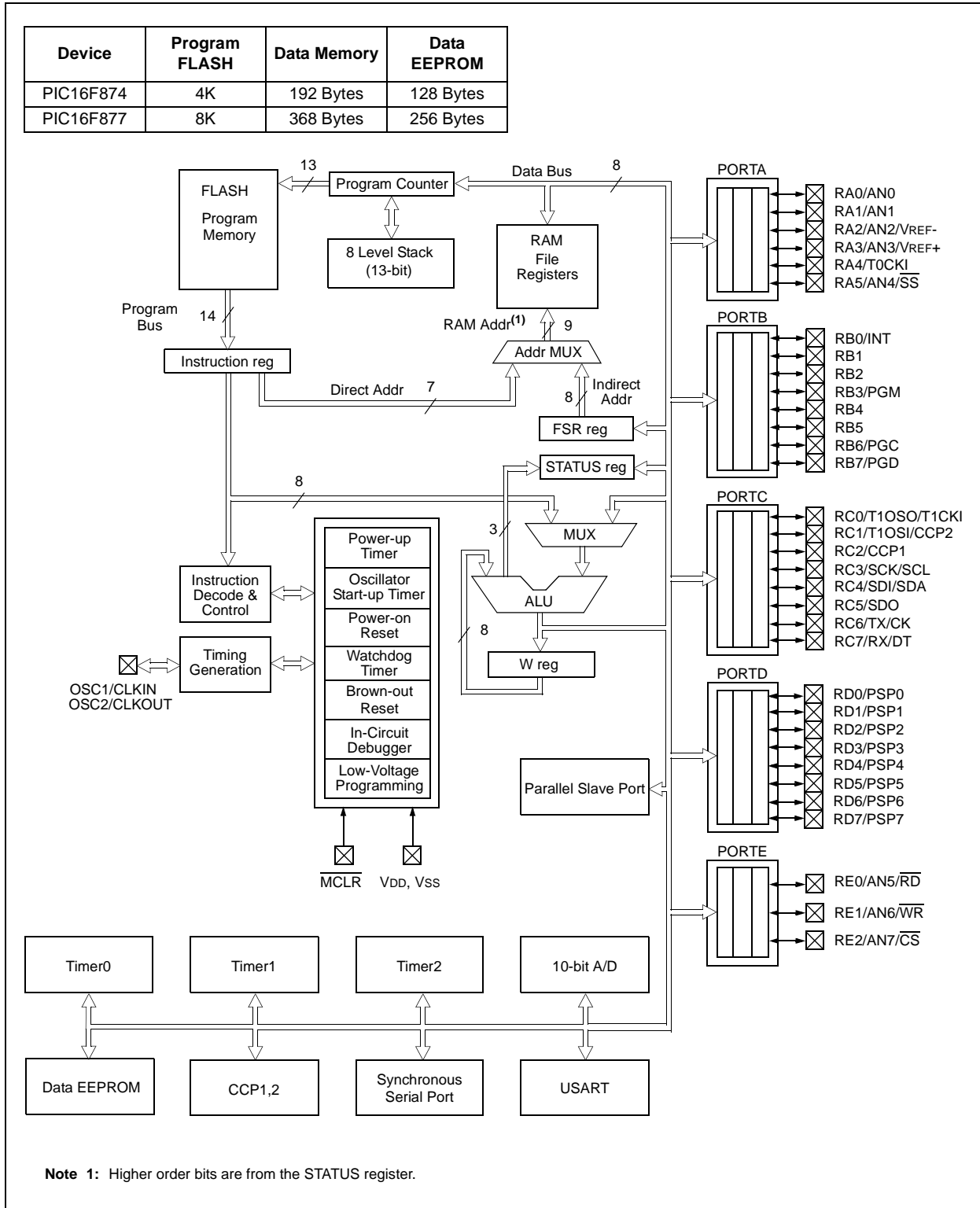
The following device block diagrams are sorted by pin number; 28-pin for Figure 1-1 and 40-pin for Figure 1-2. The 28-pin and 40-pin pinouts are listed in Table 1-1 and Table 1-2, respectively.

**FIGURE 1-1: PIC16F873 AND PIC16F876 BLOCK DIAGRAM**



# PIC16F87X

FIGURE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 BLOCK DIAGRAM



**TABLE 1-1: PIC16F873 AND PIC16F876 PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	9	9	I	ST/CMOS <sup>(3)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	1	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input0.</p> <p>RA1 can also be analog input1.</p> <p>RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 module. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.</p>
RA1/AN1	3	3	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	4	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	5	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	6	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	7	I/O	TTL	
RB0/INT	21	21	I/O	TTL/ST <sup>(1)</sup>	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	22	22	I/O	TTL	
RB2	23	23	I/O	TTL	
RB3/PGM	24	24	I/O	TTL	
RB4	25	25	I/O	TTL	
RB5	26	26	I/O	TTL	
RB6/PGC	27	27	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RB7/PGD	28	28	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RC0/T1OSO/T1CKI	11	11	I/O	ST	<p>PORTC is a bi-directional I/O port.</p> <p>RC0 can also be the Timer1 oscillator output or Timer1 clock input.</p> <p>RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.</p> <p>RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.</p> <p>RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I<sup>2</sup>C modes.</p> <p>RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I<sup>2</sup>C mode).</p> <p>RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).</p> <p>RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.</p> <p>RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.</p>
RC1/T1OSI/CCP2	12	12	I/O	ST	
RC2/CCP1	13	13	I/O	ST	
RC3/SCK/SCL	14	14	I/O	ST	
RC4/SDI/SDA	15	15	I/O	ST	
RC5/SDO	16	16	I/O	ST	
RC6/TX/CK	17	17	I/O	ST	
RC7/RX/DT	18	18	I/O	ST	
VSS	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input    O = output    I/O = input/output    P = power  
 — = Not used    TTL = TTL input    ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
**Note 2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
**Note 3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87X

**TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS <sup>(4)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input0.</p> <p>RA1 can also be analog input1.</p> <p>RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.</p>
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/ $\overline{SS}$ /AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST <sup>(1)</sup>	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	

Legend: I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.  
**Note 2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
**Note 3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).  
**Note 4:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

**TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I <sup>2</sup> C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I <sup>2</sup> C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RE0/RD/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTE is a bi-directional I/O port. RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5. RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6. RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
RE1/WR/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
RE2/CS/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	
VSS	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28,40	12,13,33,34		—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

Legend: I = input    O = output    I/O = input/output    P = power  
 — = Not used    TTL = TTL input    ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.  
**Note 2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
**Note 3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).  
**Note 4:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87X

---

NOTES:

## 2.0 MEMORY ORGANIZATION

There are three memory blocks in each of the PIC16F87X MCUs. The Program Memory and Data Memory have separate buses so that concurrent access can occur and is detailed in this section. The EEPROM data memory block is detailed in Section 4.0.

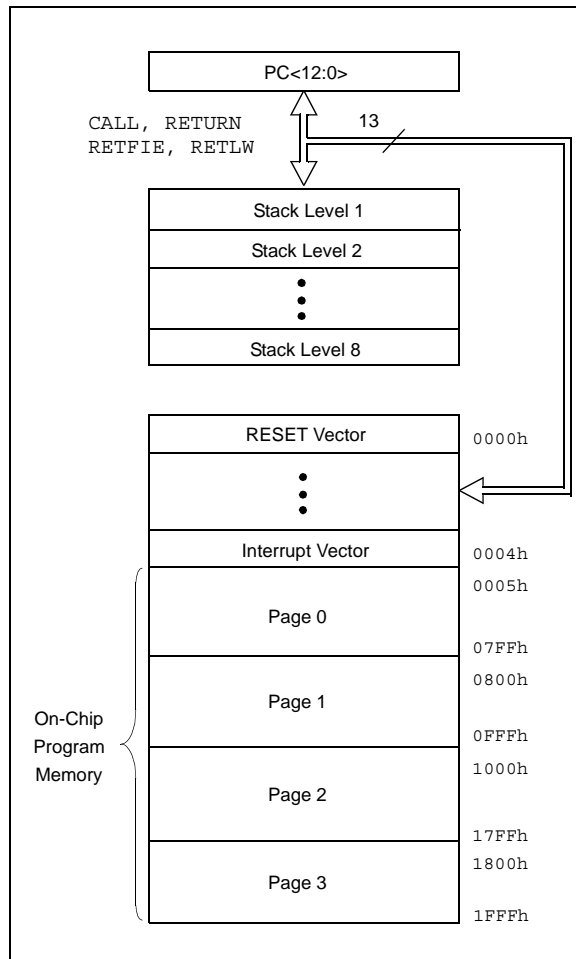
Additional information on device memory may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

## 2.1 Program Memory Organization

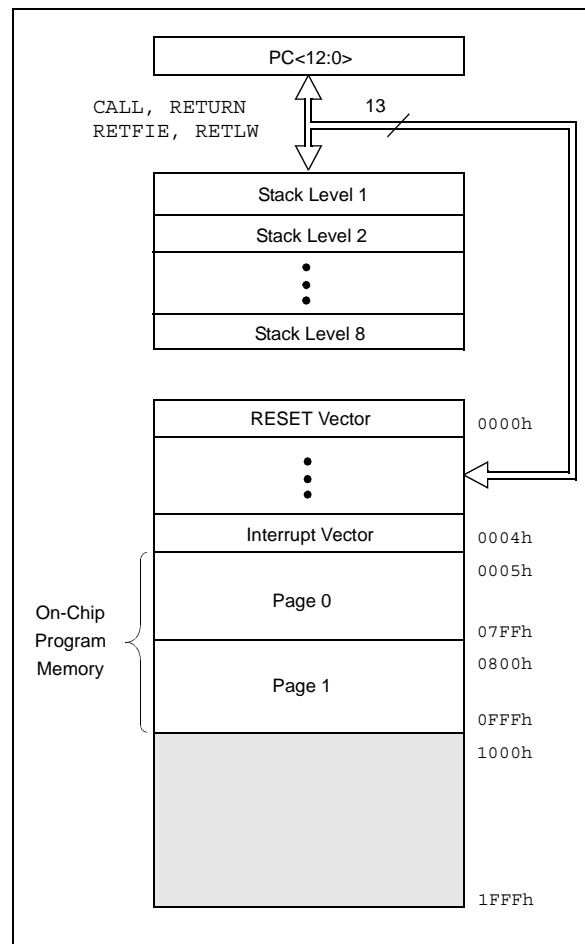
The PIC16F87X devices have a 13-bit program counter capable of addressing an 8K x 14 program memory space. The PIC16F877/876 devices have 8K x 14 words of FLASH program memory, and the PIC16F873/874 devices have 4K x 14. Accessing a location above the physically implemented address will cause a wraparound.

The RESET vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h.

**FIGURE 2-1: PIC16F877/876 PROGRAM MEMORY MAP AND STACK**



**FIGURE 2-2: PIC16F874/873 PROGRAM MEMORY MAP AND STACK**





# PIC16F87X

---

## 2.2 Data Memory Organization

The data memory is partitioned into multiple banks which contain the General Purpose Registers and the Special Function Registers. Bits RP1 (STATUS<6>) and RP0 (STATUS<5>) are the bank select bits.

RP1:RP0	Bank
00	0
01	1
10	2
11	3

Each bank extends up to 7Fh (128 bytes). The lower locations of each bank are reserved for the Special Function Registers. Above the Special Function Registers are General Purpose Registers, implemented as static RAM. All implemented banks contain Special Function Registers. Some frequently used Special Function Registers from one bank may be mirrored in another bank for code reduction and quicker access.

**Note:** EEPROM Data Memory description can be found in Section 4.0 of this data sheet.

### 2.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

The register file can be accessed either directly, or indirectly through the File Select Register (FSR).

**FIGURE 2-3: PIC16F877/876 REGISTER FILE MAP**

File Address		File Address		File Address		File Address			
Indirect addr. <sup>(*)</sup>	00h	Indirect addr. <sup>(*)</sup>	80h	Indirect addr. <sup>(*)</sup>	100h	Indirect addr. <sup>(*)</sup>	180h		
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h		
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h		
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h		
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h		
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h		
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h		
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h		
PORTD <sup>(1)</sup>	08h	TRISD <sup>(1)</sup>	88h		108h		188h		
PORTE <sup>(1)</sup>	09h	TRISE <sup>(1)</sup>	89h		109h		189h		
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah		
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh		
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch		
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh		
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reserved <sup>(2)</sup>	18Eh		
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Reserved <sup>(2)</sup>	18Fh		
T1CON	10h		90h	General Purpose Register 16 Bytes		General Purpose Register 16 Bytes		190h	
TMR2	11h	SSPCON2	91h				110h		191h
T2CON	12h	PR2	92h				111h		192h
SSPBUF	13h	SSPADD	93h				112h		193h
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h				113h		194h
CCPR1L	15h		95h				114h		195h
CCPR1H	16h		96h				115h		196h
CCP1CON	17h		97h				116h		197h
RCSTA	18h	TXSTA	98h				117h		198h
TXREG	19h	SPBRG	99h				118h		199h
RCREG	1Ah		9Ah				119h		19Ah
CCPR2L	1Bh		9Bh				11Ah		19Bh
CCPR2H	1Ch		9Ch				11Bh		19Ch
CCP2CON	1Dh		9Dh				11Ch		19Dh
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh				11Dh		19Eh
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh				11Eh		19Fh
General Purpose Register 96 Bytes	20h		A0h		11Fh		19Fh		
					120h		1A0h		
		General Purpose Register 80 Bytes	EFh			General Purpose Register 80 Bytes	EFh		
		accesses 70h-7Fh	F0h	accesses 70h-7Fh	16Fh	accesses 70h - 7Fh	F0h	1EFh	
			FFh		170h			1F0h	
					17Fh			1FFh	
Bank 0	7Fh	Bank 1	FFh	Bank 2		Bank 3			

Unimplemented data memory locations, read as '0'.  
 \* Not a physical register.

**Note 1:** These registers are not implemented on the PIC16F876.  
**Note 2:** These registers are reserved, maintain these registers clear.

# PIC16F87X

**FIGURE 2-4: PIC16F874/873 REGISTER FILE MAP**

File Address		File Address		File Address		File Address	
Indirect addr. <sup>(*)</sup>	00h	Indirect addr. <sup>(*)</sup>	80h	Indirect addr. <sup>(*)</sup>	100h	Indirect addr. <sup>(*)</sup>	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTD <sup>(1)</sup>	08h	TRISD <sup>(1)</sup>	88h		108h		188h
PORTE <sup>(1)</sup>	09h	TRISE <sup>(1)</sup>	89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reserved <sup>(2)</sup>	18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Reserved <sup>(2)</sup>	18Fh
T1CON	10h		90h		110h		190h
TMR2	11h	SSPCON2	91h				
T2CON	12h	PR2	92h				
SSPBUF	13h	SSPADD	93h				
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h				
CCPR1L	15h		95h				
CCPR1H	16h		96h				
CCP1CON	17h		97h				
RCSTA	18h	TXSTA	98h				
TXREG	19h	SPBRG	99h				
RCREG	1Ah		9Ah				
CCPR2L	1Bh		9Bh				
CCPR2H	1Ch		9Ch				
CCP2CON	1Dh		9Dh				
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh				
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh				
	20h		A0h		120h		1A0h
General Purpose Register 96 Bytes		General Purpose Register 96 Bytes		accesses 20h-7Fh		accesses A0h - FFh	
	7Fh		FFh		16Fh 170h 17Fh		1EFh 1F0h 1FFh
Bank 0		Bank 1		Bank 2		Bank 3	

Unimplemented data memory locations, read as '0'.  
 \* Not a physical register.

**Note 1:** These registers are not implemented on the PIC16F873.  
**Note 2:** These registers are reserved, maintain these registers clear.

## 2.2.2 SPECIAL FUNCTION REGISTERS

The Special Function Registers are registers used by the CPU and peripheral modules for controlling the desired operation of the device. These registers are implemented as static RAM. A list of these registers is given in Table 2-1.

The Special Function Registers can be classified into two sets: core (CPU) and peripheral. Those registers associated with the core functions are described in detail in this section. Those related to the operation of the peripheral features are described in detail in the peripheral features section.

**TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Details on page:		
<b>Bank 0</b>													
00h <sup>(3)</sup>	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	27		
01h	TMR0	Timer0 Module Register								xxxx xxxx	47		
02h <sup>(3)</sup>	PCL	Program Counter (PC) Least Significant Byte								0000 0000	26		
03h <sup>(3)</sup>	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx	18		
04h <sup>(3)</sup>	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	27		
05h	PORTA	—	—	PORTA Data Latch when written: PORTA pins when read								--0x 0000	29
06h	PORTB	PORTB Data Latch when written: PORTB pins when read								xxxx xxxx	31		
07h	PORTC	PORTC Data Latch when written: PORTC pins when read								xxxx xxxx	33		
08h <sup>(4)</sup>	PORTD	PORTD Data Latch when written: PORTD pins when read								xxxx xxxx	35		
09h <sup>(4)</sup>	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	36		
0Ah <sup>(1,3)</sup>	PCLATH	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter								---0 0000	26
0Bh <sup>(3)</sup>	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	20		
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(3)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	22		
0Dh	PIR2	—	(5)	—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	-r-0 0--0	24		
0Eh	TMR1L	Holding register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	52		
0Fh	TMR1H	Holding register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	52		
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	51		
11h	TMR2	Timer2 Module Register								0000 0000	55		
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	55		
13h	SSPBUF	Synchronous Serial Port Receive Buffer/Transmit Register								xxxx xxxx	70, 73		
14h	SSPCON	WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0	0000 0000	67		
15h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register1 (LSB)								xxxx xxxx	57		
16h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register1 (MSB)								xxxx xxxx	57		
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	58		
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	96		
19h	TXREG	USART Transmit Data Register								0000 0000	99		
1Ah	RCREG	USART Receive Data Register								0000 0000	101		
1Bh	CCPR2L	Capture/Compare/PWM Register2 (LSB)								xxxx xxxx	57		
1Ch	CCPR2H	Capture/Compare/PWM Register2 (MSB)								xxxx xxxx	57		
1Dh	CCP2CON	—	—	CCP2X	CCP2Y	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	--00 0000	58		
1Eh	ADRESH	A/D Result Register High Byte								xxxx xxxx	116		
1Fh	ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	$\overline{GO/DONE}$	—	ADON	0000 00-0	111		

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved.  
Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

- Note 1:** The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.
- 2:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.
- 3:** These registers can be addressed from any bank.
- 4:** PORTD, PORTE, TRISD, and TRISE are not physically implemented on PIC16F873/876 devices; read as '0'.
- 5:** PIR2<6> and PIE2<6> are reserved on these devices; always maintain these bits clear.

# PIC16F87X

**TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY (CONTINUED)**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Details on page:	
<b>Bank 1</b>												
80h <sup>(3)</sup>	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	27	
81h	OPTION_REG	RBP $\bar{U}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	19	
82h <sup>(3)</sup>	PCL	Program Counter (PC) Least Significant Byte								0000 0000	26	
83h <sup>(3)</sup>	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\bar{T}O$	$\bar{P}D$	Z	DC	C	0001 1xxx	18	
84h <sup>(3)</sup>	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	27	
85h	TRISA	—	—	PORTA Data Direction Register						--11 1111	29	
86h	TRISB	PORTB Data Direction Register								1111 1111	31	
87h	TRISC	PORTC Data Direction Register								1111 1111	33	
88h <sup>(4)</sup>	TRISD	PORTD Data Direction Register								1111 1111	35	
89h <sup>(4)</sup>	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction Bits				0000 -111	37
8Ah <sup>(1,3)</sup>	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter						---0 0000	26
8Bh <sup>(3)</sup>	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	20	
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(2)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	21	
8Dh	PIE2	—	(5)	—	EEIE	BCLIE	—	—	CCP2IE	-r-0 0--0	23	
8Eh	PCON	—	—	—	—	—	—	POR	$\bar{B}OR$	---- --gg	25	
8Fh	—	Unimplemented								—	—	
90h	—	Unimplemented								—	—	
91h	SSPCON2	GCEN	ACKSTAT	ACKDT	ACKEN	RCEN	PEN	RSEN	SEN	0000 0000	68	
92h	PR2	Timer2 Period Register								1111 1111	55	
93h	SSPADD	Synchronous Serial Port (I <sup>2</sup> C mode) Address Register								0000 0000	73, 74	
94h	SSPSTAT	SMP	CKE	D $\bar{A}$	P	S	R $\bar{W}$	UA	BF	0000 0000	66	
95h	—	Unimplemented								—	—	
96h	—	Unimplemented								—	—	
97h	—	Unimplemented								—	—	
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	95	
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	97	
9Ah	—	Unimplemented								—	—	
9Bh	—	Unimplemented								—	—	
9Ch	—	Unimplemented								—	—	
9Dh	—	Unimplemented								—	—	
9Eh	ADRESL	A/D Result Register Low Byte								xxxx xxxx	116	
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	0--- 0000	112	

Legend: x = unknown, u = unchanged, c = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved.

Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

- Note** 1: The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.
- 2: Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.
- 3: These registers can be addressed from any bank.
- 4: PORTD, PORTE, TRISD, and TRISE are not physically implemented on PIC16F873/876 devices; read as '0'.
- 5: PIR2<6> and PIE2<6> are reserved on these devices; always maintain these bits clear.

**TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY (CONTINUED)**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Details on page:	
<b>Bank 2</b>												
100h <sup>(3)</sup>	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)									0000 0000	27
101h	TMR0	Timer0 Module Register									xxxx xxxx	47
102h <sup>(3)</sup>	PCL	Program Counter's (PC) Least Significant Byte									0000 0000	26
103h <sup>(3)</sup>	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx	18	
104h <sup>(3)</sup>	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer									xxxx xxxx	27
105h	—	Unimplemented									—	—
106h	PORTB	PORTB Data Latch when written: PORTB pins when read									xxxx xxxx	31
107h	—	Unimplemented									—	—
108h	—	Unimplemented									—	—
109h	—	Unimplemented									—	—
10Ah <sup>(1,3)</sup>	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter						---0 0000	26
10Bh <sup>(3)</sup>	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	20	
10Ch	EEDATA	EEPROM Data Register Low Byte									xxxx xxxx	41
10Dh	EEADR	EEPROM Address Register Low Byte									xxxx xxxx	41
10Eh	EEDATH	—	—	EEPROM Data Register High Byte						xxxx xxxx	41	
10Fh	EEADRH	—	—	—	EEPROM Address Register High Byte						xxxx xxxx	41
<b>Bank 3</b>												
180h <sup>(3)</sup>	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)									0000 0000	27
181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	TOCS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	19	
182h <sup>(3)</sup>	PCL	Program Counter (PC) Least Significant Byte									0000 0000	26
183h <sup>(3)</sup>	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx	18	
184h <sup>(3)</sup>	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer									xxxx xxxx	27
185h	—	Unimplemented									—	—
186h	TRISB	PORTB Data Direction Register									1111 1111	31
187h	—	Unimplemented									—	—
188h	—	Unimplemented									—	—
189h	—	Unimplemented									—	—
18Ah <sup>(1,3)</sup>	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter						---0 0000	26
18Bh <sup>(3)</sup>	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	20	
18Ch	EECON1	EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD	x--- x000	41, 42	
18Dh	EECON2	EEPROM Control Register2 (not a physical register)									---- ----	41
18Eh	—	Reserved maintain clear									0000 0000	—
18Fh	—	Reserved maintain clear									0000 0000	—

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved.  
Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

**Note 1:** The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.

**2:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.

**3:** These registers can be addressed from any bank.

**4:** PORTD, PORTE, TRISD, and TRISE are not physically implemented on PIC16F873/876 devices; read as '0'.

**5:** PIR2<6> and PIE2<6> are reserved on these devices; always maintain these bits clear.

# PIC16F87X

## 2.2.2.1 STATUS Register

The STATUS register contains the arithmetic status of the ALU, the RESET status and the bank select bits for data memory.

The STATUS register can be the destination for any instruction, as with any other register. If the STATUS register is the destination for an instruction that affects the Z, DC or C bits, then the write to these three bits is disabled. These bits are set or cleared according to the device logic. Furthermore, the  $\overline{TO}$  and  $\overline{PD}$  bits are not writable, therefore, the result of an instruction with the STATUS register as destination may be different than intended.

For example, `CLRF STATUS` will clear the upper three bits and set the Z bit. This leaves the STATUS register as `000u u1uu` (where u = unchanged).

It is recommended, therefore, that only `BCF`, `BSF`, `SWAPF` and `MOVWF` instructions are used to alter the STATUS register, because these instructions do not affect the Z, C or DC bits from the STATUS register. For other instructions not affecting any status bits, see the "Instruction Set Summary."

**Note:** The C and DC bits operate as a borrow and digit borrow bit, respectively, in subtraction. See the `SUBLW` and `SUBWF` instructions for examples.

### REGISTER 2-1: STATUS REGISTER (ADDRESS 03h, 83h, 103h, 183h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-1	R-1	R/W-x	R/W-x	R/W-x
IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C
bit 7					bit 0		

- bit 7 **IRP:** Register Bank Select bit (used for indirect addressing)  
 1 = Bank 2, 3 (100h - 1FFh)  
 0 = Bank 0, 1 (00h - FFh)
  - bit 6-5 **RP1:RP0:** Register Bank Select bits (used for direct addressing)  
 11 = Bank 3 (180h - 1FFh)  
 10 = Bank 2 (100h - 17Fh)  
 01 = Bank 1 (80h - FFh)  
 00 = Bank 0 (00h - 7Fh)  
 Each bank is 128 bytes
  - bit 4  **$\overline{TO}$ :** Time-out bit  
 1 = After power-up, `CLRWDT` instruction, or `SLEEP` instruction  
 0 = A WDT time-out occurred
  - bit 3  **$\overline{PD}$ :** Power-down bit  
 1 = After power-up or by the `CLRWDT` instruction  
 0 = By execution of the `SLEEP` instruction
  - bit 2 **Z:** Zero bit  
 1 = The result of an arithmetic or logic operation is zero  
 0 = The result of an arithmetic or logic operation is not zero
  - bit 1 **DC:** Digit carry/borrow bit (`ADDWF`, `ADDLW`, `SUBLW`, `SUBWF` instructions)  
 (for borrow, the polarity is reversed)  
 1 = A carry-out from the 4th low order bit of the result occurred  
 0 = No carry-out from the 4th low order bit of the result
  - bit 0 **C:** Carry/borrow bit (`ADDWF`, `ADDLW`, `SUBLW`, `SUBWF` instructions)  
 1 = A carry-out from the Most Significant bit of the result occurred  
 0 = No carry-out from the Most Significant bit of the result occurred
- Note:** For borrow, the polarity is reversed. A subtraction is executed by adding the two's complement of the second operand. For rotate (`RRF`, `RLF`) instructions, this bit is loaded with either the high, or low order bit of the source register.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared    x = Bit is unknown

## 2.2.2.2 OPTION\_REG Register

The OPTION\_REG Register is a readable and writable register, which contains various control bits to configure the TMR0 prescaler/WDT postscaler (single assignable register known also as the prescaler), the External INT Interrupt, TMR0 and the weak pull-ups on PORTB.

**Note:** To achieve a 1:1 prescaler assignment for the TMR0 register, assign the prescaler to the Watchdog Timer.

### REGISTER 2-2: OPTION\_REG REGISTER (ADDRESS 81h, 181h)

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
bit 7							bit 0

- bit 7 **RBPU:** PORTB Pull-up Enable bit  
1 = PORTB pull-ups are disabled  
0 = PORTB pull-ups are enabled by individual port latch values
- bit 6 **INTEDG:** Interrupt Edge Select bit  
1 = Interrupt on rising edge of RB0/INT pin  
0 = Interrupt on falling edge of RB0/INT pin
- bit 5 **T0CS:** TMR0 Clock Source Select bit  
1 = Transition on RA4/T0CKI pin  
0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)
- bit 4 **T0SE:** TMR0 Source Edge Select bit  
1 = Increment on high-to-low transition on RA4/T0CKI pin  
0 = Increment on low-to-high transition on RA4/T0CKI pin
- bit 3 **PSA:** Prescaler Assignment bit  
1 = Prescaler is assigned to the WDT  
0 = Prescaler is assigned to the Timer0 module
- bit 2-0 **PS2:PS0:** Prescaler Rate Select bits

Bit Value	TMR0 Rate	WDT Rate
000	1 : 2	1 : 1
001	1 : 4	1 : 2
010	1 : 8	1 : 4
011	1 : 16	1 : 8
100	1 : 32	1 : 16
101	1 : 64	1 : 32
110	1 : 128	1 : 64
111	1 : 256	1 : 128

**Legend:**

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared      x = Bit is unknown

**Note:** When using low voltage ICSP programming (LVP) and the pull-ups on PORTB are enabled, bit 3 in the TRISB register must be cleared to disable the pull-up on RB3 and ensure the proper operation of the device



# PIC16F87X

## 2.2.2.3 INTCON Register

The INTCON Register is a readable and writable register, which contains various enable and flag bits for the TMR0 register overflow, RB Port change and External RB0/INT pin interrupts.

**Note:** Interrupt flag bits are set when an interrupt condition occurs, regardless of the state of its corresponding enable bit or the global enable bit, GIE (INTCON<7>). User software should ensure the appropriate interrupt flag bits are clear prior to enabling an interrupt.

### REGISTER 2-3: INTCON REGISTER (ADDRESS 0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
							bit 0
							bit 7

- bit 7     **GIE:** Global Interrupt Enable bit  
           1 = Enables all unmasked interrupts  
           0 = Disables all interrupts
- bit 6     **PEIE:** Peripheral Interrupt Enable bit  
           1 = Enables all unmasked peripheral interrupts  
           0 = Disables all peripheral interrupts
- bit 5     **TOIE:** TMR0 Overflow Interrupt Enable bit  
           1 = Enables the TMR0 interrupt  
           0 = Disables the TMR0 interrupt
- bit 4     **INTE:** RB0/INT External Interrupt Enable bit  
           1 = Enables the RB0/INT external interrupt  
           0 = Disables the RB0/INT external interrupt
- bit 3     **RBIE:** RB Port Change Interrupt Enable bit  
           1 = Enables the RB port change interrupt  
           0 = Disables the RB port change interrupt
- bit 2     **TOIF:** TMR0 Overflow Interrupt Flag bit  
           1 = TMR0 register has overflowed (must be cleared in software)  
           0 = TMR0 register did not overflow
- bit 1     **INTF:** RB0/INT External Interrupt Flag bit  
           1 = The RB0/INT external interrupt occurred (must be cleared in software)  
           0 = The RB0/INT external interrupt did not occur
- bit 0     **RBIF:** RB Port Change Interrupt Flag bit  
           1 = At least one of the RB7:RB4 pins changed state; a mismatch condition will continue to set the bit. Reading PORTB will end the mismatch condition and allow the bit to be cleared (must be cleared in software).  
           0 = None of the RB7:RB4 pins have changed state

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared     x = Bit is unknown

## 2.2.2.4 PIE1 Register

The PIE1 register contains the individual enable bits for the peripheral interrupts.

**Note:** Bit PEIE (INTCON<6>) must be set to enable any peripheral interrupt.

### REGISTER 2-4: PIE1 REGISTER (ADDRESS 8Ch)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE
bit 7						bit 0	

- bit 7      **PSPIE<sup>(1)</sup>:** Parallel Slave Port Read/Write Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the PSP read/write interrupt  
             0 = Disables the PSP read/write interrupt
- bit 6      **ADIE:** A/D Converter Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the A/D converter interrupt  
             0 = Disables the A/D converter interrupt
- bit 5      **RCIE:** USART Receive Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the USART receive interrupt  
             0 = Disables the USART receive interrupt
- bit 4      **TXIE:** USART Transmit Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the USART transmit interrupt  
             0 = Disables the USART transmit interrupt
- bit 3      **SSPIE:** Synchronous Serial Port Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the SSP interrupt  
             0 = Disables the SSP interrupt
- bit 2      **CCP1IE:** CCP1 Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the CCP1 interrupt  
             0 = Disables the CCP1 interrupt
- bit 1      **TMR2IE:** TMR2 to PR2 Match Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the TMR2 to PR2 match interrupt  
             0 = Disables the TMR2 to PR2 match interrupt
- bit 0      **TMR1IE:** TMR1 Overflow Interrupt Enable bit  
             1 = Enables the TMR1 overflow interrupt  
             0 = Disables the TMR1 overflow interrupt

**Note 1:** PSPIE is reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain this bit clear.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared      x = Bit is unknown

# PIC16F87X

## 2.2.2.5 PIR1 Register

The PIR1 register contains the individual flag bits for the peripheral interrupts.

**Note:** Interrupt flag bits are set when an interrupt condition occurs, regardless of the state of its corresponding enable bit or the global enable bit, GIE (INTCON<7>). User software should ensure the appropriate interrupt bits are clear prior to enabling an interrupt.

### REGISTER 2-5: PIR1 REGISTER (ADDRESS 0Ch)

R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
bit 7							bit 0

- bit 7 **PSPIF<sup>(1)</sup>:** Parallel Slave Port Read/Write Interrupt Flag bit  
 1 = A read or a write operation has taken place (must be cleared in software)  
 0 = No read or write has occurred
- bit 6 **ADIF:** A/D Converter Interrupt Flag bit  
 1 = An A/D conversion completed  
 0 = The A/D conversion is not complete
- bit 5 **RCIF:** USART Receive Interrupt Flag bit  
 1 = The USART receive buffer is full  
 0 = The USART receive buffer is empty
- bit 4 **TXIF:** USART Transmit Interrupt Flag bit  
 1 = The USART transmit buffer is empty  
 0 = The USART transmit buffer is full
- bit 3 **SSPIF:** Synchronous Serial Port (SSP) Interrupt Flag  
 1 = The SSP interrupt condition has occurred, and must be cleared in software before returning from the Interrupt Service Routine. The conditions that will set this bit are:
  - SPI
    - A transmission/reception has taken place.
  - I<sup>2</sup>C Slave
    - A transmission/reception has taken place.
  - I<sup>2</sup>C Master
    - A transmission/reception has taken place.
    - The initiated START condition was completed by the SSP module.
    - The initiated STOP condition was completed by the SSP module.
    - The initiated Restart condition was completed by the SSP module.
    - The initiated Acknowledge condition was completed by the SSP module.
    - A START condition occurred while the SSP module was idle (Multi-Master system).
    - A STOP condition occurred while the SSP module was idle (Multi-Master system).
 0 = No SSP interrupt condition has occurred.
- bit 2 **CCP1IF:** CCP1 Interrupt Flag bit  
Capture mode:  
 1 = A TMR1 register capture occurred (must be cleared in software)  
 0 = No TMR1 register capture occurred  
Compare mode:  
 1 = A TMR1 register compare match occurred (must be cleared in software)  
 0 = No TMR1 register compare match occurred  
PWM mode:  
 Unused in this mode
- bit 1 **TMR2IF:** TMR2 to PR2 Match Interrupt Flag bit  
 1 = TMR2 to PR2 match occurred (must be cleared in software)  
 0 = No TMR2 to PR2 match occurred
- bit 0 **TMR1IF:** TMR1 Overflow Interrupt Flag bit  
 1 = TMR1 register overflowed (must be cleared in software)  
 0 = TMR1 register did not overflow

**Note 1:** PSPIF is reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain this bit clear.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared      x = Bit is unknown

## 2.2.2.6 PIE2 Register

The PIE2 register contains the individual enable bits for the CCP2 peripheral interrupt, the SSP bus collision interrupt, and the EEPROM write operation interrupt.

### REGISTER 2-6: PIE2 REGISTER (ADDRESS 8Dh)

U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0	
—	Reserved	—	EEIE	BCLIE	—	—	CCP2IE	
bit 7								bit 0

- bit 7      **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 6      **Reserved:** Always maintain this bit clear
- bit 5      **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 4      **EEIE:** EEPROM Write Operation Interrupt Enable  
1 = Enable EE Write Interrupt  
0 = Disable EE Write Interrupt
- bit 3      **BCLIE:** Bus Collision Interrupt Enable  
1 = Enable Bus Collision Interrupt  
0 = Disable Bus Collision Interrupt
- bit 2-1    **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 0      **CCP2IE:** CCP2 Interrupt Enable bit  
1 = Enables the CCP2 interrupt  
0 = Disables the CCP2 interrupt

**Legend:**

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared    x = Bit is unknown

# PIC16F87X

## 2.2.2.7 PIR2 Register

The PIR2 register contains the flag bits for the CCP2 interrupt, the SSP bus collision interrupt and the EEPROM write operation interrupt.

**Note:** Interrupt flag bits are set when an interrupt condition occurs, regardless of the state of its corresponding enable bit or the global enable bit, GIE (INTCON<7>). User software should ensure the appropriate interrupt flag bits are clear prior to enabling an interrupt.

### REGISTER 2-7: PIR2 REGISTER (ADDRESS 0Dh)

U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0	
—	Reserved	—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	
bit 7								bit 0

- bit 7     **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 6     **Reserved:** Always maintain this bit clear
- bit 5     **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 4     **EEIF:** EEPROM Write Operation Interrupt Flag bit  
           1 = The write operation completed (must be cleared in software)  
           0 = The write operation is not complete or has not been started
- bit 3     **BCLIF:** Bus Collision Interrupt Flag bit  
           1 = A bus collision has occurred in the SSP, when configured for I2C Master mode  
           0 = No bus collision has occurred
- bit 2-1   **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 0     **CCP2IF:** CCP2 Interrupt Flag bit  
           Capture mode:  
           1 = A TMR1 register capture occurred (must be cleared in software)  
           0 = No TMR1 register capture occurred  
           Compare mode:  
           1 = A TMR1 register compare match occurred (must be cleared in software)  
           0 = No TMR1 register compare match occurred  
           PWM mode:  
           Unused

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared    x = Bit is unknown

## 2.2.2.8 PCON Register

The Power Control (PCON) Register contains flag bits to allow differentiation between a Power-on Reset (POR), a Brown-out Reset (BOR), a Watchdog Reset (WDT), and an external MCLR Reset.

**Note:**  $\overline{\text{BOR}}$  is unknown on POR. It must be set by the user and checked on subsequent RESETS to see if BOR is clear, indicating a brown-out has occurred. The BOR status bit is a "don't care" and is not predictable if the brown-out circuit is disabled (by clearing the BODEN bit in the configuration word).

### REGISTER 2-8: PCON REGISTER (ADDRESS 8Eh)

	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-1
	—	—	—	—	—	—	$\overline{\text{POR}}$	$\overline{\text{BOR}}$
bit 7							bit 0	

bit 7-2     **Unimplemented:** Read as '0'

bit 1      **$\overline{\text{POR}}$ :** Power-on Reset Status bit

1 = No Power-on Reset occurred

0 = A Power-on Reset occurred (must be set in software after a Power-on Reset occurs)

bit 0      **$\overline{\text{BOR}}$ :** Brown-out Reset Status bit

1 = No Brown-out Reset occurred

0 = A Brown-out Reset occurred (must be set in software after a Brown-out Reset occurs)

**Legend:**

R = Readable bit

W = Writable bit

U = Unimplemented bit, read as '0'

- n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

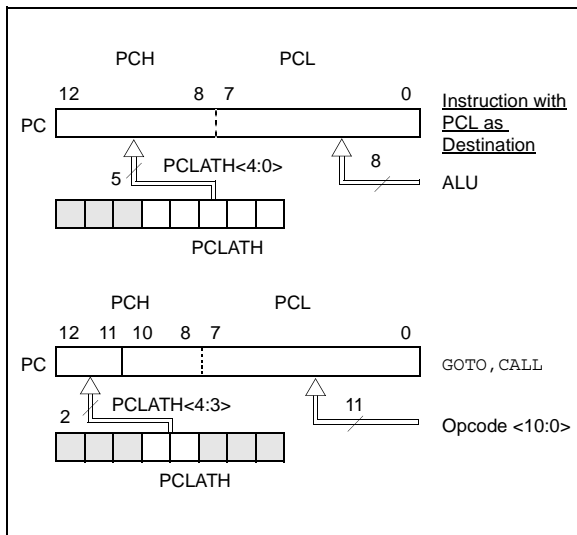
x = Bit is unknown

# PIC16F87X

## 2.3 PCL and PCLATH

The program counter (PC) is 13-bits wide. The low byte comes from the PCL register, which is a readable and writable register. The upper bits (PC<12:8>) are not readable, but are indirectly writable through the PCLATH register. On any RESET, the upper bits of the PC will be cleared. Figure 2-5 shows the two situations for the loading of the PC. The upper example in the figure shows how the PC is loaded on a write to PCL (PCLATH<4:0> → PCH). The lower example in the figure shows how the PC is loaded during a CALL or GOTO instruction (PCLATH<4:3> → PCH).

**FIGURE 2-5: LOADING OF PC IN DIFFERENT SITUATIONS**



### 2.3.1 COMPUTED GOTO

A computed GOTO is accomplished by adding an offset to the program counter (ADDWF PCL). When doing a table read using a computed GOTO method, care should be exercised if the table location crosses a PCL memory boundary (each 256 byte block). Refer to the application note, "Implementing a Table Read" (AN556).

### 2.3.2 STACK

The PIC16F87X family has an 8-level deep x 13-bit wide hardware stack. The stack space is not part of either program or data space and the stack pointer is not readable or writable. The PC is PUSHed onto the stack when a CALL instruction is executed, or an interrupt causes a branch. The stack is POPed in the event of a RETURN, RETLW or a RETFIE instruction execution. PCLATH is not affected by a PUSH or POP operation.

The stack operates as a circular buffer. This means that after the stack has been PUSHed eight times, the ninth push overwrites the value that was stored from the first push. The tenth push overwrites the second push (and so on).

**Note 1:** There are no status bits to indicate stack overflow or stack underflow conditions.

**2:** There are no instructions/mnemonics called PUSH or POP. These are actions that occur from the execution of the CALL, RETURN, RETLW and RETFIE instructions, or the vectoring to an interrupt address.

## 2.4 Program Memory Paging

All PIC16F87X devices are capable of addressing a continuous 8K word block of program memory. The CALL and GOTO instructions provide only 11 bits of address to allow branching within any 2K program memory page. When doing a CALL or GOTO instruction, the upper 2 bits of the address are provided by PCLATH<4:3>. When doing a CALL or GOTO instruction, the user must ensure that the page select bits are programmed so that the desired program memory page is addressed. If a return from a CALL instruction (or interrupt) is executed, the entire 13-bit PC is popped off the stack. Therefore, manipulation of the PCLATH<4:3> bits is not required for the return instructions (which POPs the address from the stack).

**Note:** The contents of the PCLATH register are unchanged after a RETURN or RETFIE instruction is executed. The user must rewrite the contents of the PCLATH register for any subsequent subroutine calls or GOTO instructions.

Example 2-1 shows the calling of a subroutine in page 1 of the program memory. This example assumes that PCLATH is saved and restored by the Interrupt Service Routine (if interrupts are used).

**EXAMPLE 2-1: CALL OF A SUBROUTINE IN PAGE 1 FROM PAGE 0**

```

ORG 0x500
BCF PCLATH,4
BSF PCLATH,3 ;Select page 1
                ;(800h-FFFh)
CALL SUB1_P1 ;Call subroutine in
:             ;page 1 (800h-FFFh)
:
ORG 0x900 ;page 1 (800h-FFFh)
SUB1_P1
:             ;called subroutine
                ;page 1 (800h-FFFh)
:
RETURN ;return to
                ;Call subroutine
                ;in page 0
                ;(000h-7FFh)
    
```

## 2.5 Indirect Addressing, INDF and FSR Registers

The INDF register is not a physical register. Addressing the INDF register will cause indirect addressing.

Indirect addressing is possible by using the INDF register. Any instruction using the INDF register actually accesses the register pointed to by the File Select Register, FSR. Reading the INDF register itself, indirectly (FSR = '0') will read 00h. Writing to the INDF register indirectly results in a no operation (although status bits may be affected). An effective 9-bit address is obtained by concatenating the 8-bit FSR register and the IRP bit (STATUS<7>), as shown in Figure 2-6.

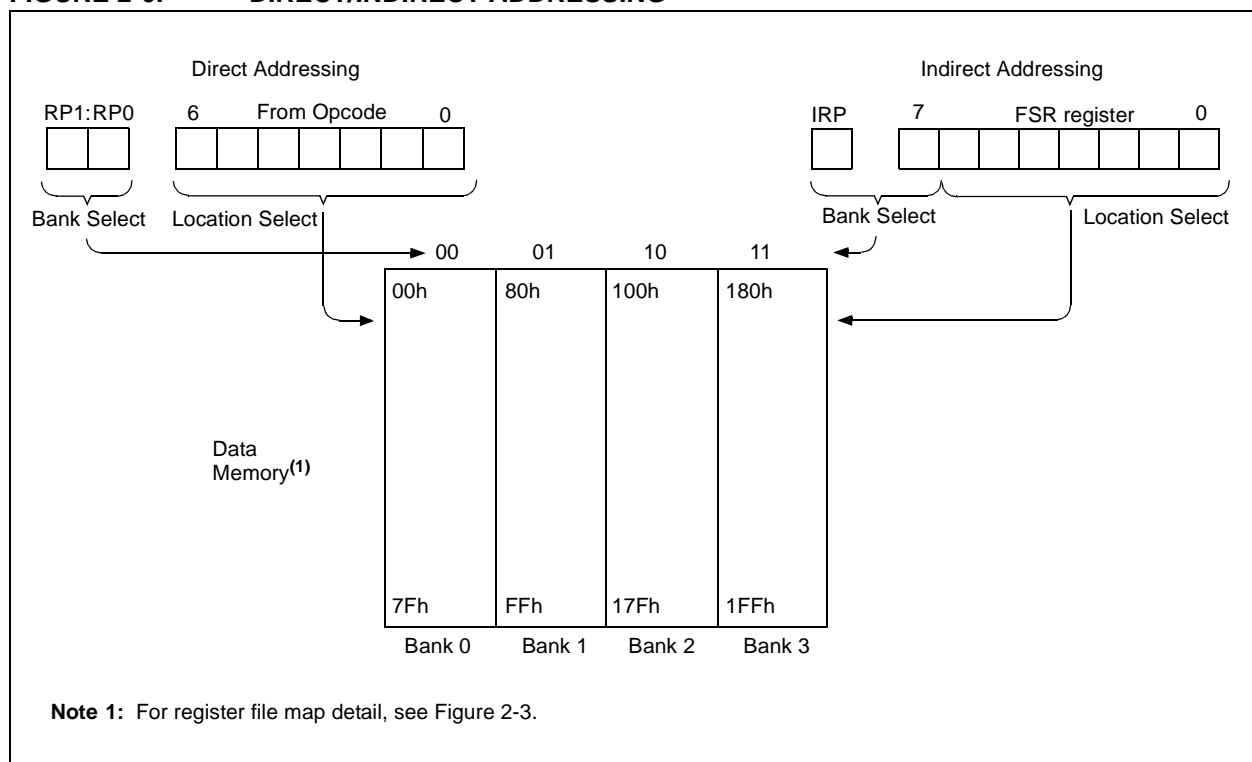
A simple program to clear RAM locations 20h-2Fh using indirect addressing is shown in Example 2-2.

### EXAMPLE 2-2: INDIRECT ADDRESSING

```

MOV LW 0x20 ;initialize pointer
MOV WF FSR ;to RAM
NEXT   CLR F INDF ;clear INDF register
       INC F FSR,F ;inc pointer
       BT FSS FSR,4 ;all done?
       GOTO NEXT ;no clear next
CONTINUE
       : ;yes continue
    
```

FIGURE 2-6: DIRECT/INDIRECT ADDRESSING





# PIC16F87X

---

NOTES:

## 3.0 I/O PORTS

Some pins for these I/O ports are multiplexed with an alternate function for the peripheral features on the device. In general, when a peripheral is enabled, that pin may not be used as a general purpose I/O pin.

Additional information on I/O ports may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

### 3.1 PORTA and the TRISA Register

PORTA is a 6-bit wide, bi-directional port. The corresponding data direction register is TRISA. Setting a TRISA bit (= 1) will make the corresponding PORTA pin an input (i.e., put the corresponding output driver in a Hi-Impedance mode). Clearing a TRISA bit (= 0) will make the corresponding PORTA pin an output (i.e., put the contents of the output latch on the selected pin).

Reading the PORTA register reads the status of the pins, whereas writing to it will write to the port latch. All write operations are read-modify-write operations. Therefore, a write to a port implies that the port pins are read, the value is modified and then written to the port data latch.

Pin RA4 is multiplexed with the Timer0 module clock input to become the RA4/T0CKI pin. The RA4/T0CKI pin is a Schmitt Trigger input and an open drain output. All other PORTA pins have TTL input levels and full CMOS output drivers.

Other PORTA pins are multiplexed with analog inputs and analog VREF input. The operation of each pin is selected by clearing/setting the control bits in the ADCON1 register (A/D Control Register1).

**Note:** On a Power-on Reset, these pins are configured as analog inputs and read as '0'.

The TRISA register controls the direction of the RA pins, even when they are being used as analog inputs. The user must ensure the bits in the TRISA register are maintained set when using them as analog inputs.

#### EXAMPLE 3-1: INITIALIZING PORTA

```
BCF STATUS, RP0 ;
BCF STATUS, RP1 ; Bank0
CLRF PORTA ; Initialize PORTA by
; clearing output
; data latches

BSF STATUS, RP0 ; Select Bank 1
MOVLW 0x06 ; Configure all pins
MOVWF ADCON1 ; as digital inputs
MOVLW 0xCF ; Value used to
; initialize data
; direction
MOVWF TRISA ; Set RA<3:0> as inputs
; RA<5:4> as outputs
; TRISA<7:6>are always
; read as '0'.
```

FIGURE 3-1: BLOCK DIAGRAM OF RA3:RA0 AND RA5 PINS

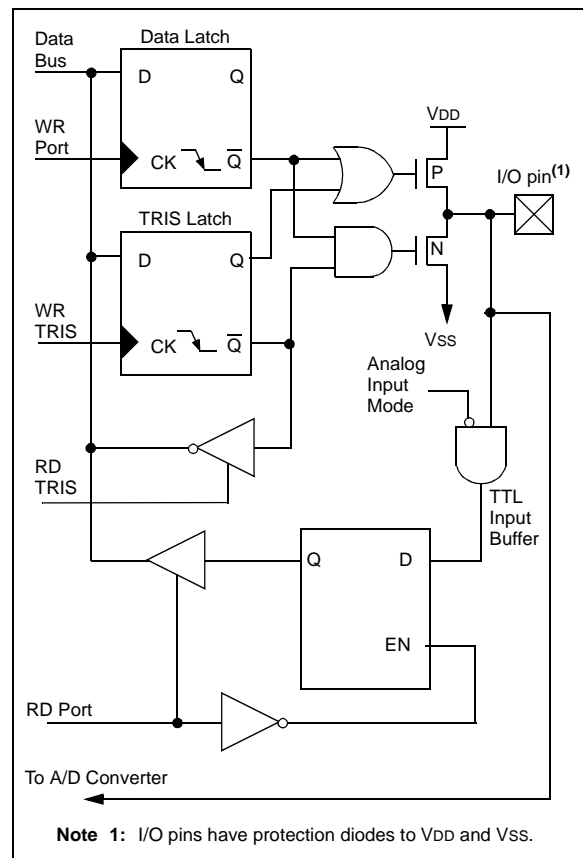
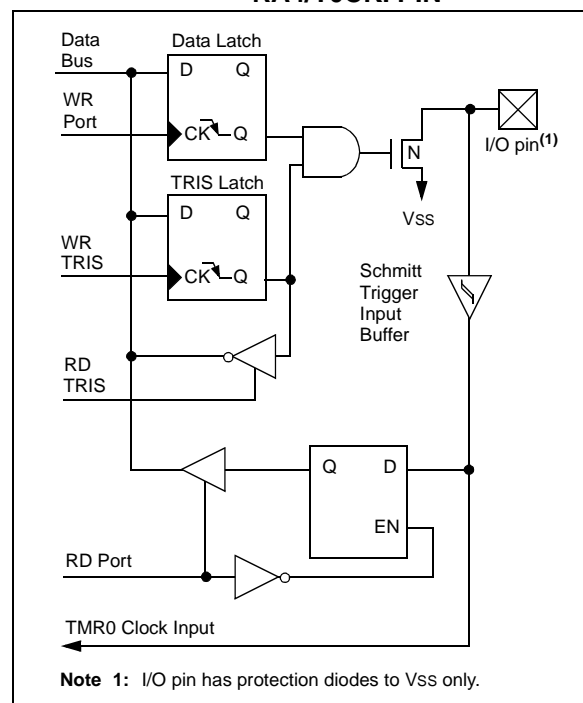


FIGURE 3-2: BLOCK DIAGRAM OF RA4/T0CKI PIN



# PIC16F87X

**TABLE 3-1: PORTA FUNCTIONS**

Name	Bit#	Buffer	Function
RA0/AN0	bit0	TTL	Input/output or analog input.
RA1/AN1	bit1	TTL	Input/output or analog input.
RA2/AN2	bit2	TTL	Input/output or analog input.
RA3/AN3/VREF	bit3	TTL	Input/output or analog input or VREF.
RA4/T0CKI	bit4	ST	Input/output or external clock input for Timer0. Output is open drain type.
RA5/ $\overline{SS}$ /AN4	bit5	TTL	Input/output or slave select input for synchronous serial port or analog input.

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input

**TABLE 3-2: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTA**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
05h	PORTA	—	—	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	--0x 0000	--0u 0000
85h	TRISA	—	—	PORTA Data Direction Register						--11 1111	--11 1111
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented locations read as '0'.

Shaded cells are not used by PORTA.

**Note:** When using the SSP module in SPI Slave mode and  $\overline{SS}$  enabled, the A/D converter must be set to one of the following modes, where PCFG3:PCFG0 = 0100, 0101, 011x, 1101, 1110, 1111.

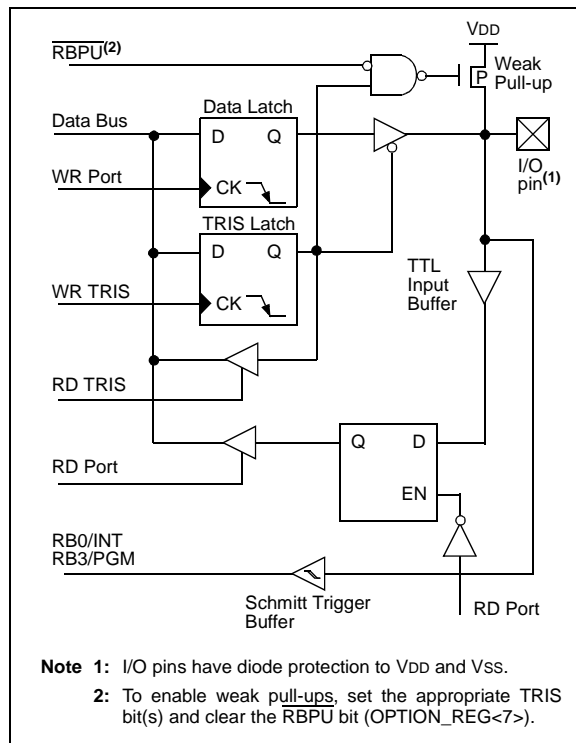
## 3.2 PORTB and the TRISB Register

PORTB is an 8-bit wide, bi-directional port. The corresponding data direction register is TRISB. Setting a TRISB bit (= 1) will make the corresponding PORTB pin an input (i.e., put the corresponding output driver in a Hi-Impedance mode). Clearing a TRISB bit (= 0) will make the corresponding PORTB pin an output (i.e., put the contents of the output latch on the selected pin).

Three pins of PORTB are multiplexed with the Low Voltage Programming function: RB3/PGM, RB6/PGC and RB7/PGD. The alternate functions of these pins are described in the Special Features Section.

Each of the PORTB pins has a weak internal pull-up. A single control bit can turn on all the pull-ups. This is performed by clearing bit RBPU (OPTION\_REG<7>). The weak pull-up is automatically turned off when the port pin is configured as an output. The pull-ups are disabled on a Power-on Reset.

**FIGURE 3-3: BLOCK DIAGRAM OF RB3:RB0 PINS**



Four of the PORTB pins, RB7:RB4, have an interrupt-on-change feature. Only pins configured as inputs can cause this interrupt to occur (i.e., any RB7:RB4 pin configured as an output is excluded from the interrupt-on-change comparison). The input pins (of RB7:RB4) are compared with the old value latched on the last read of PORTB. The "mismatch" outputs of RB7:RB4 are OR'ed together to generate the RB Port Change Interrupt with flag bit RBIF (INTCON<0>).

This interrupt can wake the device from SLEEP. The user, in the Interrupt Service Routine, can clear the interrupt in the following manner:

- Any read or write of PORTB. This will end the mismatch condition.
- Clear flag bit RBIF.

A mismatch condition will continue to set flag bit RBIF. Reading PORTB will end the mismatch condition and allow flag bit RBIF to be cleared.

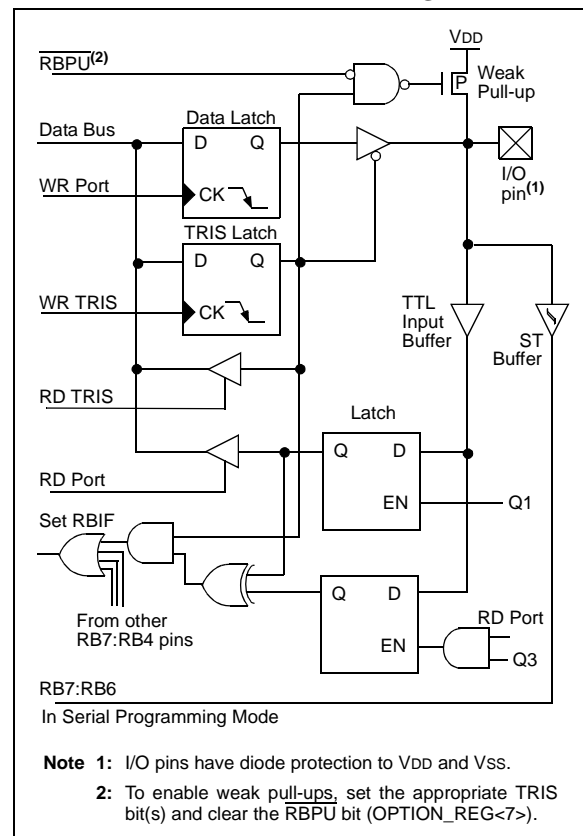
The interrupt-on-change feature is recommended for wake-up on key depression operation and operations where PORTB is only used for the interrupt-on-change feature. Polling of PORTB is not recommended while using the interrupt-on-change feature.

This interrupt-on-mismatch feature, together with software configurable pull-ups on these four pins, allow easy interface to a keypad and make it possible for wake-up on key depression. Refer to the Embedded Control Handbook, "Implementing Wake-up on Key Strokes" (AN552).

RB0/INT is an external interrupt input pin and is configured using the INTEDG bit (OPTION\_REG<6>).

RB0/INT is discussed in detail in Section 12.10.1.

**FIGURE 3-4: BLOCK DIAGRAM OF RB7:RB4 PINS**



# PIC16F87X

**TABLE 3-3: PORTB FUNCTIONS**

Name	Bit#	Buffer	Function
RB0/INT	bit0	TTL/ST <sup>(1)</sup>	Input/output pin or external interrupt input. Internal software programmable weak pull-up.
RB1	bit1	TTL	Input/output pin. Internal software programmable weak pull-up.
RB2	bit2	TTL	Input/output pin. Internal software programmable weak pull-up.
RB3/PGM <sup>(3)</sup>	bit3	TTL	Input/output pin or programming pin in LVP mode. Internal software programmable weak pull-up.
RB4	bit4	TTL	Input/output pin (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.
RB5	bit5	TTL	Input/output pin (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.
RB6/PGC	bit6	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Input/output pin (with interrupt-on-change) or In-Circuit Debugger pin. Internal software programmable weak pull-up. Serial programming clock.
RB7/PGD	bit7	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Input/output pin (with interrupt-on-change) or In-Circuit Debugger pin. Internal software programmable weak pull-up. Serial programming data.

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input

**Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.

**2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.

**3:** Low Voltage ICSP Programming (LVP) is enabled by default, which disables the RB3 I/O function. LVP must be disabled to enable RB3 as an I/O pin and allow maximum compatibility to the other 28-pin and 40-pin mid-range devices.

**TABLE 3-4: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTB**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
06h, 106h	PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
86h, 186h	TRISB	PORTB Data Direction Register								1111 1111	1111 1111
81h, 181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged. Shaded cells are not used by PORTB.

## 3.3 PORTC and the TRISC Register

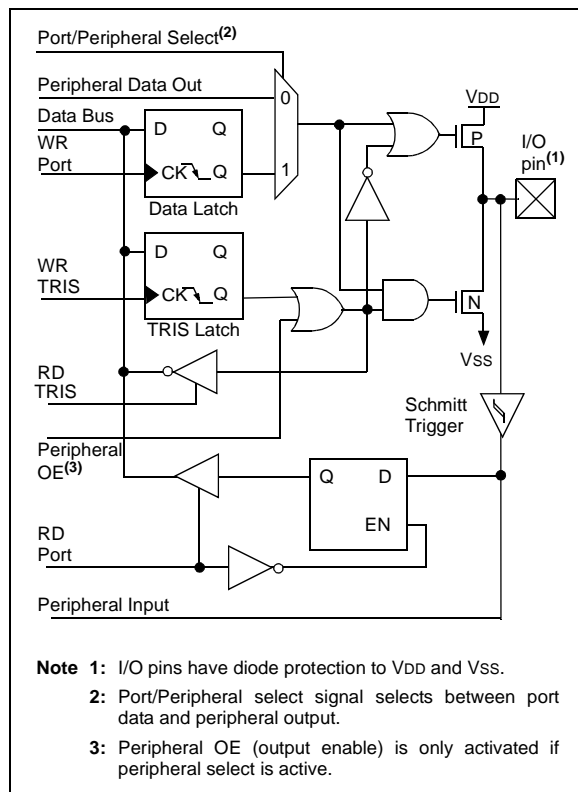
PORTC is an 8-bit wide, bi-directional port. The corresponding data direction register is TRISC. Setting a TRISC bit (= 1) will make the corresponding PORTC pin an input (i.e., put the corresponding output driver in a Hi-Impedance mode). Clearing a TRISC bit (= 0) will make the corresponding PORTC pin an output (i.e., put the contents of the output latch on the selected pin).

PORTC is multiplexed with several peripheral functions (Table 3-5). PORTC pins have Schmitt Trigger input buffers.

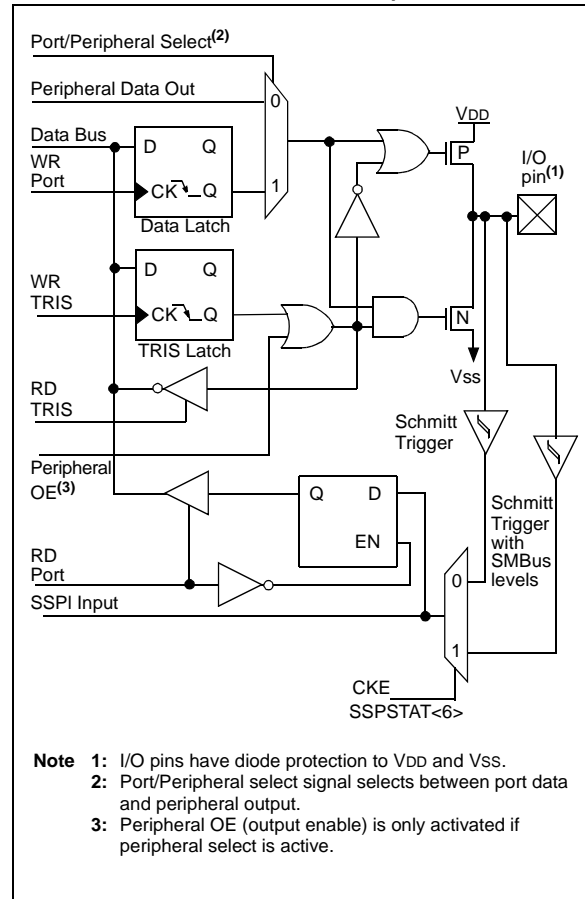
When the I<sup>2</sup>C module is enabled, the PORTC<4:3> pins can be configured with normal I<sup>2</sup>C levels, or with SMBus levels by using the CKE bit (SSPSTAT<6>).

When enabling peripheral functions, care should be taken in defining TRIS bits for each PORTC pin. Some peripherals override the TRIS bit to make a pin an output, while other peripherals override the TRIS bit to make a pin an input. Since the TRIS bit override is in effect while the peripheral is enabled, read-modify-write instructions (BSF, BCF, XORWF) with TRISC as destination, should be avoided. The user should refer to the corresponding peripheral section for the correct TRIS bit settings.

**FIGURE 3-5: PORTC BLOCK DIAGRAM (PERIPHERAL OUTPUT OVERRIDE) RC<2:0>, RC<7:5>**



**FIGURE 3-6: PORTC BLOCK DIAGRAM (PERIPHERAL OUTPUT OVERRIDE) RC<4:3>**



# PIC16F87X

**TABLE 3-5: PORTC FUNCTIONS**

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RC0/T1OSO/T1CKI	bit0	ST	Input/output port pin or Timer1 oscillator output/Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	bit1	ST	Input/output port pin or Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	bit2	ST	Input/output port pin or Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	bit3	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock for both SPI and I <sup>2</sup> C modes.
RC4/SDI/SDA	bit4	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I <sup>2</sup> C mode).
RC5/SDO	bit5	ST	Input/output port pin or Synchronous Serial Port data output.
RC6/TX/CK	bit6	ST	Input/output port pin or USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	bit7	ST	Input/output port pin or USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.

Legend: ST = Schmitt Trigger input

**TABLE 3-6: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTC**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
07h	PORTC	RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
87h	TRISC	PORTC Data Direction Register								1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged

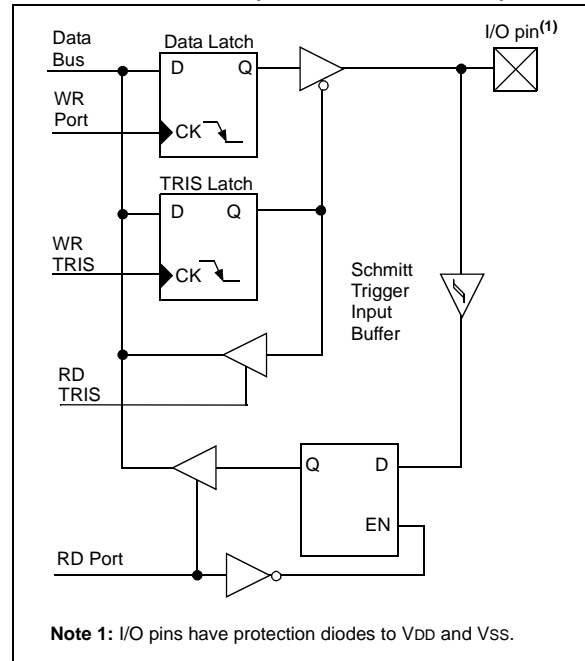
### 3.4 PORTD and TRISD Registers

PORTD and TRISD are not implemented on the PIC16F873 or PIC16F876.

PORTD is an 8-bit port with Schmitt Trigger input buffers. Each pin is individually configureable as an input or output.

PORTD can be configured as an 8-bit wide microprocessor port (parallel slave port) by setting control bit PSPMODE (TRISE<4>). In this mode, the input buffers are TTL.

**FIGURE 3-7: PORTD BLOCK DIAGRAM (IN I/O PORT MODE)**



**TABLE 3-7: PORTD FUNCTIONS**

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RD0/PSP0	bit0	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit0.
RD1/PSP1	bit1	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit1.
RD2/PSP2	bit2	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit2.
RD3/PSP3	bit3	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit3.
RD4/PSP4	bit4	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit4.
RD5/PSP5	bit5	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit5.
RD6/PSP6	bit6	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit6.
RD7/PSP7	bit7	ST/TTL <sup>(1)</sup>	Input/output port pin or parallel slave port bit7.

Legend: ST = Schmitt Trigger input, TTL = TTL input

**Note 1:** Input buffers are Schmitt Triggers when in I/O mode and TTL buffers when in Parallel Slave Port mode.

**TABLE 3-8: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTD**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
08h	PORTD	RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
88h	TRISD	PORTD Data Direction Register								1111 1111	1111 1111
89h	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction Bits			0000 -111	0000 -111

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by PORTD.



# PIC16F87X

## 3.5 PORTE and TRISE Register

PORTE and TRISE are not implemented on the PIC16F873 or PIC16F876.

PORTE has three pins (RE0/ $\overline{RD}$ /AN5, RE1/ $\overline{WR}$ /AN6, and RE2/ $\overline{CS}$ /AN7) which are individually configurable as inputs or outputs. These pins have Schmitt Trigger input buffers.

The PORTE pins become the I/O control inputs for the microprocessor port when bit PSPMODE (TRISE<4>) is set. In this mode, the user must make certain that the TRISE<2:0> bits are set, and that the pins are configured as digital inputs. Also ensure that ADCON1 is configured for digital I/O. In this mode, the input buffers are TTL.

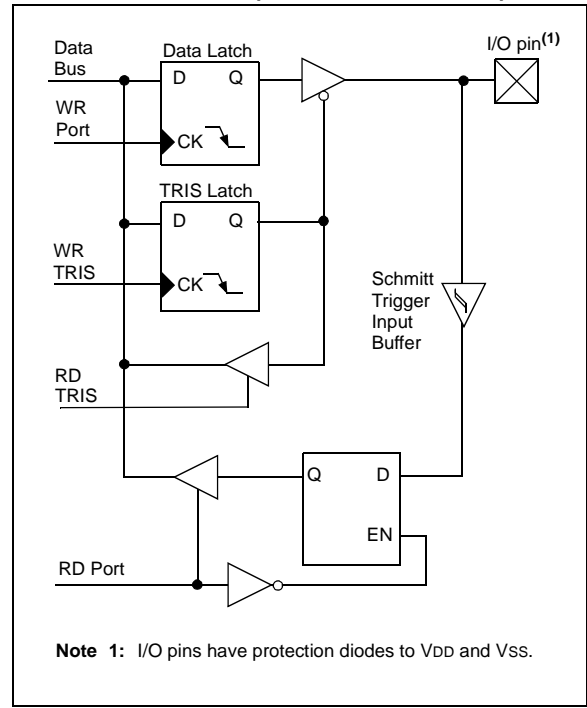
Register 3-1 shows the TRISE register, which also controls the parallel slave port operation.

PORTE pins are multiplexed with analog inputs. When selected for analog input, these pins will read as '0's.

TRISE controls the direction of the RE pins, even when they are being used as analog inputs. The user must make sure to keep the pins configured as inputs when using them as analog inputs.

**Note:** On a Power-on Reset, these pins are configured as analog inputs, and read as '0'.

**FIGURE 3-8: PORTE BLOCK DIAGRAM (IN I/O PORT MODE)**



**TABLE 3-9: PORTE FUNCTIONS**

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RE0/ $\overline{RD}$ /AN5	bit0	ST/TTL <sup>(1)</sup>	I/O port pin or read control input in Parallel Slave Port mode or analog input: $\overline{RD}$ 1 = Idle 0 = Read operation. Contents of PORTD register are output to PORTD I/O pins (if chip selected)
RE1/ $\overline{WR}$ /AN6	bit1	ST/TTL <sup>(1)</sup>	I/O port pin or write control input in Parallel Slave Port mode or analog input: $\overline{WR}$ 1 = Idle 0 = Write operation. Value of PORTD I/O pins is latched into PORTD register (if chip selected)
RE2/ $\overline{CS}$ /AN7	bit2	ST/TTL <sup>(1)</sup>	I/O port pin or chip select control input in Parallel Slave Port mode or analog input: $\overline{CS}$ 1 = Device is not selected 0 = Device is selected

Legend: ST = Schmitt Trigger input, TTL = TTL input

**Note 1:** Input buffers are Schmitt Triggers when in I/O mode and TTL buffers when in Parallel Slave Port mode.

**TABLE 3-10: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTE**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
09h	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	---- -uuu
89h	TRISE	IBF	OBf	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction Bits			0000 -111	0000 -111
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by PORTE.

## REGISTER 3-1: TRISE REGISTER (ADDRESS 89h)

R-0	R-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1
IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	Bit2	Bit1	Bit0
bit 7							bit 0

### Parallel Slave Port Status/Control Bits:

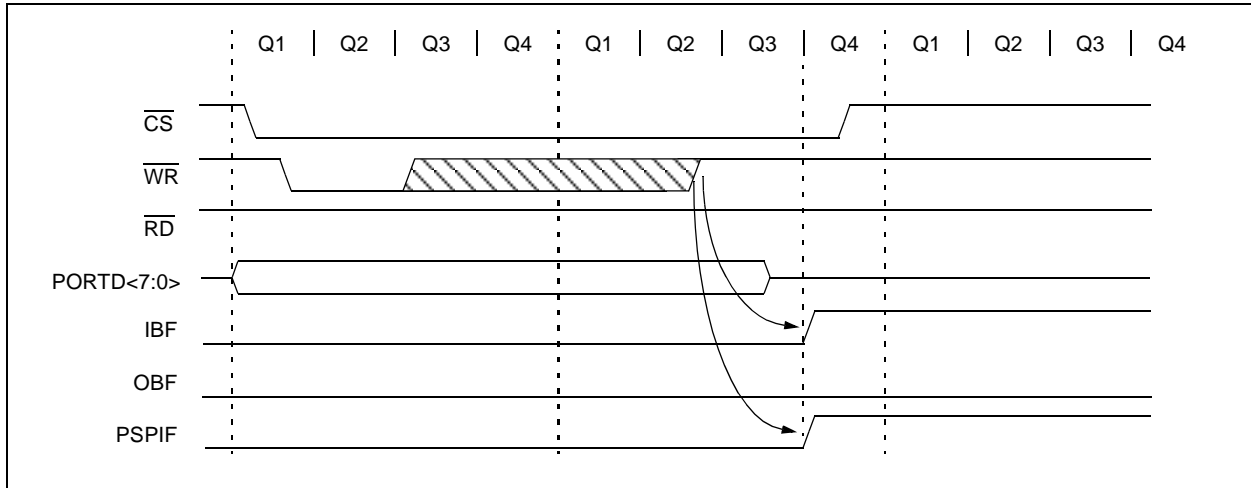
- bit 7 **IBF:** Input Buffer Full Status bit  
 1 = A word has been received and is waiting to be read by the CPU  
 0 = No word has been received
- bit 6 **OBF:** Output Buffer Full Status bit  
 1 = The output buffer still holds a previously written word  
 0 = The output buffer has been read
- bit 5 **IBOV:** Input Buffer Overflow Detect bit (in Microprocessor mode)  
 1 = A write occurred when a previously input word has not been read (must be cleared in software)  
 0 = No overflow occurred
- bit 4 **PSPMODE:** Parallel Slave Port Mode Select bit  
 1 = PORTD functions in Parallel Slave Port mode  
 0 = PORTD functions in general purpose I/O mode
- bit 3 **Unimplemented:** Read as '0'
- PORTE Data Direction Bits:**
- bit 2 **Bit2:** Direction Control bit for pin RE2/ $\overline{\text{CS}}$ /AN7  
 1 = Input  
 0 = Output
- bit 1 **Bit1:** Direction Control bit for pin RE1/ $\overline{\text{WR}}$ /AN6  
 1 = Input  
 0 = Output
- bit 0 **Bit0:** Direction Control bit for pin RE0/ $\overline{\text{RD}}$ /AN5  
 1 = Input  
 0 = Output

### Legend:

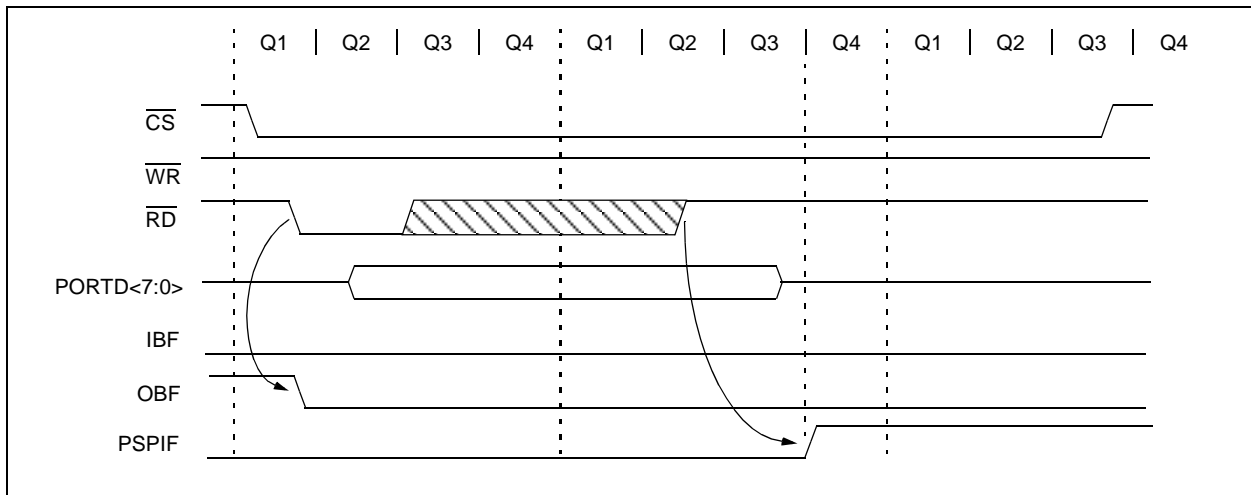
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared    x = Bit is unknown



**FIGURE 3-10: PARALLEL SLAVE PORT WRITE WAVEFORMS**



**FIGURE 3-11: PARALLEL SLAVE PORT READ WAVEFORMS**



**TABLE 3-11: REGISTERS ASSOCIATED WITH PARALLEL SLAVE PORT**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
08h	PORTD	Port Data Latch when written: Port pins when read								xxxx xxxx	uuuu uuuu
09h	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	---- -uuu
89h	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction Bits			0000 -111	0000 -111
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the Parallel Slave Port.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

# PIC16F87X

---

NOTES:

## 4.0 DATA EEPROM AND FLASH PROGRAM MEMORY

The Data EEPROM and FLASH Program Memory are readable and writable during normal operation over the entire VDD range. These operations take place on a single byte for Data EEPROM memory and a single word for Program memory. A write operation causes an erase-then-write operation to take place on the specified byte or word. A bulk erase operation may not be issued from user code (which includes removing code protection).

Access to program memory allows for checksum calculation. The values written to program memory do not need to be valid instructions. Therefore, up to 14-bit numbers can be stored in memory for use as calibration parameters, serial numbers, packed 7-bit ASCII, etc. Executing a program memory location containing data that form an invalid instruction, results in the execution of a NOP instruction.

The EEPROM Data memory is rated for high erase/write cycles (specification D120). The FLASH program memory is rated much lower (specification D130), because EEPROM data memory can be used to store frequently updated values. An on-chip timer controls the write time and it will vary with voltage and temperature, as well as from chip to chip. Please refer to the specifications for exact limits (specifications D122 and D133).

A byte or word write automatically erases the location and writes the new value (erase before write). Writing to EEPROM data memory does not impact the operation of the device. Writing to program memory will cease the execution of instructions until the write is complete. The program memory cannot be accessed during the write. During the write operation, the oscillator continues to run, the peripherals continue to function and interrupt events will be detected and essentially “queued” until the write is complete. When the write completes, the next instruction in the pipeline is executed and the branch to the interrupt vector will take place, if the interrupt is enabled and occurred during the write.

Read and write access to both memories take place indirectly through a set of Special Function Registers (SFR). The six SFRs used are:

- EEDATA
- EEDATH
- EEADR
- EEADRH
- EECON1
- EECON2

The EEPROM data memory allows byte read and write operations without interfering with the normal operation of the microcontroller. When interfacing to EEPROM data memory, the EEADR register holds the address to be accessed. Depending on the operation, the EEDATA register holds the data to be written, or the data read, at the address in EEADR. The PIC16F873/874 devices have 128 bytes of EEPROM data memory and therefore, require that the MSb of EEADR remain clear. The EEPROM data memory on these devices do not wrap around to 0, i.e., 0x80 in the EEADR does not map to 0x00. The PIC16F876/877 devices have 256 bytes of EEPROM data memory and therefore, uses all 8-bits of the EEADR.

The FLASH program memory allows non-intrusive read access, but write operations cause the device to stop executing instructions, until the write completes. When interfacing to the program memory, the EEADRH:EEADR registers form a two-byte word, which holds the 13-bit address of the memory location being accessed. The register combination of EEDATH:EEDATA holds the 14-bit data for writes, or reflects the value of program memory after a read operation. Just as in EEPROM data memory accesses, the value of the EEADRH:EEADR registers must be within the valid range of program memory, depending on the device: 0000h to 1FFFh for the PIC16F873/874, or 0000h to 3FFFh for the PIC16F876/877. Addresses outside of this range do not wrap around to 0000h (i.e., 4000h does not map to 0000h on the PIC16F877).

### 4.1 EECON1 and EECON2 Registers

The EECON1 register is the control register for configuring and initiating the access. The EECON2 register is not a physically implemented register, but is used exclusively in the memory write sequence to prevent inadvertent writes.

There are many bits used to control the read and write operations to EEPROM data and FLASH program memory. The EEPGD bit determines if the access will be a program or data memory access. When clear, any subsequent operations will work on the EEPROM data memory. When set, all subsequent operations will operate in the program memory.

Read operations only use one additional bit, RD, which initiates the read operation from the desired memory location. Once this bit is set, the value of the desired memory location will be available in the data registers. This bit cannot be cleared by firmware. It is automatically cleared at the end of the read operation. For EEPROM data memory reads, the data will be available in the EEDATA register in the very next instruction cycle after the RD bit is set. For program memory reads, the data will be loaded into the EEDATH:EEDATA registers, following the second instruction after the RD bit is set.

# PIC16F87X

Write operations have two control bits, WR and WREN, and two status bits, WRERR and EEIF. The WREN bit is used to enable or disable the write operation. When WREN is clear, the write operation will be disabled. Therefore, the WREN bit must be set before executing a write operation. The WR bit is used to initiate the write operation. It also is automatically cleared at the end of the write operation. The interrupt flag EEIF is used to determine when the memory write completes. This flag must be cleared in software before setting the WR bit. For EEPROM data memory, once the WREN bit and the WR bit have been set, the desired memory address in EEADR will be erased, followed by a write of the data in EEDATA. This operation takes place in parallel with the microcontroller continuing to execute normally. When the write is complete, the EEIF flag bit will be set. For program memory, once the WREN bit and the WR bit have been set, the microcontroller will cease to execute instructions.

The desired memory location pointed to by EEADRH:EEADR will be erased. Then, the data value in EEDATH:EEDATA will be programmed. When complete, the EEIF flag bit will be set and the microcontroller will continue to execute code.

The WRERR bit is used to indicate when the PIC16F87X device has been reset during a write operation. WRERR should be cleared after Power-on Reset. Thereafter, it should be checked on any other RESET. The WRERR bit is set when a write operation is interrupted by a MCLR Reset, or a WDT Time-out Reset, during normal operation. In these situations, following a RESET, the user should check the WRERR bit and rewrite the memory location, if set. The contents of the data registers, address registers and EEPGD bit are not affected by either MCLR Reset, or WDT Time-out Reset, during normal operation.

## REGISTER 4-1: EECON1 REGISTER (ADDRESS 18Ch)

R/W-x	U-0	U-0	U-0	R/W-x	R/W-0	R/S-0	R/S-0
EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD
bit 7							bit 0

- bit 7 **EEPGD:** Program/Data EEPROM Select bit  
 1 = Accesses program memory  
 0 = Accesses data memory  
 (This bit cannot be changed while a read or write operation is in progress)
- bit 6-4 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 3 **WRERR:** EEPROM Error Flag bit  
 1 = A write operation is prematurely terminated  
 (any MCLR Reset or any WDT Reset during normal operation)  
 0 = The write operation completed
- bit 2 **WREN:** EEPROM Write Enable bit  
 1 = Allows write cycles  
 0 = Inhibits write to the EEPROM
- bit 1 **WR:** Write Control bit  
 1 = Initiates a write cycle. (The bit is cleared by hardware once write is complete. The WR bit can only be set (not cleared) in software.)  
 0 = Write cycle to the EEPROM is complete
- bit 0 **RD:** Read Control bit  
 1 = Initiates an EEPROM read. (RD is cleared in hardware. The RD bit can only be set (not cleared) in software.)  
 0 = Does not initiate an EEPROM read

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

## 4.2 Reading the EEPROM Data Memory

Reading EEPROM data memory only requires that the desired address to access be written to the EEADR register and clear the EEPGD bit. After the RD bit is set, data will be available in the EEDATA register on the very next instruction cycle. EEDATA will hold this value until another read operation is initiated or until it is written by firmware.

The steps to reading the EEPROM data memory are:

1. Write the address to EEDATA. Make sure that the address is not larger than the memory size of the PIC16F87X device.
2. Clear the EEPGD bit to point to EEPROM data memory.
3. Set the RD bit to start the read operation.
4. Read the data from the EEDATA register.

### EXAMPLE 4-1: EEPROM DATA READ

```
BSF    STATUS, RP1    ;
BCF    STATUS, RP0    ;Bank 2
MOVF   ADDR, W        ;Write address
MOVWF  EEADR          ;to read from
BSF    STATUS, RP0    ;Bank 3
BCF    EECON1, EEPGD ;Point to Data memory
BSF    EECON1, RD     ;Start read operation
BCF    STATUS, RP0    ;Bank 2

MOVF   EEDATA, W      ;W = EEDATA
```

## 4.3 Writing to the EEPROM Data Memory

There are many steps in writing to the EEPROM data memory. Both address and data values must be written to the SFRs. The EEPGD bit must be cleared, and the WREN bit must be set, to enable writes. The WREN bit should be kept clear at all times, except when writing to the EEPROM data. The WR bit can only be set if the WREN bit was set in a previous operation, i.e., they both cannot be set in the same operation. The WREN bit should then be cleared by firmware after the write. Clearing the WREN bit before the write actually completes will not terminate the write in progress.

Writes to EEPROM data memory must also be prefaced with a special sequence of instructions, that prevent inadvertent write operations. This is a sequence of five instructions that must be executed without interruptions. The firmware should verify that a write is not in progress, before starting another cycle.

The steps to write to EEPROM data memory are:

1. If step 10 is not implemented, check the WR bit to see if a write is in progress.
2. Write the address to EEADR. Make sure that the address is not larger than the memory size of the PIC16F87X device.
3. Write the 8-bit data value to be programmed in the EEDATA register.
4. Clear the EEPGD bit to point to EEPROM data memory.
5. Set the WREN bit to enable program operations.
6. Disable interrupts (if enabled).
7. Execute the special five instruction sequence:
  - Write 55h to EECON2 in two steps (first to W, then to EECON2)
  - Write AAh to EECON2 in two steps (first to W, then to EECON2)
  - Set the WR bit
8. Enable interrupts (if using interrupts).
9. Clear the WREN bit to disable program operations.
10. At the completion of the write cycle, the WR bit is cleared and the EEIF interrupt flag bit is set. (EEIF must be cleared by firmware.) If step 1 is not implemented, then firmware should check for EEIF to be set, or WR to clear, to indicate the end of the program cycle.

### EXAMPLE 4-2: EEPROM DATA WRITE

```
BSF    STATUS, RP1    ;
BSF    STATUS, RP0    ;Bank 3
BTFSF  EECON1, WR     ;Wait for
GOTO   $-1            ;write to finish
BCF    STATUS, RP0    ;Bank 2
MOVF   ADDR, W        ;Address to
MOVWF  EEADR          ;write to
MOVF   VALUE, W       ;Data to
MOVWF  EEDATA         ;write
BSF    STATUS, RP0    ;Bank 3
BCF    EECON1, EEPGD ;Point to Data memory
BSF    EECON1, WREN   ;Enable writes
                        ;Only disable interrupts
BCF    INTCON, GIE    ;if already enabled,
                        ;otherwise discard

MOVLW  0x55           ;Write 55h to
MOVWF  EECON2         ;EECON2
MOVLW  0xAA           ;Write AAh to
MOVWF  EECON2         ;EECON2
BSF    EECON1, WR     ;Start write operation
                        ;Only enable interrupts
BSF    INTCON, GIE    ;if using interrupts,
                        ;otherwise discard
BCF    EECON1, WREN   ;Disable writes
```



# PIC16F87X

## 4.4 Reading the FLASH Program Memory

Reading FLASH program memory is much like that of EEPROM data memory, only two NOP instructions must be inserted after the RD bit is set. These two instruction cycles that the NOP instructions execute, will be used by the microcontroller to read the data out of program memory and insert the value into the EEDATH:EEDATA registers. Data will be available following the second NOP instruction. EEDATH and EEDATA will hold their value until another read operation is initiated, or until they are written by firmware.

The steps to reading the FLASH program memory are:

1. Write the address to EEADRH:EEADR. Make sure that the address is not larger than the memory size of the PIC16F87X device.
2. Set the EEPGD bit to point to FLASH program memory.
3. Set the RD bit to start the read operation.
4. Execute two NOP instructions to allow the microcontroller to read out of program memory.
5. Read the data from the EEDATH:EEDATA registers.

### EXAMPLE 4-3: FLASH PROGRAM READ

```
BSF    STATUS, RP1    ;
BCF    STATUS, RP0    ;Bank 2
MOVF   ADDR, W        ;Write the
MOVWF  EEADR          ;address bytes
MOVF   ADDRH, W       ;for the desired
MOVWF  EEADRH        ;address to read
BSF    STATUS, RP0    ;Bank 3
BSF    EECON1, EEPGD ;Point to Program memory
BSF    EECON1, RD     ;Start read operation
NOP    ;Required two NOPs
NOP    ;
BCF    STATUS, RP0    ;Bank 2
MOVF   EEDATA, W      ;DATAL = EEDATA
MOVWF  DATAL          ;
MOVF   EEDATH, W      ;DATAH = EEDATH
MOVWF  DATAH        ;
```

## 4.5 Writing to the FLASH Program Memory

Writing to FLASH program memory is unique, in that the microcontroller does not execute instructions while programming is taking place. The oscillator continues to run and all peripherals continue to operate and queue interrupts, if enabled. Once the write operation completes (specification D133), the processor begins executing code from where it left off. The other important difference when writing to FLASH program memory, is that the WRT configuration bit, when clear, prevents any writes to program memory (see Table 4-1).

Just like EEPROM data memory, there are many steps in writing to the FLASH program memory. Both address and data values must be written to the SFRs. The EEPGD bit must be set, and the WREN bit must be set to enable writes. The WREN bit should be kept clear at all times, except when writing to the FLASH Program memory. The WR bit can only be set if the WREN bit was set in a previous operation, i.e., they both cannot be set in the same operation. The WREN bit should then be cleared by firmware after the write. Clearing the WREN bit before the write actually completes will not terminate the write in progress.

Writes to program memory must also be prefaced with a special sequence of instructions that prevent inadvertent write operations. This is a sequence of five instructions that must be executed without interruption for each byte written. These instructions must then be followed by two NOP instructions to allow the microcontroller to setup for the write operation. Once the write is complete, the execution of instructions starts with the instruction after the second NOP.

The steps to write to program memory are:

1. Write the address to EEADRH:EEADR. Make sure that the address is not larger than the memory size of the PIC16F87X device.
2. Write the 14-bit data value to be programmed in the EEDATH:EEDATA registers.
3. Set the EEPGD bit to point to FLASH program memory.
4. Set the WREN bit to enable program operations.
5. Disable interrupts (if enabled).
6. Execute the special five instruction sequence:
  - Write 55h to EECON2 in two steps (first to W, then to EECON2)
  - Write AAh to EECON2 in two steps (first to W, then to EECON2)
  - Set the WR bit
7. Execute two NOP instructions to allow the microcontroller to setup for write operation.
8. Enable interrupts (if using interrupts).
9. Clear the WREN bit to disable program operations.

At the completion of the write cycle, the WR bit is cleared and the EEIF interrupt flag bit is set. (EEIF must be cleared by firmware.) Since the microcontroller does not execute instructions during the write cycle, the firmware does not necessarily have to check either EEIF, or WR, to determine if the write had finished.

#### EXAMPLE 4-4: FLASH PROGRAM WRITE

```

BSF    STATUS, RP1    ;
BCF    STATUS, RP0    ;Bank 2
MOVF   ADDR1, W      ;Write address
MOVWF  EEADR          ;of desired
MOVF   ADDR2, W      ;program memory
MOVWF  EEADR2        ;location
MOVF   VALUE1, W     ;Write value to
MOVWF  EEEDATA       ;program at
MOVF   VALUE2, W     ;desired memory
MOVWF  EEEDATA2      ;location
BSF    STATUS, RP0    ;Bank 3
BSF    EECON1, EEPGD ;Point to Program memory
BSF    EECON1, WREN  ;Enable writes
                    ;Only disable interrupts
BCF    INTCON, GIE   ;if already enabled,
                    ;otherwise discard
MOVLW  0x55          ;Write 55h to
MOVWF  EECON2        ;EECON2
MOVLW  0xAA          ;Write AAh to
MOVWF  EECON2        ;EECON2
BSF    EECON1, WR    ;Start write operation
NOP                    ;Two NOPs to allow micro
NOP                    ;to setup for write
                    ;Only enable interrupts
BSF    INTCON, GIE   ;if using interrupts,
                    ;otherwise discard
BCF    EECON1, WREN  ;Disable writes
    
```

#### 4.6 Write Verify

The PIC16F87X devices do not automatically verify the value written during a write operation. Depending on the application, good programming practice may dictate that the value written to memory be verified against the original value. This should be used in applications where excessive writes can stress bits near the specified endurance limits.

#### 4.7 Protection Against Spurious Writes

There are conditions when the device may not want to write to the EEPROM data memory or FLASH program memory. To protect against these spurious write conditions, various mechanisms have been built into the PIC16F87X devices. On power-up, the WREN bit is cleared and the Power-up Timer (if enabled) prevents writes.

The write initiate sequence, and the WREN bit together, help prevent any accidental writes during brown-out, power glitches, or firmware malfunction.

#### 4.8 Operation While Code Protected

The PIC16F87X devices have two code protect mechanisms, one bit for EEPROM data memory and two bits for FLASH program memory. Data can be read and written to the EEPROM data memory, regardless of the state of the code protection bit, CPD. When code protection is enabled and CPD cleared, external access via ICSP is disabled, regardless of the state of the program memory code protect bits. This prevents the contents of EEPROM data memory from being read out of the device.

The state of the program memory code protect bits, CP0 and CP1, do not affect the execution of instructions out of program memory. The PIC16F87X devices can always read the values in program memory, regardless of the state of the code protect bits. However, the state of the code protect bits and the WRT bit will have different effects on writing to program memory. Table 4-1 shows the effect of the code protect bits and the WRT bit on program memory.

Once code protection has been enabled for either EEPROM data memory or FLASH program memory, only a full erase of the entire device will disable code protection.

# PIC16F87X

## 4.9 FLASH Program Memory Write Protection

The configuration word contains a bit that write protects the FLASH program memory, called WRT. This bit can only be accessed when programming the PIC16F87X device via ICSP. Once write protection is enabled, only an erase of the entire device will disable it. When enabled, write protection prevents any writes to FLASH program memory. Write protection does not affect program memory reads.

**TABLE 4-1: READ/WRITE STATE OF INTERNAL FLASH PROGRAM MEMORY**

Configuration Bits			Memory Location	Internal Read	Internal Write	ICSP Read	ICSP Write
CP1	CP0	WRT					
0	0	x	All program memory	Yes	No	No	No
0	1	0	Unprotected areas	Yes	No	Yes	No
0	1	0	Protected areas	Yes	No	No	No
0	1	1	Unprotected areas	Yes	Yes	Yes	No
0	1	1	Protected areas	Yes	No	No	No
1	0	0	Unprotected areas	Yes	No	Yes	No
1	0	0	Protected areas	Yes	No	No	No
1	0	1	Unprotected areas	Yes	Yes	Yes	No
1	0	1	Protected areas	Yes	No	No	No
1	1	0	All program memory	Yes	No	Yes	Yes
1	1	1	All program memory	Yes	Yes	Yes	Yes

**TABLE 4-2: REGISTERS ASSOCIATED WITH DATA EEPROM/PROGRAM FLASH**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
10Dh	EEADR	EEPROM Address Register, Low Byte								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10Fh	EEADRH	—	—	—	EEPROM Address, High Byte					xxxx xxxx	uuuu uuuu
10Ch	EEDATA	EEPROM Data Register, Low Byte								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10Eh	EEDATH	—	—	EEPROM Data Register, High Byte						xxxx xxxx	uuuu uuuu
18Ch	EECON1	EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD	x--- x000	x--- u000
18Dh	EECON2	EEPROM Control Register2 (not a physical register)								—	—
8Dh	PIE2	—	(1)	—	EEIE	BCLIE	—	—	CCP2IE	-r-0 0--0	-r-0 0--0
0Dh	PIR2	—	(1)	—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	-r-0 0--0	-r-0 0--0

Legend: x = unknown, u = unchanged, r = reserved, - = unimplemented, read as '0'.

Shaded cells are not used during FLASH/EEPROM access.

**Note 1:** These bits are reserved; always maintain these bits clear.

## 5.0 TIMER0 MODULE

The Timer0 module timer/counter has the following features:

- 8-bit timer/counter
- Readable and writable
- 8-bit software programmable prescaler
- Internal or external clock select
- Interrupt on overflow from FFh to 00h
- Edge select for external clock

Figure 5-1 is a block diagram of the Timer0 module and the prescaler shared with the WDT.

Additional information on the Timer0 module is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

Timer mode is selected by clearing bit T0CS (OPTION\_REG<5>). In Timer mode, the Timer0 module will increment every instruction cycle (without prescaler). If the TMR0 register is written, the increment is inhibited for the following two instruction cycles. The user can work around this by writing an adjusted value to the TMR0 register.

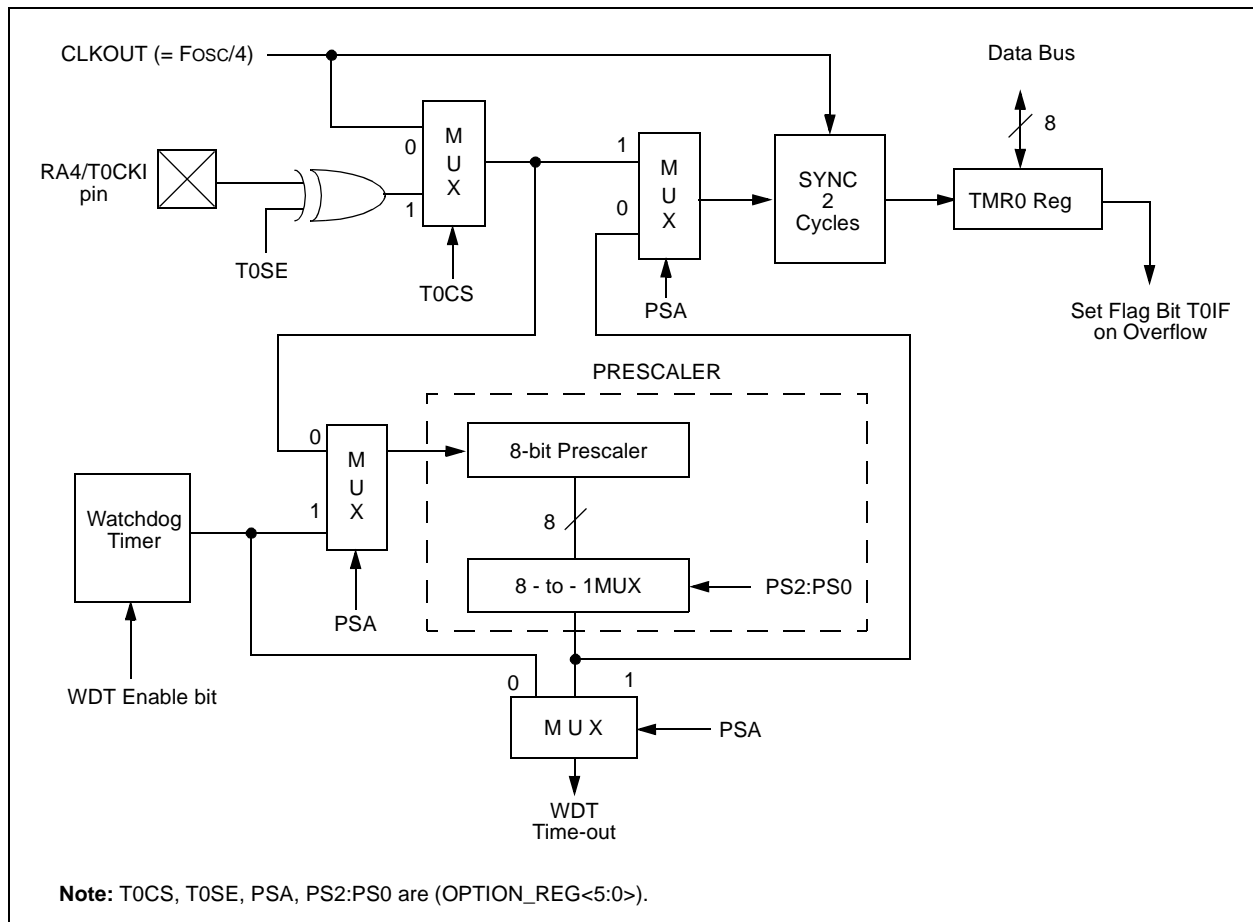
Counter mode is selected by setting bit T0CS (OPTION\_REG<5>). In Counter mode, Timer0 will increment either on every rising, or falling edge of pin RA4/T0CKI. The incrementing edge is determined by the Timer0 Source Edge Select bit, T0SE (OPTION\_REG<4>). Clearing bit T0SE selects the rising edge. Restrictions on the external clock input are discussed in detail in Section 5.2.

The prescaler is mutually exclusively shared between the Timer0 module and the Watchdog Timer. The prescaler is not readable or writable. Section 5.3 details the operation of the prescaler.

### 5.1 Timer0 Interrupt

The TMR0 interrupt is generated when the TMR0 register overflows from FFh to 00h. This overflow sets bit T0IF (INTCON<2>). The interrupt can be masked by clearing bit T0IE (INTCON<5>). Bit T0IF must be cleared in software by the Timer0 module Interrupt Service Routine before re-enabling this interrupt. The TMR0 interrupt cannot awaken the processor from SLEEP, since the timer is shut-off during SLEEP.

**FIGURE 5-1: BLOCK DIAGRAM OF THE TIMER0/WDT PRESCALER**



# PIC16F87X

## 5.2 Using Timer0 with an External Clock

When no prescaler is used, the external clock input is the same as the prescaler output. The synchronization of T0CKI with the internal phase clocks is accomplished by sampling the prescaler output on the Q2 and Q4 cycles of the internal phase clocks. Therefore, it is necessary for T0CKI to be high for at least 2Tosc (and a small RC delay of 20 ns) and low for at least 2Tosc (and a small RC delay of 20 ns). Refer to the electrical specification of the desired device.

## 5.3 Prescaler

There is only one prescaler available, which is mutually exclusively shared between the Timer0 module and the Watchdog Timer. A prescaler assignment for the

Timer0 module means that there is no prescaler for the Watchdog Timer, and vice-versa. This prescaler is not readable or writable (see Figure 5-1).

The PSA and PS2:PS0 bits (OPTION\_REG<3:0>) determine the prescaler assignment and prescale ratio.

When assigned to the Timer0 module, all instructions writing to the TMR0 register (e.g. CLRF 1, MOVWF 1, BSF 1, x....etc.) will clear the prescaler. When assigned to WDT, a CLRWDT instruction will clear the prescaler along with the Watchdog Timer. The prescaler is not readable or writable.

**Note:** Writing to TMR0, when the prescaler is assigned to Timer0, will clear the prescaler count, but will not change the prescaler assignment.

### REGISTER 5-1: OPTION\_REG REGISTER

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
						bit 0	

- bit 7 **RBPU**
- bit 6 **INTEDG**
- bit 5 **T0CS:** TMR0 Clock Source Select bit  
1 = Transition on T0CKI pin  
0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)
- bit 4 **T0SE:** TMR0 Source Edge Select bit  
1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin  
0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin
- bit 3 **PSA:** Prescaler Assignment bit  
1 = Prescaler is assigned to the WDT  
0 = Prescaler is assigned to the Timer0 module
- bit 2-0 **PS2:PS0:** Prescaler Rate Select bits

Bit Value	TMR0 Rate	WDT Rate
000	1 : 2	1 : 1
001	1 : 4	1 : 2
010	1 : 8	1 : 4
011	1 : 16	1 : 8
100	1 : 32	1 : 16
101	1 : 64	1 : 32
110	1 : 128	1 : 64
111	1 : 256	1 : 128

**Legend:**  
 R = Readable bit                      W = Writable bit                      U = Unimplemented bit, read as '0'  
 - n = Value at POR                      '1' = Bit is set                      '0' = Bit is cleared                      x = Bit is unknown

**Note:** To avoid an unintended device RESET, the instruction sequence shown in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023) must be executed when changing the prescaler assignment from Timer0 to the WDT. This sequence must be followed even if the WDT is disabled.

**TABLE 5-1: REGISTERS ASSOCIATED WITH TIMER0**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
01h,101h	TMR0	Timer0 Module's Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Bh,8Bh, 10Bh,18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
81h,181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented locations read as '0'.  
Shaded cells are not used by Timer0.

# PIC16F87X

---

NOTES:

## 6.0 TIMER1 MODULE

The Timer1 module is a 16-bit timer/counter consisting of two 8-bit registers (TMR1H and TMR1L), which are readable and writable. The TMR1 Register pair (TMR1H:TMR1L) increments from 0000h to FFFFh and rolls over to 0000h. The TMR1 Interrupt, if enabled, is generated on overflow, which is latched in interrupt flag bit TMR1IF (PIR1<0>). This interrupt can be enabled/disabled by setting/clearing TMR1 interrupt enable bit TMR1IE (PIE1<0>).

Timer1 can operate in one of two modes:

- As a timer
- As a counter

The operating mode is determined by the clock select bit, TMR1CS (T1CON<1>).

In Timer mode, Timer1 increments every instruction cycle. In Counter mode, it increments on every rising edge of the external clock input.

Timer1 can be enabled/disabled by setting/clearing control bit TMR1ON (T1CON<0>).

Timer1 also has an internal "RESET input". This RESET can be generated by either of the two CCP modules (Section 8.0). Register 6-1 shows the Timer1 control register.

When the Timer1 oscillator is enabled (T1OSCEN is set), the RC1/T1OSI/CCP2 and RC0/T1OSO/T1CKI pins become inputs. That is, the TRISC<1:0> value is ignored, and these pins read as '0'.

Additional information on timer modules is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

### REGISTER 6-1: T1CON: TIMER1 CONTROL REGISTER (ADDRESS 10h)

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	$\overline{\text{T1SYNC}}$	TMR1CS	TMR1ON
bit 7						bit 0	

bit 7-6 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 5-4 **T1CKPS1:T1CKPS0:** Timer1 Input Clock Prescale Select bits

11 = 1:8 Prescale value  
 10 = 1:4 Prescale value  
 01 = 1:2 Prescale value  
 00 = 1:1 Prescale value

bit 3 **T1OSCEN:** Timer1 Oscillator Enable Control bit

1 = Oscillator is enabled  
 0 = Oscillator is shut-off (the oscillator inverter is turned off to eliminate power drain)

bit 2 **T1SYNC:** Timer1 External Clock Input Synchronization Control bit

When TMR1CS = 1:

1 = Do not synchronize external clock input  
 0 = Synchronize external clock input

When TMR1CS = 0:

This bit is ignored. Timer1 uses the internal clock when TMR1CS = 0.

bit 1 **TMR1CS:** Timer1 Clock Source Select bit

1 = External clock from pin RC0/T1OSO/T1CKI (on the rising edge)  
 0 = Internal clock (FOSC/4)

bit 0 **TMR1ON:** Timer1 On bit

1 = Enables Timer1  
 0 = Stops Timer1

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared    x = Bit is unknown



# PIC16F87X

## 6.1 Timer1 Operation in Timer Mode

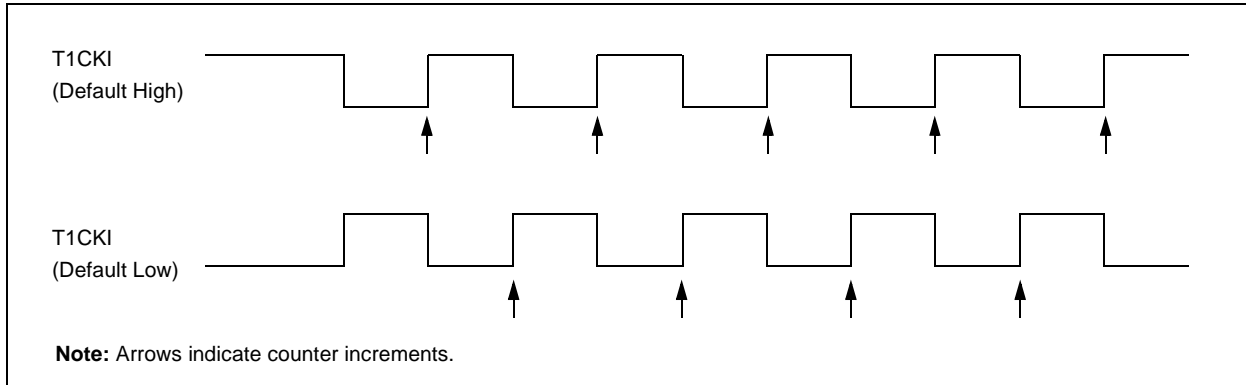
Timer mode is selected by clearing the TMR1CS (T1CON<1>) bit. In this mode, the input clock to the timer is  $F_{OSC}/4$ . The synchronize control bit  $\overline{T1SYNC}$  (T1CON<2>) has no effect, since the internal clock is always in sync.

## 6.2 Timer1 Counter Operation

Timer1 may operate in either a Synchronous, or an Asynchronous mode, depending on the setting of the TMR1CS bit.

When Timer1 is being incremented via an external source, increments occur on a rising edge. After Timer1 is enabled in Counter mode, the module must first have a falling edge before the counter begins to increment.

**FIGURE 6-1: TIMER1 INCREMENTING EDGE**



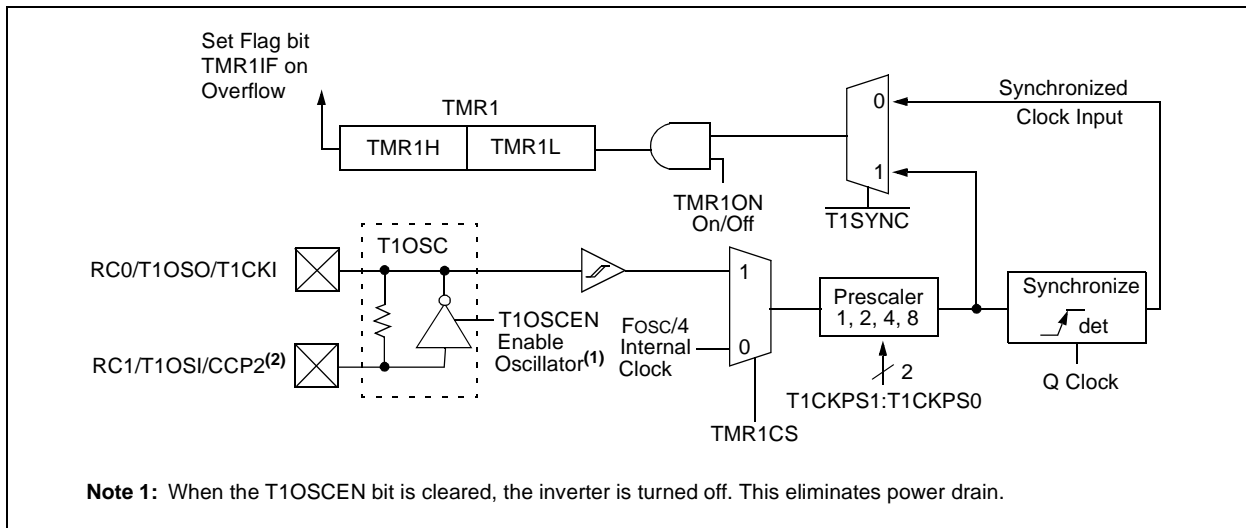
## 6.3 Timer1 Operation in Synchronized Counter Mode

Counter mode is selected by setting bit TMR1CS. In this mode, the timer increments on every rising edge of clock input on pin RC1/T1OSI/CCP2, when bit T1OSCEN is set, or on pin RC0/T1OSO/T1CKI, when bit T1OSCEN is cleared.

If  $\overline{T1SYNC}$  is cleared, then the external clock input is synchronized with internal phase clocks. The synchronization is done after the prescaler stage. The prescaler stage is an asynchronous ripple-counter.

In this configuration, during SLEEP mode, Timer1 will not increment even if the external clock is present, since the synchronization circuit is shut-off. The prescaler, however, will continue to increment.

**FIGURE 6-2: TIMER1 BLOCK DIAGRAM**



## 6.4 Timer1 Operation in Asynchronous Counter Mode

If control bit  $\overline{T1SYNC}$  (T1CON<2>) is set, the external clock input is not synchronized. The timer continues to increment asynchronous to the internal phase clocks. The timer will continue to run during SLEEP and can generate an interrupt-on-overflow, which will wake-up the processor. However, special precautions in software are needed to read/write the timer (Section 6.4.1).

In Asynchronous Counter mode, Timer1 cannot be used as a time-base for capture or compare operations.

### 6.4.1 READING AND WRITING TIMER1 IN ASYNCHRONOUS COUNTER MODE

Reading TMR1H or TMR1L while the timer is running from an external asynchronous clock, will guarantee a valid read (taken care of in hardware). However, the user should keep in mind that reading the 16-bit timer in two 8-bit values itself, poses certain problems, since the timer may overflow between the reads.

For writes, it is recommended that the user simply stop the timer and write the desired values. A write contention may occur by writing to the timer registers, while the register is incrementing. This may produce an unpredictable value in the timer register.

Reading the 16-bit value requires some care. Examples 12-2 and 12-3 in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023) show how to read and write Timer1 when it is running in Asynchronous mode.

## 6.5 Timer1 Oscillator

A crystal oscillator circuit is built-in between pins T1OSI (input) and T1OSO (amplifier output). It is enabled by setting control bit T1OSCEN (T1CON<3>). The oscillator is a low power oscillator, rated up to 200 kHz. It will continue to run during SLEEP. It is primarily intended for use with a 32 kHz crystal. Table 6-1 shows the capacitor selection for the Timer1 oscillator.

The Timer1 oscillator is identical to the LP oscillator. The user must provide a software time delay to ensure proper oscillator start-up.

**TABLE 6-1: CAPACITOR SELECTION FOR THE TIMER1 OSCILLATOR**

Osc Type	Freq.	C1	C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	100 kHz	15 pF	15 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
<b>These values are for design guidance only.</b>			
<b>Crystals Tested:</b>			
32.768 kHz	Epson C-001R32.768K-A	± 20 PPM	
100 kHz	Epson C-2 100.00 KC-P	± 20 PPM	
200 kHz	STD XTL 200.000 kHz	± 20 PPM	
<p><b>Note 1:</b> Higher capacitance increases the stability of oscillator, but also increases the start-up time.</p> <p><b>2:</b> Since each resonator/crystal has its own characteristics, the user should consult the resonator/crystal manufacturer for appropriate values of external components.</p>			

## 6.6 Resetting Timer1 using a CCP Trigger Output

If the CCP1 or CCP2 module is configured in Compare mode to generate a “special event trigger” (CCP1M3:CCP1M0 = 1011), this signal will reset Timer1.

**Note:** The special event triggers from the CCP1 and CCP2 modules will not set interrupt flag bit TMR1IF (PIR1<0>).

Timer1 must be configured for either Timer or Synchronized Counter mode to take advantage of this feature. If Timer1 is running in Asynchronous Counter mode, this RESET operation may not work.

In the event that a write to Timer1 coincides with a special event trigger from CCP1 or CCP2, the write will take precedence.

In this mode of operation, the CCPRxH:CCPRxL register pair effectively becomes the period register for Timer1.

# PIC16F87X

## 6.7 Resetting of Timer1 Register Pair (TMR1H, TMR1L)

TMR1H and TMR1L registers are not reset to 00h on a POR, or any other RESET, except by the CCP1 and CCP2 special event triggers.

T1CON register is reset to 00h on a Power-on Reset, or a Brown-out Reset, which shuts off the timer and leaves a 1:1 prescale. In all other RESETS, the register is unaffected.

## 6.8 Timer1 Prescaler

The prescaler counter is cleared on writes to the TMR1H or TMR1L registers.

**TABLE 6-2: REGISTERS ASSOCIATED WITH TIMER1 AS A TIMER/COUNTER**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
0Eh	TMR1L	Holding Register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Fh	TMR1H	Holding Register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	--uu uuuu

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the Timer1 module.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

## 7.0 TIMER2 MODULE

Timer2 is an 8-bit timer with a prescaler and a postscaler. It can be used as the PWM time-base for the PWM mode of the CCP module(s). The TMR2 register is readable and writable, and is cleared on any device RESET.

The input clock ( $F_{osc}/4$ ) has a prescale option of 1:1, 1:4, or 1:16, selected by control bits T2CKPS1:T2CKPS0 ( $T2CON\langle 1:0 \rangle$ ).

The Timer2 module has an 8-bit period register, PR2. Timer2 increments from 00h until it matches PR2 and then resets to 00h on the next increment cycle. PR2 is a readable and writable register. The PR2 register is initialized to FFh upon RESET.

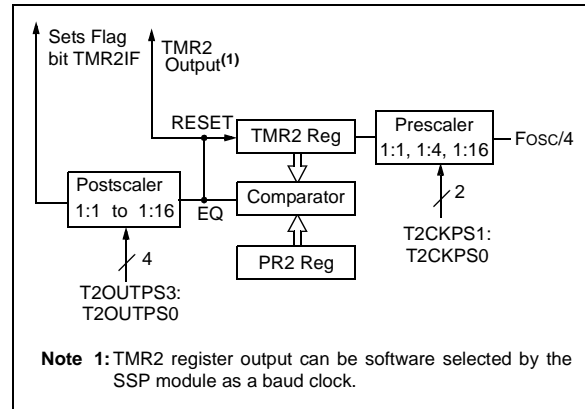
The match output of TMR2 goes through a 4-bit postscaler (which gives a 1:1 to 1:16 scaling inclusive) to generate a TMR2 interrupt (latched in flag bit TMR2IF, ( $PIR1\langle 1 \rangle$ )).

Timer2 can be shut-off by clearing control bit TMR2ON ( $T2CON\langle 2 \rangle$ ), to minimize power consumption.

Register 7-1 shows the Timer2 control register.

Additional information on timer modules is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

**FIGURE 7-1: TIMER2 BLOCK DIAGRAM**



### REGISTER 7-1: T2CON: TIMER2 CONTROL REGISTER (ADDRESS 12h)

U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0
bit 7							bit 0

- bit 7      **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 6-3    **TOUTPS3:TOUTPS0:** Timer2 Output Postscale Select bits  
 0000 = 1:1 Postscale  
 0001 = 1:2 Postscale  
 0010 = 1:3 Postscale  
 •  
 •  
 •  
 1111 = 1:16 Postscale
- bit 2      **TMR2ON:** Timer2 On bit  
 1 = Timer2 is on  
 0 = Timer2 is off
- bit 1-0    **T2CKPS1:T2CKPS0:** Timer2 Clock Prescale Select bits  
 00 = Prescaler is 1  
 01 = Prescaler is 4  
 1x = Prescaler is 16

<b>Legend:</b>			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

# PIC16F87X

## 7.1 Timer2 Prescaler and Postscaler

The prescaler and postscaler counters are cleared when any of the following occurs:

- a write to the TMR2 register
- a write to the T2CON register
- any device RESET (POR,  $\overline{\text{MCLR}}$  Reset, WDT Reset, or BOR)

TMR2 is not cleared when T2CON is written.

## 7.2 Output of TMR2

The output of TMR2 (before the postscaler) is fed to the SSP module, which optionally uses it to generate shift clock.

**TABLE 7-1: REGISTERS ASSOCIATED WITH TIMER2 AS A TIMER/COUNTER**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh,8Bh,10Bh,18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
11h	TMR2	Timer2 Module's Register								0000 0000	0000 0000
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	-000 0000
92h	PR2	Timer2 Period Register								1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the Timer2 module.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

## 8.0 CAPTURE/COMPARE/PWM MODULES

Each Capture/Compare/PWM (CCP) module contains a 16-bit register which can operate as a:

- 16-bit Capture register
- 16-bit Compare register
- PWM Master/Slave Duty Cycle register

Both the CCP1 and CCP2 modules are identical in operation, with the exception being the operation of the special event trigger. Table 8-1 and Table 8-2 show the resources and interactions of the CCP module(s). In the following sections, the operation of a CCP module is described with respect to CCP1. CCP2 operates the same as CCP1, except where noted.

### CCP1 Module:

Capture/Compare/PWM Register1 (CCPR1) is comprised of two 8-bit registers: CCPR1L (low byte) and CCPR1H (high byte). The CCP1CON register controls the operation of CCP1. The special event trigger is generated by a compare match and will reset Timer1.

### CCP2 Module:

Capture/Compare/PWM Register2 (CCPR2) is comprised of two 8-bit registers: CCPR2L (low byte) and CCPR2H (high byte). The CCP2CON register controls the operation of CCP2. The special event trigger is generated by a compare match and will reset Timer1 and start an A/D conversion (if the A/D module is enabled).

Additional information on CCP modules is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023) and in application note AN594, "Using the CCP Modules" (DS00594).

**TABLE 8-1: CCP MODE - TIMER RESOURCES REQUIRED**

CCP Mode	Timer Resource
Capture	Timer1
Compare	Timer1
PWM	Timer2

**TABLE 8-2: INTERACTION OF TWO CCP MODULES**

CCPx Mode	CCPy Mode	Interaction
Capture	Capture	Same TMR1 time-base
Capture	Compare	The compare should be configured for the special event trigger, which clears TMR1
Compare	Compare	The compare(s) should be configured for the special event trigger, which clears TMR1
PWM	PWM	The PWMs will have the same frequency and update rate (TMR2 interrupt)
PWM	Capture	None
PWM	Compare	None

# PIC16F87X

## REGISTER 8-1: CCP1CON REGISTER/CCP2CON REGISTER (ADDRESS: 17h/1Dh)

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	
—	—	CCPxX	CCPxY	CCPxM3	CCPxM2	CCPxM1	CCPxM0	
bit 7								bit 0

bit 7-6 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 5-4 **CCPxX:CCPxY:** PWM Least Significant bits

Capture mode:

Unused

Compare mode:

Unused

PWM mode:

These bits are the two LSbs of the PWM duty cycle. The eight MSbs are found in CCPxL.

bit 3-0 **CCPxM3:CCPxM0:** CCPx Mode Select bits

0000 = Capture/Compare/PWM disabled (resets CCPx module)

0100 = Capture mode, every falling edge

0101 = Capture mode, every rising edge

0110 = Capture mode, every 4th rising edge

0111 = Capture mode, every 16th rising edge

1000 = Compare mode, set output on match (CCPxIF bit is set)

1001 = Compare mode, clear output on match (CCPxIF bit is set)

1010 = Compare mode, generate software interrupt on match (CCPxIF bit is set, CCPx pin is unaffected)

1011 = Compare mode, trigger special event (CCPxIF bit is set, CCPx pin is unaffected); CCP1 resets TMR1; CCP2 resets TMR1 and starts an A/D conversion (if A/D module is enabled)

11xx = PWM mode

Legend:

R = Readable bit

W = Writable bit

U = Unimplemented bit, read as '0'

- n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

x = Bit is unknown

## 8.1 Capture Mode

In Capture mode, CCP1H:CCP1L captures the 16-bit value of the TMR1 register when an event occurs on pin RC2/CCP1. An event is defined as one of the following:

- Every falling edge
- Every rising edge
- Every 4th rising edge
- Every 16th rising edge

The type of event is configured by control bits CCP1M3:CCP1M0 (CCPxCON<3:0>). When a capture is made, the interrupt request flag bit CCP1IF (PIR1<2>) is set. The interrupt flag must be cleared in software. If another capture occurs before the value in register CCP1 is read, the old captured value is overwritten by the new value.

### 8.1.1 CCP PIN CONFIGURATION

In Capture mode, the RC2/CCP1 pin should be configured as an input by setting the TRISC<2> bit.

**Note:** If the RC2/CCP1 pin is configured as an output, a write to the port can cause a capture condition.

### 8.1.2 TIMER1 MODE SELECTION

Timer1 must be running in Timer mode, or Synchronized Counter mode, for the CCP module to use the capture feature. In Asynchronous Counter mode, the capture operation may not work.

### 8.1.3 SOFTWARE INTERRUPT

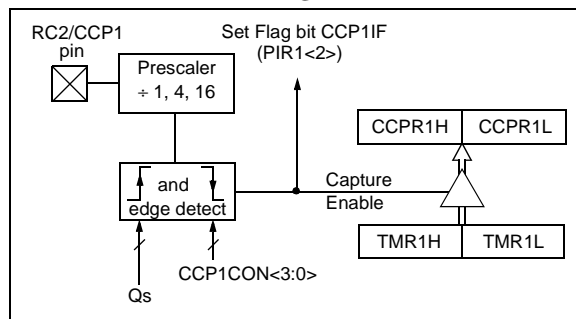
When the Capture mode is changed, a false capture interrupt may be generated. The user should keep bit CCP1IE (PIE1<2>) clear to avoid false interrupts and should clear the flag bit CCP1IF, following any such change in operating mode.

### 8.1.4 CCP PRESCALER

There are four prescaler settings, specified by bits CCP1M3:CCP1M0. Whenever the CCP module is turned off, or the CCP module is not in Capture mode, the prescaler counter is cleared. Any RESET will clear the prescaler counter.

Switching from one capture prescaler to another may generate an interrupt. Also, the prescaler counter will not be cleared, therefore, the first capture may be from a non-zero prescaler. Example 8-1 shows the recommended method for switching between capture prescalers. This example also clears the prescaler counter and will not generate the "false" interrupt.

**FIGURE 8-1: CAPTURE MODE OPERATION BLOCK DIAGRAM**



**EXAMPLE 8-1: CHANGING BETWEEN CAPTURE PRESCALERS**

```
CLRF   CCP1CON      ; Turn CCP module off
MOVLW  NEW_CAPT_PS  ; Load the W reg with
                    ; the new prescaler
MOVWF  CCP1CON      ; move value and CCP ON
MOVWF  CCP1CON      ; Load CCP1CON with this
                    ; value
```



# PIC16F87X

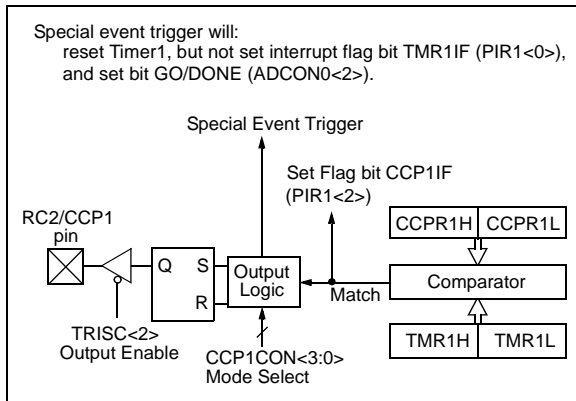
## 8.2 Compare Mode

In Compare mode, the 16-bit CCPR1 register value is constantly compared against the TMR1 register pair value. When a match occurs, the RC2/CCP1 pin is:

- Driven high
- Driven low
- Remains unchanged

The action on the pin is based on the value of control bits CCP1M3:CCP1M0 (CCP1CON<3:0>). At the same time, interrupt flag bit CCP1IF is set.

**FIGURE 8-2: COMPARE MODE OPERATION BLOCK DIAGRAM**



### 8.2.1 CCP PIN CONFIGURATION

The user must configure the RC2/CCP1 pin as an output by clearing the TRISC<2> bit.

**Note:** Clearing the CCP1CON register will force the RC2/CCP1 compare output latch to the default low level. This is not the PORTC I/O data latch.

### 8.2.2 TIMER1 MODE SELECTION

Timer1 must be running in Timer mode, or Synchronized Counter mode, if the CCP module is using the compare feature. In Asynchronous Counter mode, the compare operation may not work.

### 8.2.3 SOFTWARE INTERRUPT MODE

When Generate Software Interrupt mode is chosen, the CCP1 pin is not affected. The CCP1F bit is set, causing a CCP interrupt (if enabled).

### 8.2.4 SPECIAL EVENT TRIGGER

In this mode, an internal hardware trigger is generated, which may be used to initiate an action.

The special event trigger output of CCP1 resets the TMR1 register pair. This allows the CCPR1 register to effectively be a 16-bit programmable period register for Timer1.

The special event trigger output of CCP2 resets the TMR1 register pair and starts an A/D conversion (if the A/D module is enabled).

**Note:** The special event trigger from the CCP1 and CCP2 modules will not set interrupt flag bit TMR1IF (PIR1<0>).

## 8.3 PWM Mode (PWM)

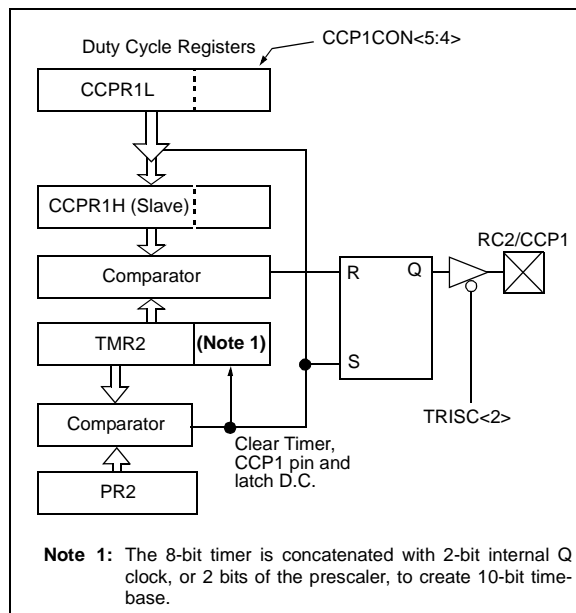
In Pulse Width Modulation mode, the CCPx pin produces up to a 10-bit resolution PWM output. Since the CCP1 pin is multiplexed with the PORTC data latch, the TRISC<2> bit must be cleared to make the CCP1 pin an output.

**Note:** Clearing the CCP1CON register will force the CCP1 PWM output latch to the default low level. This is not the PORTC I/O data latch.

Figure 8-3 shows a simplified block diagram of the CCP module in PWM mode.

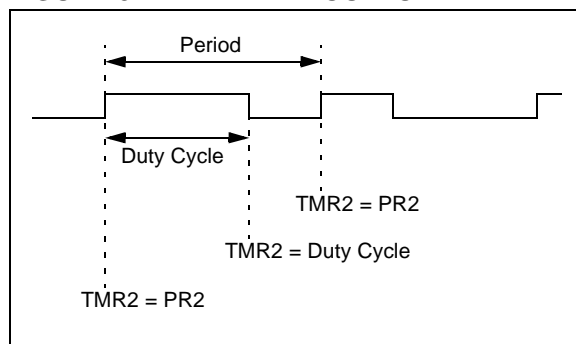
For a step-by-step procedure on how to set up the CCP module for PWM operation, see Section 8.3.3.

**FIGURE 8-3: SIMPLIFIED PWM BLOCK DIAGRAM**



A PWM output (Figure 8-4) has a time-base (period) and a time that the output stays high (duty cycle). The frequency of the PWM is the inverse of the period (1/period).

**FIGURE 8-4: PWM OUTPUT**



### 8.3.1 PWM PERIOD

The PWM period is specified by writing to the PR2 register. The PWM period can be calculated using the following formula:

$$\text{PWM period} = [(PR2) + 1] \cdot 4 \cdot T_{OSC} \cdot (\text{TMR2 prescale value})$$

PWM frequency is defined as  $1 / [\text{PWM period}]$ .

When TMR2 is equal to PR2, the following three events occur on the next increment cycle:

- TMR2 is cleared
- The CCP1 pin is set (exception: if PWM duty cycle = 0%, the CCP1 pin will not be set)
- The PWM duty cycle is latched from CCPR1L into CCPR1H

**Note:** The Timer2 postscaler (see Section 7.1) is not used in the determination of the PWM frequency. The postscaler could be used to have a servo update rate at a different frequency than the PWM output.

### 8.3.2 PWM DUTY CYCLE

The PWM duty cycle is specified by writing to the CCPR1L register and to the CCP1CON<5:4> bits. Up to 10-bit resolution is available. The CCPR1L contains the eight MSBs and the CCP1CON<5:4> contains the two LSBs. This 10-bit value is represented by CCPR1L:CCP1CON<5:4>. The following equation is used to calculate the PWM duty cycle in time:

$$\text{PWM duty cycle} = (\text{CCPR1L:CCP1CON<5:4>}) \cdot T_{OSC} \cdot (\text{TMR2 prescale value})$$

CCPR1L and CCP1CON<5:4> can be written to at any time, but the duty cycle value is not latched into CCPR1H until after a match between PR2 and TMR2 occurs (i.e., the period is complete). In PWM mode, CCPR1H is a read-only register.

The CCPR1H register and a 2-bit internal latch are used to double buffer the PWM duty cycle. This double buffering is essential for glitch-free PWM operation.

When the CCPR1H and 2-bit latch match TMR2, concatenated with an internal 2-bit Q clock, or 2 bits of the TMR2 prescaler, the CCP1 pin is cleared.

The maximum PWM resolution (bits) for a given PWM frequency is given by the formula:

$$\text{Resolution} = \frac{\log\left(\frac{F_{OSC}}{F_{PWM}}\right)}{\log(2)} \text{ bits}$$

**Note:** If the PWM duty cycle value is longer than the PWM period, the CCP1 pin will not be cleared.

# PIC16F87X

## 8.3.3 SETUP FOR PWM OPERATION

The following steps should be taken when configuring the CCP module for PWM operation:

1. Set the PWM period by writing to the PR2 register.
2. Set the PWM duty cycle by writing to the CCPR1L register and CCP1CON<5:4> bits.
3. Make the CCP1 pin an output by clearing the TRISC<2> bit.
4. Set the TMR2 prescale value and enable Timer2 by writing to T2CON.
5. Configure the CCP1 module for PWM operation.

**TABLE 8-3: EXAMPLE PWM FREQUENCIES AND RESOLUTIONS AT 20 MHz**

PWM Frequency	1.22 kHz	4.88 kHz	19.53 kHz	78.12kHz	156.3 kHz	208.3 kHz
Timer Prescaler (1, 4, 16)	16	4	1	1	1	1
PR2 Value	0xFFh	0xFFh	0xFFh	0x3Fh	0x1Fh	0x17h
Maximum Resolution (bits)	10	10	10	8	7	5.5

**TABLE 8-4: REGISTERS ASSOCIATED WITH CAPTURE, COMPARE, AND TIMER1**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
0Dh	PIR2	—	—	—	—	—	—	—	CCP2IF	---- --0	---- --0
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
8Dh	PIE2	—	—	—	—	—	—	—	CCP2IE	---- --0	---- --0
87h	TRISC	PORTC Data Direction Register								1111 1111	1111 1111
0Eh	TMR1L	Holding Register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Fh	TMR1H	Holding Register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	--uu uuuu
15h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register1 (LSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
16h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register1 (MSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	--00 0000
1Bh	CCPR2L	Capture/Compare/PWM Register2 (LSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Ch	CCPR2H	Capture/Compare/PWM Register2 (MSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Dh	CCP2CON	—	—	CCP2X	CCP2Y	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	--00 0000	--00 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by Capture and Timer1.

**Note 1:** The PSP is not implemented on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

**TABLE 8-5: REGISTERS ASSOCIATED WITH PWM AND TIMER2**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh,8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
0Dh	PIR2	—	—	—	—	—	—	—	CCP2IF	---- --0	---- --0
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
8Dh	PIE2	—	—	—	—	—	—	—	CCP2IE	---- --0	---- --0
87h	TRISC	PORTC Data Direction Register								1111 1111	1111 1111
11h	TMR2	Timer2 Module's Register								0000 0000	0000 0000
92h	PR2	Timer2 Module's Period Register								1111 1111	1111 1111
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	-000 0000
15h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register1 (LSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
16h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register1 (MSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	--00 0000
1Bh	CCPR2L	Capture/Compare/PWM Register2 (LSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Ch	CCPR2H	Capture/Compare/PWM Register2 (MSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Dh	CCP2CON	—	—	CCP2X	CCP2Y	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	--00 0000	--00 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by PWM and Timer2.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

# PIC16F87X

---

NOTES:

## 9.0 MASTER SYNCHRONOUS SERIAL PORT (MSSP) MODULE

The Master Synchronous Serial Port (MSSP) module is a serial interface, useful for communicating with other peripheral or microcontroller devices. These peripheral devices may be serial EEPROMs, shift registers, display drivers, A/D converters, etc. The MSSP module can operate in one of two modes:

- Serial Peripheral Interface (SPI)
- Inter-Integrated Circuit (I<sup>2</sup>C)

Figure 9-1 shows a block diagram for the SPI mode, while Figure 9-5 and Figure 9-9 show the block diagrams for the two different I<sup>2</sup>C modes of operation.

The Application Note AN734, "Using the PICmicro<sup>®</sup> SSP for Slave I<sup>2</sup>C<sup>™</sup> Communication" describes the slave operation of the MSSP module on the PIC16F87X devices. AN735, "Using the PICmicro<sup>®</sup> MSSP Module for I<sup>2</sup>C<sup>™</sup> Communications" describes the master operation of the MSSP module on the PIC16F87X devices.

# PIC16F87X

## REGISTER 9-1: SSPSTAT: SYNC SERIAL PORT STATUS REGISTER (ADDRESS: 94h)

R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
SMP	CKE	D/A	P	S	R/W	UA	BF
bit 7						bit 0	

- bit 7 **SMP:** Sample bit  
SPI Master mode:  
 1 = Input data sampled at end of data output time  
 0 = Input data sampled at middle of data output time  
SPI Slave mode:  
 SMP must be cleared when SPI is used in slave mode  
In I<sup>2</sup>C Master or Slave mode:  
 1 = Slew rate control disabled for standard speed mode (100 kHz and 1 MHz)  
 0 = Slew rate control enabled for high speed mode (400 kHz)
- bit 6 **CKE:** SPI Clock Edge Select (Figure 9-2, Figure 9-3 and Figure 9-4)  
SPI mode:  
 For CKP = 0  
 1 = Data transmitted on rising edge of SCK  
 0 = Data transmitted on falling edge of SCK  
 For CKP = 1  
 1 = Data transmitted on falling edge of SCK  
 0 = Data transmitted on rising edge of SCK  
In I<sup>2</sup>C Master or Slave mode:  
 1 = Input levels conform to SMBus spec  
 0 = Input levels conform to I<sup>2</sup>C specs
- bit 5 **D/A:** Data/Address bit (I<sup>2</sup>C mode only)  
 1 = Indicates that the last byte received or transmitted was data  
 0 = Indicates that the last byte received or transmitted was address
- bit 4 **P:** STOP bit  
 (I<sup>2</sup>C mode only. This bit is cleared when the MSSP module is disabled, SSPEN is cleared.)  
 1 = Indicates that a STOP bit has been detected last (this bit is '0' on RESET)  
 0 = STOP bit was not detected last
- bit 3 **S:** START bit  
 (I<sup>2</sup>C mode only. This bit is cleared when the MSSP module is disabled, SSPEN is cleared.)  
 1 = Indicates that a START bit has been detected last (this bit is '0' on RESET)  
 0 = START bit was not detected last
- bit 2 **R/W:** Read/Write bit Information (I<sup>2</sup>C mode only)  
 This bit holds the R/W bit information following the last address match. This bit is only valid from the address match to the next START bit, STOP bit or not ACK bit.  
In I<sup>2</sup>C Slave mode:  
 1 = Read  
 0 = Write  
In I<sup>2</sup>C Master mode:  
 1 = Transmit is in progress  
 0 = Transmit is not in progress  
 Logical OR of this bit with SEN, RSEN, PEN, RCEN, or ACKEN will indicate if the MSSP is in IDLE mode.
- bit 1 **UA:** Update Address (10-bit I<sup>2</sup>C mode only)  
 1 = Indicates that the user needs to update the address in the SSPADD register  
 0 = Address does not need to be updated
- bit **BF:** Buffer Full Status bit  
Receive (SPI and I<sup>2</sup>C modes):  
 1 = Receive complete, SSPBUF is full  
 0 = Receive not complete, SSPBUF is empty  
Transmit (I<sup>2</sup>C mode only):  
 1 = Data transmit in progress (does not include the ACK and STOP bits), SSPBUF is full  
 0 = Data transmit complete (does not include the ACK and STOP bits), SSPBUF is empty

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

## REGISTER 9-2: SSPCON: SYNC SERIAL PORT CONTROL REGISTER (ADDRESS 14h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0

bit 7

bit 0

- bit 7 **WCOL:** Write Collision Detect bit  
Master mode:  
 1 = A write to SSPBUF was attempted while the I2C conditions were not valid  
 0 = No collision  
Slave mode:  
 1 = SSPBUF register is written while still transmitting the previous word (must be cleared in software)  
 0 = No collision
- bit 6 **SSPOV:** Receive Overflow Indicator bit  
In SPI mode:  
 1 = A new byte is received while SSPBUF holds previous data. Data in SSPSR is lost on overflow. In Slave mode, the user must read the SSPBUF, even if only transmitting data, to avoid overflows. In Master mode, the overflow bit is not set, since each operation is initiated by writing to the SSPBUF register. (Must be cleared in software.)  
 0 = No overflow  
In I<sup>2</sup>C mode:  
 1 = A byte is received while the SSPBUF is holding the previous byte. SSPOV is a "don't care" in Transmit mode. (Must be cleared in software.)  
 0 = No overflow
- bit 5 **SSPEN:** Synchronous Serial Port Enable bit  
In SPI mode,  
 When enabled, these pins must be properly configured as input or output  
 1 = Enables serial port and configures SCK, SDO, SDI, and SS as the source of the serial port pins  
 0 = Disables serial port and configures these pins as I/O port pins  
In I<sup>2</sup>C mode,  
 When enabled, these pins must be properly configured as input or output  
 1 = Enables the serial port and configures the SDA and SCL pins as the source of the serial port pins  
 0 = Disables serial port and configures these pins as I/O port pins
- bit 4 **CKP:** Clock Polarity Select bit  
In SPI mode:  
 1 = Idle state for clock is a high level  
 0 = Idle state for clock is a low level  
In I<sup>2</sup>C Slave mode:  
 SCK release control  
 1 = Enable clock  
 0 = Holds clock low (clock stretch). (Used to ensure data setup time.)  
In I<sup>2</sup>C Master mode:  
 Unused in this mode
- bit 3-0 **SSPM3:SSPM0:** Synchronous Serial Port Mode Select bits  
 0000 = SPI Master mode, clock = FOSC/4  
 0001 = SPI Master mode, clock = FOSC/16  
 0010 = SPI Master mode, clock = FOSC/64  
 0011 = SPI Master mode, clock = TMR2 output/2  
 0100 = SPI Slave mode, clock = SCK pin.  $\overline{SS}$  pin control enabled.  
 0101 = SPI Slave mode, clock = SCK pin.  $\overline{SS}$  pin control disabled.  $\overline{SS}$  can be used as I/O pin.  
 0110 = I<sup>2</sup>C Slave mode, 7-bit address  
 0111 = I<sup>2</sup>C Slave mode, 10-bit address  
 1000 = I<sup>2</sup>C Master mode, clock = FOSC / (4 \* (SSPADD+1))  
 1011 = I<sup>2</sup>C Firmware Controlled Master mode (slave idle)  
 1110 = I<sup>2</sup>C Firmware Controlled Master mode, 7-bit address with START and STOP bit interrupts enabled  
 1111 = I<sup>2</sup>C Firmware Controlled Master mode, 10-bit address with START and STOP bit interrupts enabled  
 1001, 1010, 1100, 1101 = Reserved

**Legend:**

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared      x = Bit is unknown



# PIC16F87X

## REGISTER 9-3: SSPCON2: SYNC SERIAL PORT CONTROL REGISTER2 (ADDRESS 91h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
GCEN	ACKSTAT	ACKDT	ACKEN	RCEN	PEN	RSEN	SEN

bit 7

bit 0

- bit 7 **GCEN:** General Call Enable bit (In I<sup>2</sup>C Slave mode only)  
 1 = Enable interrupt when a general call address (0000h) is received in the SSPSR  
 0 = General call address disabled
- bit 6 **ACKSTAT:** Acknowledge Status bit (In I<sup>2</sup>C Master mode only)  
In Master Transmit mode:  
 1 = Acknowledge was not received from slave  
 0 = Acknowledge was received from slave
- bit 5 **ACKDT:** Acknowledge Data bit (In I<sup>2</sup>C Master mode only)  
In Master Receive mode:  
 Value that will be transmitted when the user initiates an Acknowledge sequence at the end of a receive.  
 1 = Not Acknowledge  
 0 = Acknowledge
- bit 4 **ACKEN:** Acknowledge Sequence Enable bit (In I<sup>2</sup>C Master mode only)  
In Master Receive mode:  
 1 = Initiate Acknowledge sequence on SDA and SCL pins and transmit ACKDT data bit.  
 Automatically cleared by hardware.  
 0 = Acknowledge sequence idle
- bit 3 **RCEN:** Receive Enable bit (In I<sup>2</sup>C Master mode only)  
 1 = Enables Receive mode for I<sup>2</sup>C  
 0 = Receive idle
- bit 2 **PEN:** STOP Condition Enable bit (In I<sup>2</sup>C Master mode only)  
SCK Release Control:  
 1 = Initiate STOP condition on SDA and SCL pins. Automatically cleared by hardware.  
 0 = STOP condition idle
- bit 1 **RSEN:** Repeated START Condition Enable bit (In I<sup>2</sup>C Master mode only)  
 1 = Initiate Repeated START condition on SDA and SCL pins. Automatically cleared by hardware.  
 0 = Repeated START condition idle
- bit 0 **SEN:** START Condition Enable bit (In I<sup>2</sup>C Master mode only)  
 1 = Initiate START condition on SDA and SCL pins. Automatically cleared by hardware.  
 0 = START condition idle

**Note:** For bits ACKEN, RCEN, PEN, RSEN, SEN: If the I<sup>2</sup>C module is not in the IDLE mode, this bit may not be set (no spooling), and the SSPBUF may not be written (or writes to the SSPBUF are disabled).

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

## 9.1 SPI Mode

The SPI mode allows 8 bits of data to be synchronously transmitted and received simultaneously. All four modes of SPI are supported. To accomplish communication, typically three pins are used:

- Serial Data Out (SDO)
- Serial Data In (SDI)
- Serial Clock (SCK)

Additionally, a fourth pin may be used when in a Slave mode of operation:

- Slave Select ( $\overline{SS}$ )

When initializing the SPI, several options need to be specified. This is done by programming the appropriate control bits (SSPCON<5:0> and SSPSTAT<7:6>). These control bits allow the following to be specified:

- Master mode (SCK is the clock output)
- Slave mode (SCK is the clock input)
- Clock Polarity (Idle state of SCK)
- Data input sample phase (middle or end of data output time)
- Clock edge (output data on rising/falling edge of SCK)
- Clock Rate (Master mode only)
- Slave Select mode (Slave mode only)

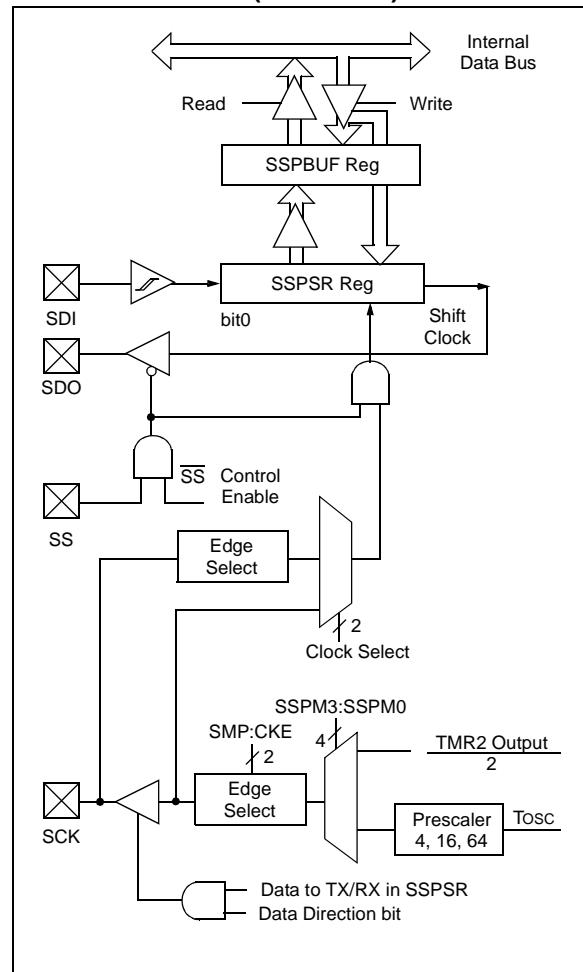
Figure 9-4 shows the block diagram of the MSSP module when in SPI mode.

To enable the serial port, MSSP Enable bit, SSPEN (SSPCON<5>) must be set. To reset or reconfigure SPI mode, clear bit SSPEN, re-initialize the SSPCON registers, and then set bit SSPEN. This configures the SDI, SDO, SCK and  $\overline{SS}$  pins as serial port pins. For the pins to behave as the serial port function, some must have their data direction bits (in the TRIS register) appropriately programmed. That is:

- SDI is automatically controlled by the SPI module
- SDO must have TRISC<5> cleared
- SCK (Master mode) must have TRISC<3> cleared
- SCK (Slave mode) must have TRISC<3> set
- $\overline{SS}$  must have TRISA<5> set and register ADCON1 (see Section 11.0: A/D Module) must be set in a way that pin RA5 is configured as a digital I/O

Any serial port function that is not desired may be overridden by programming the corresponding data direction (TRIS) register to the opposite value.

**FIGURE 9-1: MSSP BLOCK DIAGRAM (SPI MODE)**



# PIC16F87X

## 9.1.1 MASTER MODE

The master can initiate the data transfer at any time because it controls the SCK. The master determines when the slave (Processor 2, Figure 9-5) is to broadcast data by the software protocol.

In Master mode, the data is transmitted/received as soon as the SSPBUF register is written to. If the SPI module is only going to receive, the SDO output could be disabled (programmed as an input). The SSPSR register will continue to shift in the signal present on the SDI pin at the programmed clock rate. As each byte is received, it will be loaded into the SSPBUF register as if a normal received byte (interrupts and status bits appropriately set). This could be useful in receiver applications as a "line activity monitor".

The clock polarity is selected by appropriately programming bit CKP (SSPCON<4>). This then, would give waveforms for SPI communication as shown in

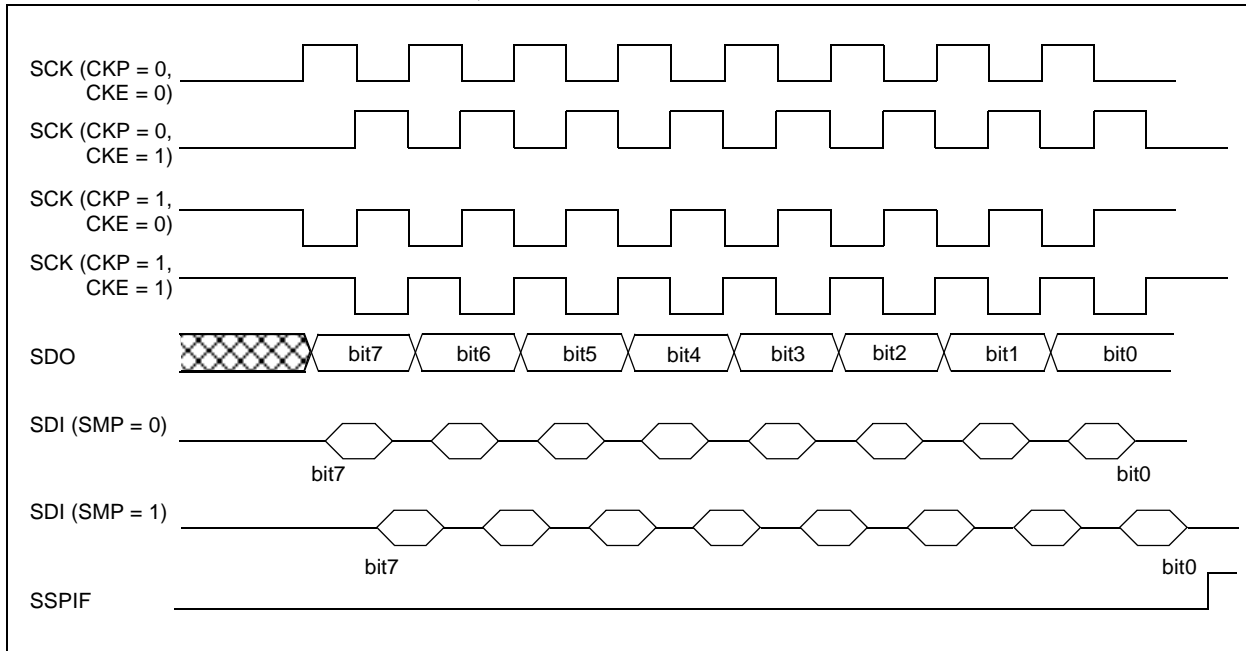
Figure 9-6, Figure 9-8 and Figure 9-9, where the MSb is transmitted first. In Master mode, the SPI clock rate (bit rate) is user programmable to be one of the following:

- $F_{OSC}/4$  (or  $T_{CY}$ )
- $F_{OSC}/16$  (or  $4 \cdot T_{CY}$ )
- $F_{OSC}/64$  (or  $16 \cdot T_{CY}$ )
- $\text{Timer2 output}/2$

This allows a maximum bit clock frequency (at 20 MHz) of 5.0 MHz.

Figure 9-6 shows the waveforms for Master mode. When  $CKE = 1$ , the SDO data is valid before there is a clock edge on SCK. The change of the input sample is shown based on the state of the SMP bit. The time when the SSPBUF is loaded with the received data is shown.

**FIGURE 9-2: SPI MODE TIMING, MASTER MODE**



## 9.1.2 SLAVE MODE

In Slave mode, the data is transmitted and received as the external clock pulses appear on SCK. When the last bit is latched, the interrupt flag bit SSPIF (PIR1<3>) is set.

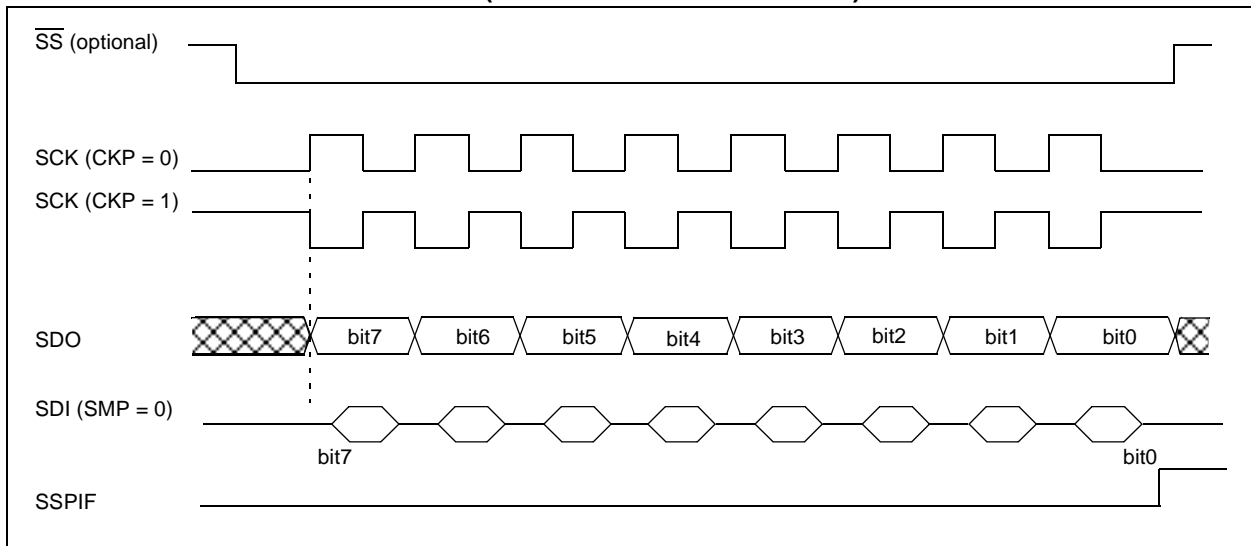
While in Slave mode, the external clock is supplied by the external clock source on the SCK pin. This external clock must meet the minimum high and low times as specified in the electrical specifications.

While in SLEEP mode, the slave can transmit/receive data. When a byte is received, the device will wake-up from SLEEP.

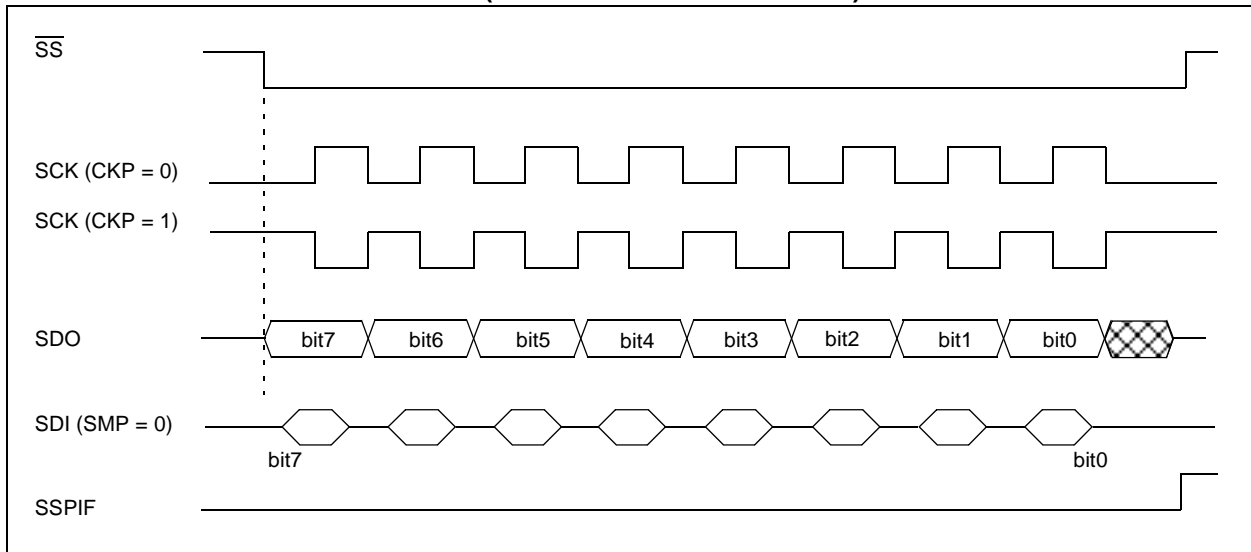
**Note 1:** When the SPI module is in Slave mode with  $\overline{SS}$  pin control enabled (SSPCON<3:0> = 0100), the SPI module will reset if the  $\overline{SS}$  pin is set to VDD.

**Note 2:** If the SPI is used in Slave mode with CKE = '1', then  $\overline{SS}$  pin control must be enabled.

**FIGURE 9-3: SPI MODE TIMING (SLAVE MODE WITH CKE = 0)**



**FIGURE 9-4: SPI MODE TIMING (SLAVE MODE WITH CKE = 1)**



# PIC16F87X

**TABLE 9-1: REGISTERS ASSOCIATED WITH SPI OPERATION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on: MCLR, WDT
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
13h	SSPBUF	Synchronous Serial Port Receive Buffer/Transmit Register								xxxxx xxxxx	uuuu uuuu
14h	SSPCON	WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0	0000 0000	0000 0000
94h	SSPSTAT	SMP	CKE	D/ $\bar{A}$	P	S	R/ $\bar{W}$	UA	BF	0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the SSP in SPI mode.

**Note 1:** These bits are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.

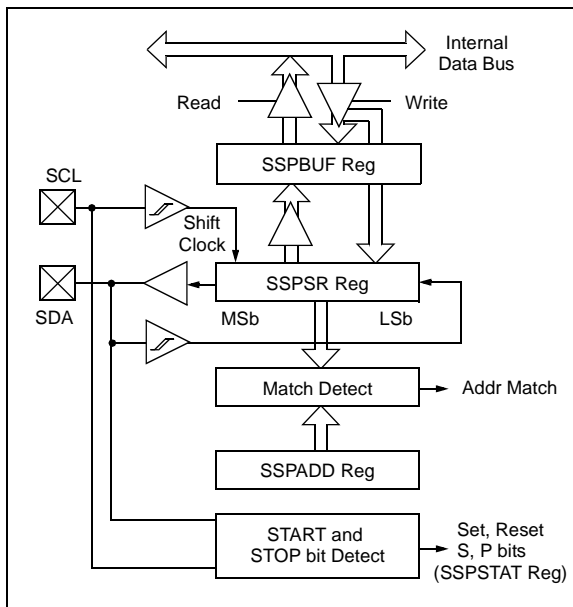
## 9.2 MSSP I<sup>2</sup>C Operation

The MSSP module in I<sup>2</sup>C mode, fully implements all master and slave functions (including general call support) and provides interrupts on START and STOP bits in hardware, to determine a free bus (multi-master function). The MSSP module implements the standard mode specifications, as well as 7-bit and 10-bit addressing.

Refer to Application Note AN578, "Use of the SSP Module in the I<sup>2</sup>C Multi-Master Environment."

A "glitch" filter is on the SCL and SDA pins when the pin is an input. This filter operates in both the 100 kHz and 400 kHz modes. In the 100 kHz mode, when these pins are an output, there is a slew rate control of the pin that is independent of device frequency.

**FIGURE 9-5: I<sup>2</sup>C SLAVE MODE BLOCK DIAGRAM**



Two pins are used for data transfer. These are the SCL pin, which is the clock, and the SDA pin, which is the data. The SDA and SCL pins are automatically configured when the I<sup>2</sup>C mode is enabled. The SSP module functions are enabled by setting SSP Enable bit SSPEN (SSPCON<5>).

The MSSP module has six registers for I<sup>2</sup>C operation. They are the:

- SSP Control Register (SSPCON)
- SSP Control Register2 (SSPCON2)
- SSP Status Register (SSPSTAT)
- Serial Receive/Transmit Buffer (SSPBUF)
- SSP Shift Register (SSPSR) - Not directly accessible
- SSP Address Register (SSPADD)

The SSPCON register allows control of the I<sup>2</sup>C operation. Four mode selection bits (SSPCON<3:0>) allow one of the following I<sup>2</sup>C modes to be selected:

- I<sup>2</sup>C Slave mode (7-bit address)
- I<sup>2</sup>C Slave mode (10-bit address)
- I<sup>2</sup>C Master mode, clock = OSC/4 (SSPADD +1)
- I<sup>2</sup>C firmware modes (provided for compatibility to other mid-range products)

Before selecting any I<sup>2</sup>C mode, the SCL and SDA pins must be programmed to inputs by setting the appropriate TRIS bits. Selecting an I<sup>2</sup>C mode by setting the SSPEN bit, enables the SCL and SDA pins to be used as the clock and data lines in I<sup>2</sup>C mode. Pull-up resistors must be provided externally to the SCL and SDA pins for the proper operation of the I<sup>2</sup>C module.

The CKE bit (SSPSTAT<6:7>) sets the levels of the SDA and SCL pins in either Master or Slave mode. When CKE = 1, the levels will conform to the SMBus specification. When CKE = 0, the levels will conform to the I<sup>2</sup>C specification.

The SSPSTAT register gives the status of the data transfer. This information includes detection of a START (S) or STOP (P) bit, specifies if the received byte was data or address, if the next byte is the completion of 10-bit address, and if this will be a read or write data transfer.

SSPBUF is the register to which the transfer data is written to, or read from. The SSPSR register shifts the data in or out of the device. In receive operations, the SSPBUF and SSPSR create a doubled buffered receiver. This allows reception of the next byte to begin before reading the last byte of received data. When the complete byte is received, it is transferred to the SSPBUF register and flag bit SSPIF is set. If another complete byte is received before the SSPBUF register is read, a receiver overflow has occurred and bit SSPOV (SSPCON<6>) is set and the byte in the SSPSR is lost.

The SSPADD register holds the slave address. In 10-bit mode, the user needs to write the high byte of the address (1111 0 A9 A8 0). Following the high byte address match, the low byte of the address needs to be loaded (A7:A0).

# PIC16F87X

## 9.2.1 SLAVE MODE

In Slave mode, the SCL and SDA pins must be configured as inputs. The MSSP module will override the input state with the output data, when required (slave-transmitter).

When an address is matched, or the data transfer after an address match is received, the hardware automatically will generate the Acknowledge ( $\overline{ACK}$ ) pulse, and then load the SSPBUF register with the received value currently in the SSPSR register.

There are certain conditions that will cause the MSSP module not to give this  $\overline{ACK}$  pulse. These are if either (or both):

- a) The buffer full bit BF (SSPSTAT<0>) was set before the transfer was received.
- b) The overflow bit SSPOV (SSPCON<6>) was set before the transfer was received.

If the BF bit is set, the SSPSR register value is not loaded into the SSPBUF, but bit SSPIF and SSPOV are set. Table 9-2 shows what happens when a data transfer byte is received, given the status of bits BF and SSPOV. The shaded cells show the condition where user software did not properly clear the overflow condition. Flag bit BF is cleared by reading the SSPBUF register, while bit SSPOV is cleared through software.

The SCL clock input must have a minimum high and low time for proper operation. The high and low times of the I<sup>2</sup>C specification, as well as the requirement of the MSSP module, is shown in timing parameter #100 and parameter #101 of the electrical specifications.

### 9.2.1.1 Addressing

Once the MSSP module has been enabled, it waits for a START condition to occur. Following the START condition, the 8-bits are shifted into the SSPSR register. All incoming bits are sampled with the rising edge of the clock (SCL) line. The value of register SSPSR<7:1> is compared to the value of the SSPADD register. The address is compared on the falling edge of the eighth clock (SCL) pulse. If the addresses match, and the BF and SSPOV bits are clear, the following events occur:

- a) The SSPSR register value is loaded into the SSPBUF register on the falling edge of the 8th SCL pulse.
- b) The buffer full bit, BF, is set on the falling edge of the 8th SCL pulse.
- c) An  $\overline{ACK}$  pulse is generated.
- d) SSP interrupt flag bit, SSPIF (PIR1<3>), is set (interrupt is generated if enabled) on the falling edge of the 9th SCL pulse.

In 10-bit address mode, two address bytes need to be received by the slave. The five Most Significant bits (MSBs) of the first address byte specify if this is a 10-bit address. Bit  $\overline{R/W}$  (SSPSTAT<2>) must specify a write so the slave device will receive the second address byte.

For a 10-bit address, the first byte would equal '1111 0 A9 A8 0', where A9 and A8 are the two MSBs of the address. The sequence of events for a 10-bit address is as follows, with steps 7-9 for slave-transmitter:

1. Receive first (high) byte of Address (bits SSPIF, BF and UA (SSPSTAT<1>) are set).
2. Update the SSPADD register with the second (low) byte of Address (clears bit UA and releases the SCL line).
3. Read the SSPBUF register (clears bit BF) and clear flag bit SSPIF.
4. Receive second (low) byte of Address (bits SSPIF, BF and UA are set).
5. Update the SSPADD register with the first (high) byte of Address. This will clear bit UA and release the SCL line.
6. Read the SSPBUF register (clears bit BF) and clear flag bit SSPIF.
7. Receive Repeated Start condition.
8. Receive first (high) byte of Address (bits SSPIF and BF are set).
9. Read the SSPBUF register (clears bit BF) and clear flag bit SSPIF.

**Note:** Following the Repeated START condition (step 7) in 10-bit mode, the user only needs to match the first 7-bit address. The user does not update the SSPADD for the second half of the address.

### 9.2.1.2 Slave Reception

When the  $\overline{R/W}$  bit of the address byte is clear and an address match occurs, the  $\overline{R/W}$  bit of the SSPSTAT register is cleared. The received address is loaded into the SSPBUF register.

When the address byte overflow condition exists, then no Acknowledge ( $\overline{ACK}$ ) pulse is given. An overflow condition is defined as either bit BF (SSPSTAT<0>) is set, or bit SSPOV (SSPCON<6>) is set. This is an error condition due to user firmware.

An SSP interrupt is generated for each data transfer byte. Flag bit SSPIF (PIR1<3>) must be cleared in software. The SSPSTAT register is used to determine the status of the received byte.

**Note:** The SSPBUF will be loaded if the SSPOV bit is set and the BF flag is cleared. If a read of the SSPBUF was performed, but the user did not clear the state of the SSPOV bit before the next receive occurred, the  $\overline{ACK}$  is not sent and the SSPBUF is updated.

**TABLE 9-2: DATA TRANSFER RECEIVED BYTE ACTIONS**

Status Bits as Data Transfer is Received		SSPSR → SSPBUF	Generate $\overline{\text{ACK}}$ Pulse	Set bit SSPIF (SSP Interrupt occurs if enabled)
BF	SSPOV			
0	0	Yes	Yes	Yes
1	0	No	No	Yes
1	1	No	No	Yes
0	1	Yes	No	Yes

**Note:** Shaded cells show the conditions where the user software did not properly clear the overflow condition.

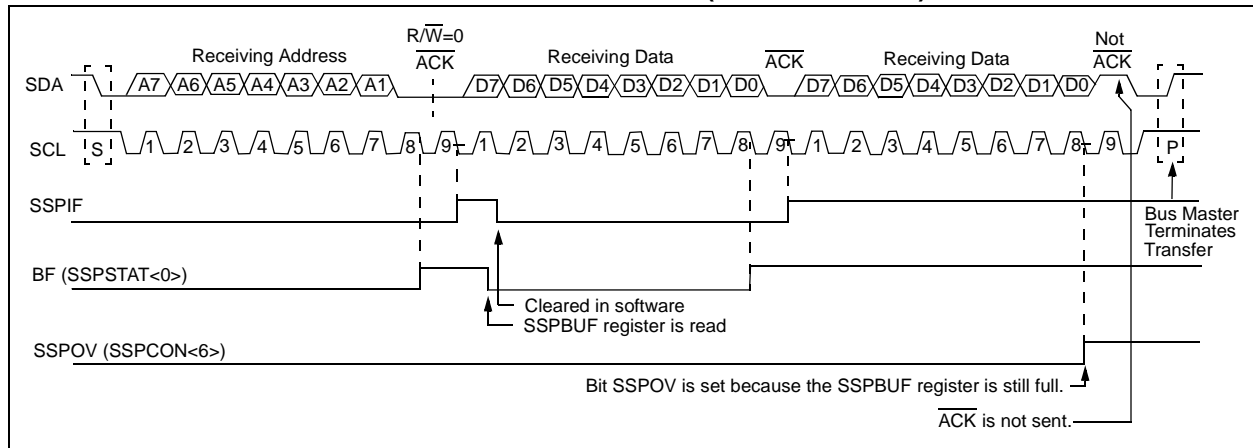
### 9.2.1.3 Slave Transmission

When the  $\overline{\text{R/W}}$  bit of the incoming address byte is set and an address match occurs, the  $\overline{\text{R/W}}$  bit of the SSPSTAT register is set. The received address is loaded into the SSPBUF register. The  $\overline{\text{ACK}}$  pulse will be sent on the ninth bit, and the SCL pin is held low. The transmit data must be loaded into the SSPBUF register, which also loads the SSPSR register. Then, the SCL pin should be enabled by setting bit CKP (SSPCON<4>). The master must monitor the SCL pin prior to asserting another clock pulse. The slave devices may be holding off the master by stretching the clock. The eight data bits are shifted out on the falling edge of the SCL input. This ensures that the SDA signal is valid during the SCL high time (Figure 9-7).

An SSP interrupt is generated for each data transfer byte. The SSPIF flag bit must be cleared in software and the SSPSTAT register is used to determine the status of the byte transfer. The SSPIF flag bit is set on the falling edge of the ninth clock pulse.

As a slave-transmitter, the  $\overline{\text{ACK}}$  pulse from the master receiver is latched on the rising edge of the ninth SCL input pulse. If the SDA line is high (not  $\overline{\text{ACK}}$ ), then the data transfer is complete. When the not  $\overline{\text{ACK}}$  is latched by the slave, the slave logic is reset and the slave then monitors for another occurrence of the START bit. If the SDA line was low ( $\overline{\text{ACK}}$ ), the transmit data must be loaded into the SSPBUF register, which also loads the SSPSR register. Then the SCL pin should be enabled by setting the CKP bit.

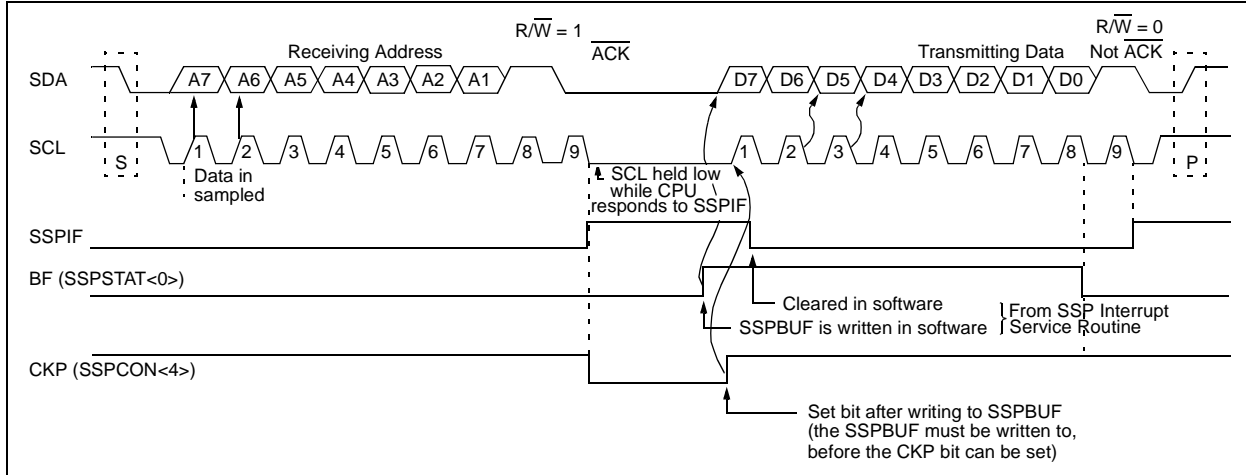
**FIGURE 9-6: I<sup>2</sup>C WAVEFORMS FOR RECEPTION (7-BIT ADDRESS)**





# PIC16F87X

**FIGURE 9-7: I<sup>2</sup>C WAVEFORMS FOR TRANSMISSION (7-BIT ADDRESS)**



## 9.2.2 GENERAL CALL ADDRESS SUPPORT

The addressing procedure for the I<sup>2</sup>C bus is such that the first byte after the START condition usually determines which device will be the slave addressed by the master. The exception is the general call address, which can address all devices. When this address is used, all devices should, in theory, respond with an acknowledge.

The general call address is one of eight addresses reserved for specific purposes by the I<sup>2</sup>C protocol. It consists of all 0's with R/W = 0.

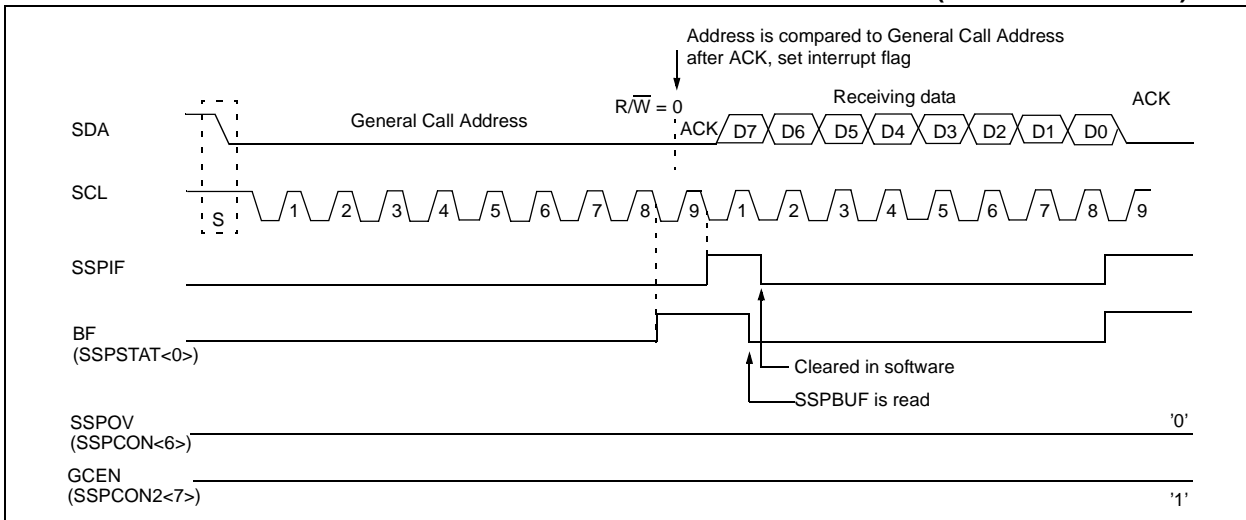
The general call address is recognized when the General Call Enable bit (GCEN) is enabled (SSPCON2<7> is set). Following a START bit detect, 8 bits are shifted into SSPSR and the address is compared against SSPADD. It is also compared to the general call address and fixed in hardware.

If the general call address matches, the SSPSR is transferred to the SSPBUF, the BF flag is set (eighth bit), and on the falling edge of the ninth bit ( $\overline{\text{ACK}}$  bit), the SSPIF flag is set.

When the interrupt is serviced, the source for the interrupt can be checked by reading the contents of the SSPBUF to determine if the address was device specific, or a general call address.

In 10-bit mode, the SSPADD is required to be updated for the second half of the address to match, and the UA bit is set (SSPSTAT<1>). If the general call address is sampled when GCEN is set, while the slave is configured in 10-bit address mode, then the second half of the address is not necessary, the UA bit will not be set, and the slave will begin receiving data after the Acknowledge (Figure 9-8).

**FIGURE 9-8: SLAVE MODE GENERAL CALL ADDRESS SEQUENCE (7 OR 10-BIT MODE)**



## 9.2.3 SLEEP OPERATION

While in SLEEP mode, the I<sup>2</sup>C module can receive addresses or data. When an address match or complete byte transfer occurs, wake the processor from SLEEP (if the SSP interrupt is enabled).

## 9.2.4 EFFECTS OF A RESET

A RESET disables the SSP module and terminates the current transfer.

**TABLE 9-3: REGISTERS ASSOCIATED WITH I<sup>2</sup>C OPERATION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on: MCLR, WDT
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
0Dh	PIR2	—	(2)	—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	-r-0 0--0	-r-0 0--0
8Dh	PIE2	—	(2)	—	EEIE	BCLIE	—	—	CCP2IE	-r-0 0--0	-r-0 0--0
13h	SSPBUF	Synchronous Serial Port Receive Buffer/Transmit Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
14h	SSPCON	WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0	0000 0000	0000 0000
91h	SSPCON2	GCEN	ACKSTAT	ACKDT	ACKEN	RCEN	PEN	RSEN	SEN	0000 0000	0000 0000
93h	SSPADD	I <sup>2</sup> C Slave Address/Master Baud Rate Register								0000 0000	0000 0000
94h	SSPSTAT	SMP	CKE	D/Ā	P	S	R/Ā	UA	BF	0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the SSP in I<sup>2</sup>C mode.

**Note 1:** These bits are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.

**2:** These bits are reserved on these devices; always maintain these bits clear.

# PIC16F87X

## 9.2.5 MASTER MODE

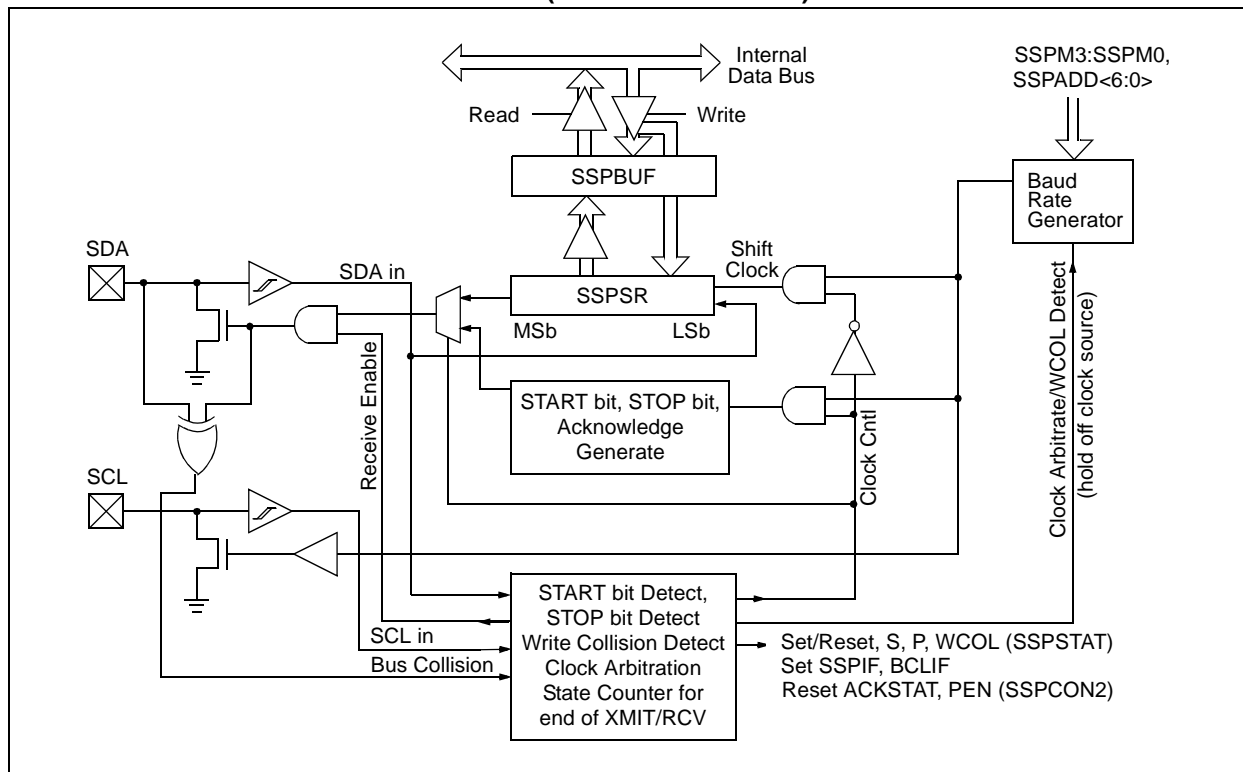
Master mode of operation is supported by interrupt generation on the detection of the START and STOP conditions. The STOP (P) and START (S) bits are cleared from a RESET, or when the MSSP module is disabled. Control of the I<sup>2</sup>C bus may be taken when the P bit is set, or the bus is idle, with both the S and P bits clear.

In Master mode, the SCL and SDA lines are manipulated by the MSSP hardware.

The following events will cause the SSP Interrupt Flag bit, SSPIF, to be set (an SSP interrupt will occur if enabled):

- START condition
- STOP condition
- Data transfer byte transmitted/received
- Acknowledge transmit
- Repeated START

**FIGURE 9-9: SSP BLOCK DIAGRAM (I<sup>2</sup>C MASTER MODE)**



## 9.2.6 MULTI-MASTER MODE

In Multi-Master mode, the interrupt generation on the detection of the START and STOP conditions allows the determination of when the bus is free. The STOP (P) and START (S) bits are cleared from a RESET or when the MSSP module is disabled. Control of the I<sup>2</sup>C bus may be taken when bit P (SSPSTAT<4>) is set, or the bus is idle with both the S and P bits clear. When the bus is busy, enabling the SSP Interrupt will generate the interrupt when the STOP condition occurs.

In Multi-Master operation, the SDA line must be monitored for arbitration to see if the signal level is the expected output level. This check is performed in hardware, with the result placed in the BCLIF bit.

The states where arbitration can be lost are:

- Address Transfer
- Data Transfer
- A START Condition
- A Repeated START Condition
- An Acknowledge Condition

## 9.2.7 I<sup>2</sup>C MASTER MODE SUPPORT

Master mode is enabled by setting and clearing the appropriate SSPM bits in SSPCON and by setting the SSPEN bit. Once Master mode is enabled, the user has six options:

- Assert a START condition on SDA and SCL.
- Assert a Repeated START condition on SDA and SCL.
- Write to the SSPBUF register initiating transmission of data/address.
- Generate a STOP condition on SDA and SCL.
- Configure the I<sup>2</sup>C port to receive data.
- Generate an Acknowledge condition at the end of a received byte of data.

**Note:** The MSSP Module, when configured in I<sup>2</sup>C Master mode, does not allow queuing of events. For instance, the user is not allowed to initiate a START condition and immediately write the SSPBUF register to initiate transmission before the START condition is complete. In this case, the SSPBUF will not be written to and the WCOL bit will be set, indicating that a write to the SSPBUF did not occur.

### 9.2.7.1 I<sup>2</sup>C Master Mode Operation

The master device generates all of the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a Repeated START condition. Since the Repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the I<sup>2</sup>C bus will not be released.

In Master Transmitter mode, serial data is output through SDA, while SCL outputs the serial clock. The first byte transmitted contains the slave address of the receiving device (7 bits) and the Read/Write (R/W) bit. In this case, the R/W bit will be logic '0'. Serial data is transmitted 8 bits at a time. After each byte is transmitted, an Acknowledge bit is received. START and STOP conditions are output to indicate the beginning and the end of a serial transfer.

In Master Receive mode, the first byte transmitted contains the slave address of the transmitting device (7 bits) and the R/W bit. In this case, the R/W bit will be logic '1'. Thus, the first byte transmitted is a 7-bit slave address followed by a '1' to indicate receive bit. Serial data is received via SDA, while SCL outputs the serial clock. Serial data is received 8 bits at a time. After each byte is received, an Acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions indicate the beginning and end of transmission.

The baud rate generator used for SPI mode operation is now used to set the SCL clock frequency for either 100 kHz, 400 kHz, or 1 MHz I<sup>2</sup>C operation. The baud rate generator reload value is contained in the lower 7 bits of the SSPADD register. The baud rate generator will automatically begin counting on a write to the

SSPBUF. Once the given operation is complete (i.e., transmission of the last data bit is followed by ACK), the internal clock will automatically stop counting and the SCL pin will remain in its last state.

A typical transmit sequence would go as follows:

- a) User generates a START condition by setting the START enable bit (SEN) in SSPCON2.
- b) SSPIF is set. The module will wait the required start time before any other operation takes place.
- c) User loads SSPBUF with address to transmit.
- d) Address is shifted out the SDA pin until all 8 bits are transmitted.
- e) MSSP module shifts in the ACK bit from the slave device and writes its value into the SSPCON2 register (SSPCON2<6>).
- f) MSSP module generates an interrupt at the end of the ninth clock cycle by setting SSPIF.
- g) User loads SSPBUF with eight bits of data.
- h) DATA is shifted out the SDA pin until all 8 bits are transmitted.
- i) MSSP module shifts in the ACK bit from the slave device, and writes its value into the SSPCON2 register (SSPCON2<6>).
- j) MSSP module generates an interrupt at the end of the ninth clock cycle by setting the SSPIF bit.
- k) User generates a STOP condition by setting the STOP enable bit, PEN, in SSPCON2.
- l) Interrupt is generated once the STOP condition is complete.

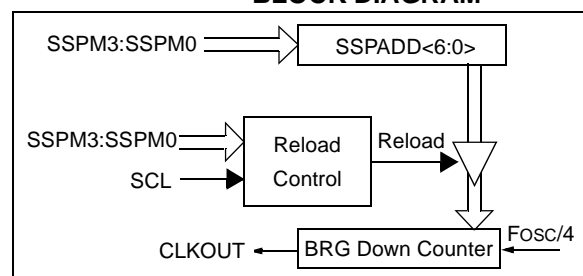
## 9.2.8 BAUD RATE GENERATOR

In I<sup>2</sup>C Master mode, the reload value for the BRG is located in the lower 7 bits of the SSPADD register (Figure 9-10). When the BRG is loaded with this value, the BRG counts down to 0 and stops until another reload has taken place. The BRG count is decremented twice per instruction cycle (Tcy), on the Q2 and Q4 clock.

In I<sup>2</sup>C Master mode, the BRG is reloaded automatically. If clock arbitration is taking place, the BRG will be reloaded when the SCL pin is sampled high (Figure 9-11).

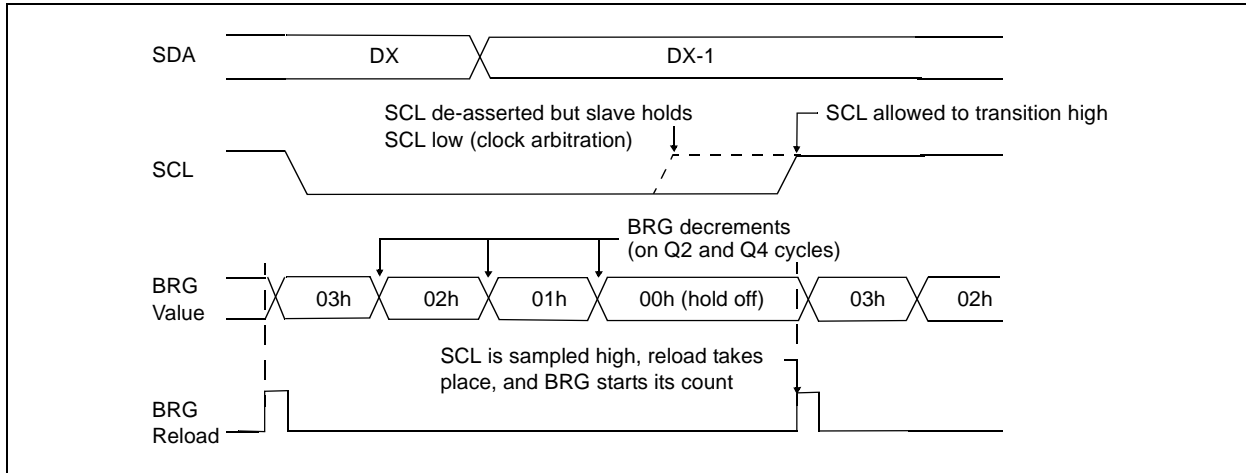
**Note:** Baud Rate = Fosc / (4 \* (SSPADD + 1) )

**FIGURE 9-10: BAUD RATE GENERATOR BLOCK DIAGRAM**



# PIC16F87X

**FIGURE 9-11: BAUD RATE GENERATOR TIMING WITH CLOCK ARBITRATION**



## 9.2.9 I<sup>2</sup>C MASTER MODE START CONDITION TIMING

To initiate a START condition, the user sets the START condition enable bit, SEN (SSPCON2<0>). If the SDA and SCL pins are sampled high, the baud rate generator is reloaded with the contents of SSPADD<6:0> and starts its count. If SCL and SDA are both sampled high when the baud rate generator times out (TBRG), the SDA pin is driven low. The action of the SDA being driven low while SCL is high is the START condition, and causes the S bit (SSPSTAT<3>) to be set. Following this, the baud rate generator is reloaded with the contents of SSPADD<6:0> and resumes its count. When the baud rate generator times out (TBRG), the SEN bit (SSPCON2<0>) will be automatically cleared by hardware, leaving the SDA line held low, and the START condition is complete.

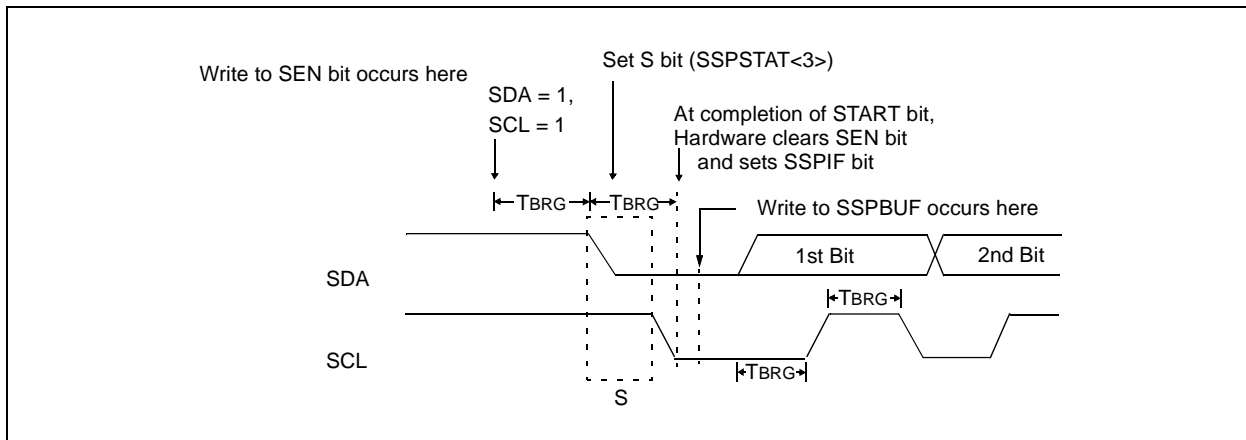
**Note:** If, at the beginning of START condition, the SDA and SCL pins are already sampled low, or if during the START condition the SCL line is sampled low before the SDA line is driven low, a bus collision occurs, the Bus Collision Interrupt Flag (BCLIF) is set, the START condition is aborted, and the I<sup>2</sup>C module is reset into its IDLE state.

### 9.2.9.1 WCOL Status Flag

If the user writes the SSPBUF when a START sequence is in progress, then WCOL is set and the contents of the buffer are unchanged (the write doesn't occur).

**Note:** Because queuing of events is not allowed, writing to the lower 5 bits of SSPCON2 is disabled until the START condition is complete.

**FIGURE 9-12: FIRST START BIT TIMING**



## 9.2.10 I<sup>2</sup>C MASTER MODE REPEATED START CONDITION TIMING

A Repeated START condition occurs when the RSEN bit (SSPCON2<1>) is programmed high and the I<sup>2</sup>C module is in the IDLE state. When the RSEN bit is set, the SCL pin is asserted low. When the SCL pin is sampled low, the baud rate generator is loaded with the contents of SSPADD<6:0> and begins counting. The SDA pin is released (brought high) for one baud rate generator count (TBRG). When the baud rate generator times out, if SDA is sampled high, the SCL pin will be de-asserted (brought high). When SCL is sampled high the baud rate generator is reloaded with the contents of SSPADD<6:0> and begins counting. SDA and SCL must be sampled high for one TBRG. This action is then followed by assertion of the SDA pin (SDA is low) for one TBRG, while SCL is high. Following this, the RSEN bit in the SSPCON2 register will be automatically cleared and the baud rate generator will not be reloaded, leaving the SDA pin held low. As soon as a START condition is detected on the SDA and SCL pins, the S bit (SSPSTAT<3>) will be set. The SSPIF bit will not be set until the baud rate generator has timed out.

**Note 1:** If RSEN is programmed while any other event is in progress, it will not take effect.

**2:** A bus collision during the Repeated START condition occurs if:

- SDA is sampled low when SCL goes from low to high.
- SCL goes low before SDA is asserted low. This may indicate that another master is attempting to transmit a data "1".

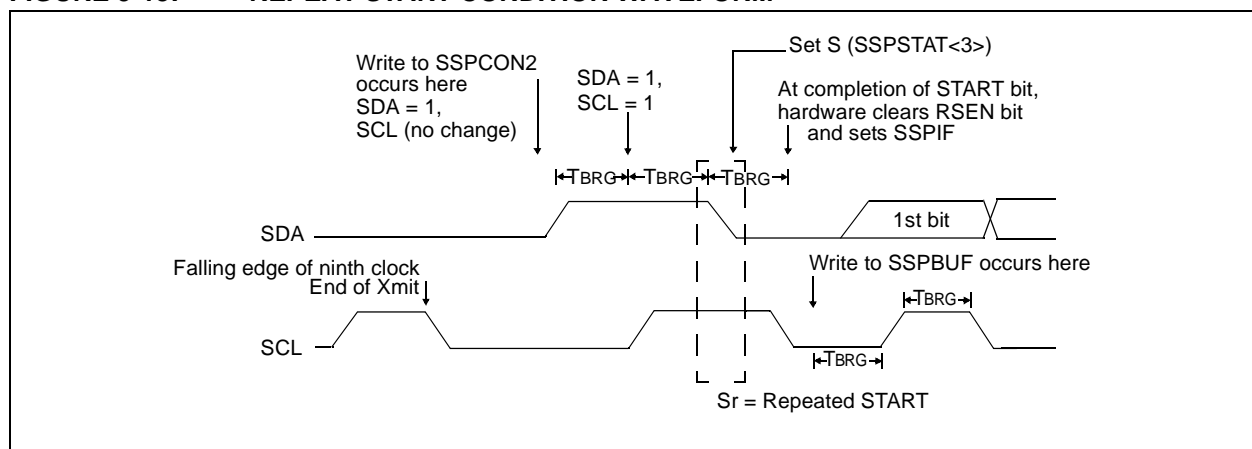
Immediately following the SSPIF bit getting set, the user may write the SSPBUF with the 7-bit address in 7-bit mode, or the default first address in 10-bit mode. After the first eight bits are transmitted and an ACK is received, the user may then transmit an additional eight bits of address (10-bit mode), or eight bits of data (7-bit mode).

### 9.2.10.1 WCOL Status Flag

If the user writes the SSPBUF when a Repeated START sequence is in progress, then WCOL is set and the contents of the buffer are unchanged (the write doesn't occur).

**Note:** Because queuing of events is not allowed, writing of the lower 5 bits of SSPCON2 is disabled until the Repeated START condition is complete.

**FIGURE 9-13: REPEAT START CONDITION WAVEFORM**



# PIC16F87X

---

## 9.2.11 I<sup>2</sup>C MASTER MODE TRANSMISSION

Transmission of a data byte, a 7-bit address, or either half of a 10-bit address, is accomplished by simply writing a value to SSPBUF register. This action will set the Buffer Full flag (BF) and allow the baud rate generator to begin counting and start the next transmission. Each bit of address/data will be shifted out onto the SDA pin after the falling edge of SCL is asserted (see data hold time spec). SCL is held low for one baud rate generator rollover count (TBRG). Data should be valid before SCL is released high (see data setup time spec). When the SCL pin is released high, it is held that way for TBRG. The data on the SDA pin must remain stable for that duration and some hold time after the next falling edge of SCL. After the eighth bit is shifted out (the falling edge of the eighth clock), the BF flag is cleared and the master releases SDA allowing the slave device being addressed to respond with an ACK bit during the ninth bit time, if an address match occurs or if data was received properly. The status of  $\overline{ACK}$  is read into the ACKDT on the falling edge of the ninth clock. If the master receives an Acknowledge, the Acknowledge Status bit (ACKSTAT) is cleared. If not, the bit is set. After the ninth clock, the SSPIF is set and the master clock (baud rate generator) is suspended until the next data byte is loaded into the SSPBUF, leaving SCL low and SDA unchanged (Figure 9-14).

After the write to the SSPBUF, each bit of address will be shifted out on the falling edge of SCL, until all seven address bits and the R/W bit are completed. On the falling edge of the eighth clock, the master will de-assert the SDA pin, allowing the slave to respond with an Acknowledge. On the falling edge of the ninth clock, the master will sample the SDA pin to see if the address was recognized by a slave. The status of the ACK bit is loaded into the ACKSTAT status bit (SSPCON2<6>). Following the falling edge of the ninth clock transmission of the address, the SSPIF is set, the BF flag is cleared, and the baud rate generator is turned off until another write to the SSPBUF takes place, holding SCL low and allowing SDA to float.

### 9.2.11.1 BF Status Flag

In Transmit mode, the BF bit (SSPSTAT<0>) is set when the CPU writes to SSPBUF and is cleared when all 8 bits are shifted out.

### 9.2.11.2 WCOL Status Flag

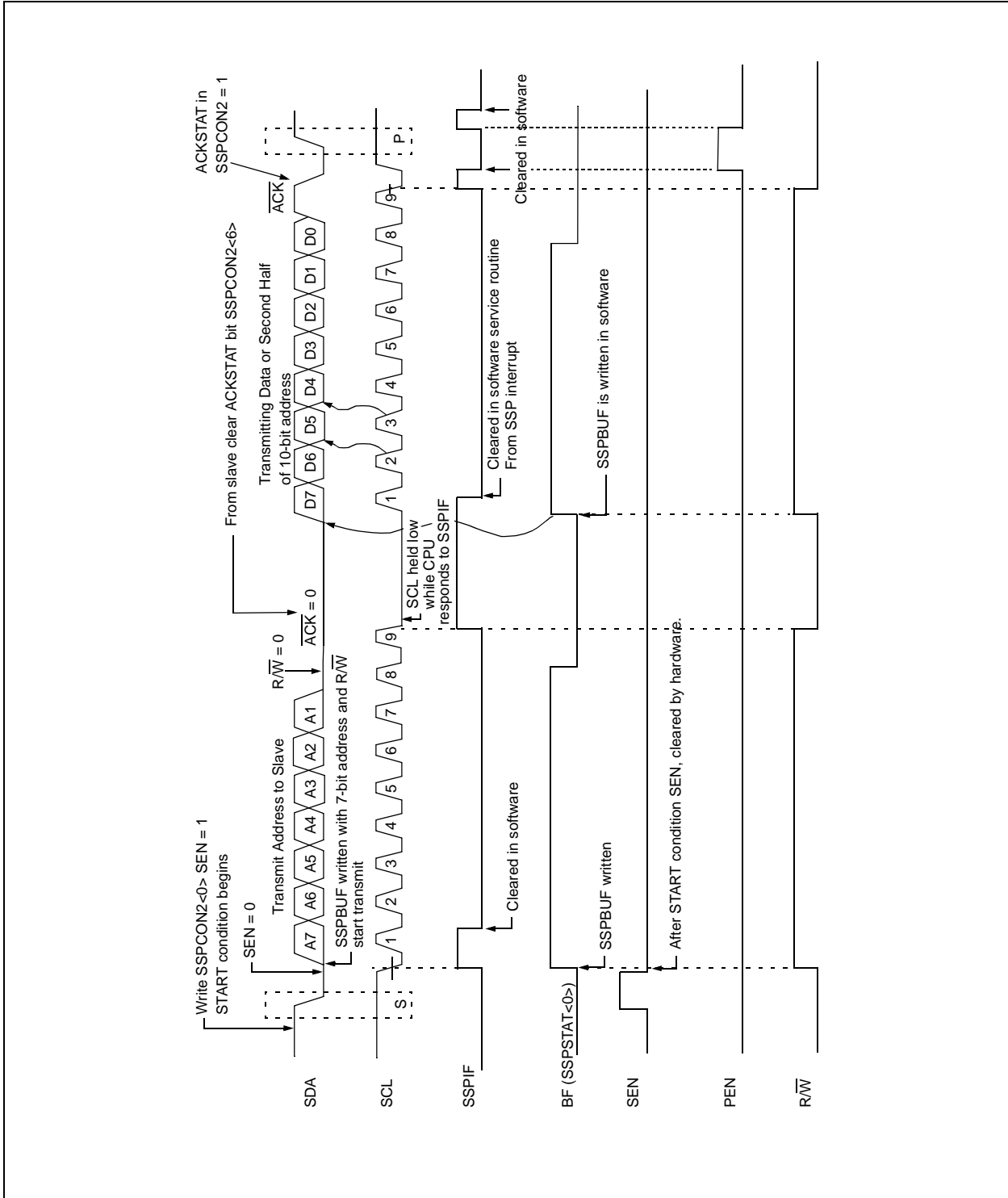
If the user writes the SSPBUF when a transmit is already in progress (i.e., SSPSR is still shifting out a data byte), then WCOL is set and the contents of the buffer are unchanged (the write doesn't occur).

WCOL must be cleared in software.

### 9.2.11.3 ACKSTAT Status Flag

In Transmit mode, the ACKSTAT bit (SSPCON2<6>) is cleared when the slave has sent an Acknowledge ( $\overline{ACK} = 0$ ), and is set when the slave does not Acknowledge ( $\overline{ACK} = 1$ ). A slave sends an Acknowledge when it has recognized its address (including a general call), or when the slave has properly received its data.

**FIGURE 9-14: I<sup>2</sup>C MASTER MODE TIMING (TRANSMISSION, 7 OR 10-BIT ADDRESS)**





# PIC16F87X

---

## 9.2.12 I<sup>2</sup>C MASTER MODE RECEPTION

Master mode reception is enabled by programming the Receive Enable bit, RCEN (SSPCON2<3>).

**Note:** The SSP module must be in an IDLE state before the RCEN bit is set, or the RCEN bit will be disregarded.

The baud rate generator begins counting, and on each rollover, the state of the SCL pin changes (high to low/low to high), and data is shifted into the SSPSR. After the falling edge of the eighth clock, the receive enable flag is automatically cleared, the contents of the SSPSR are loaded into the SSPBUF, the BF flag is set, the SSPIF is set, and the baud rate generator is suspended from counting, holding SCL low. The SSP is now in IDLE state, awaiting the next command. When the buffer is read by the CPU, the BF flag is automatically cleared. The user can then send an Acknowledge bit at the end of reception, by setting the Acknowledge Sequence Enable bit, ACKEN (SSPCON2<4>).

### 9.2.12.1 BF Status Flag

In receive operation, BF is set when an address or data byte is loaded into SSPBUF from SSPSR. It is cleared when SSPBUF is read.

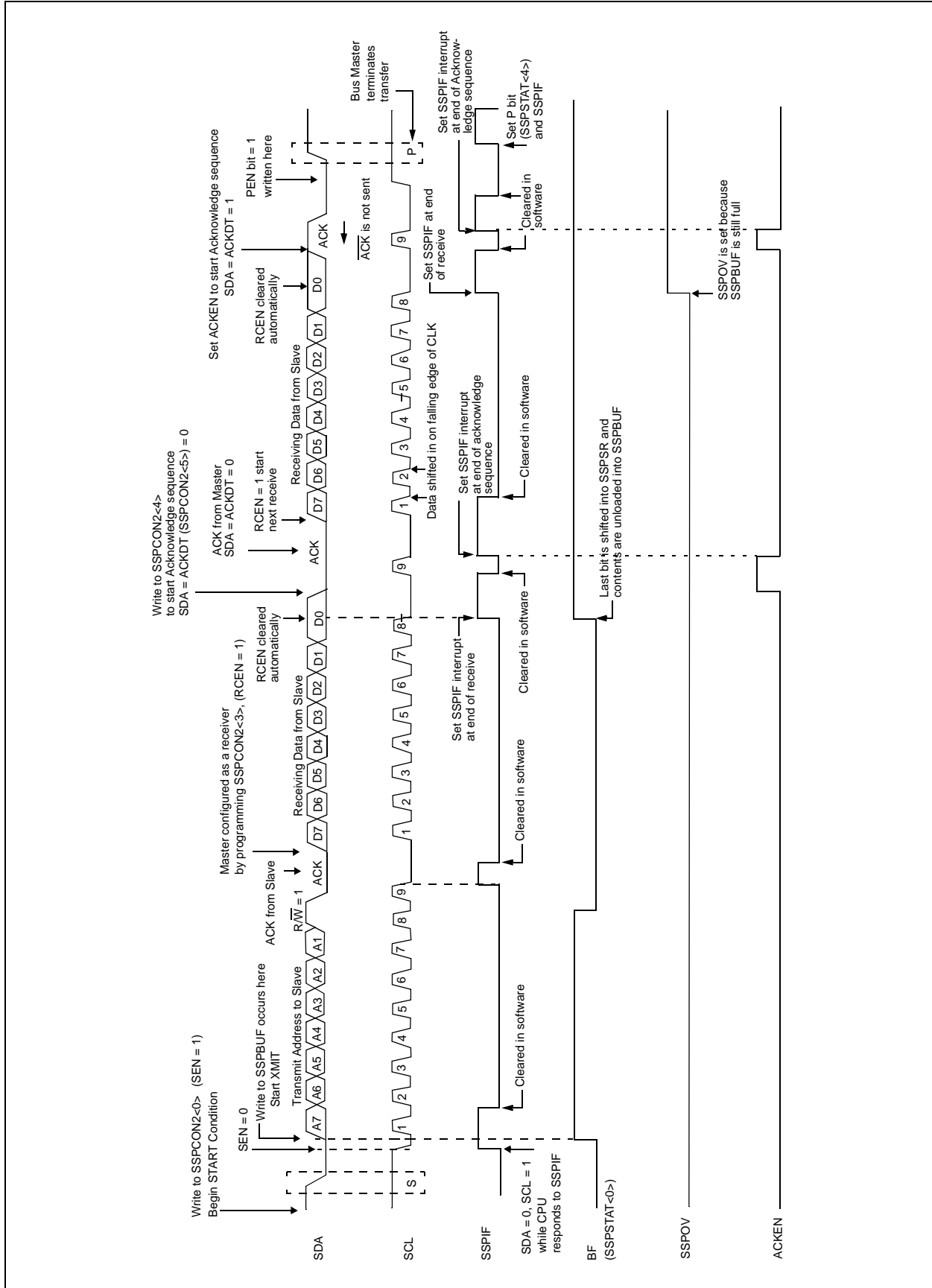
### 9.2.12.2 SSPOV Status Flag

In receive operation, SSPOV is set when 8 bits are received into the SSPSR, and the BF flag is already set from a previous reception.

### 9.2.12.3 WCOL Status Flag

If the user writes the SSPBUF when a receive is already in progress (i.e., SSPSR is still shifting in a data byte), then WCOL is set and the contents of the buffer are unchanged (the write doesn't occur).

**FIGURE 9-15: I<sup>2</sup>C MASTER MODE TIMING (RECEPTION, 7-BIT ADDRESS)**



# PIC16F87X

## 9.2.13 ACKNOWLEDGE SEQUENCE TIMING

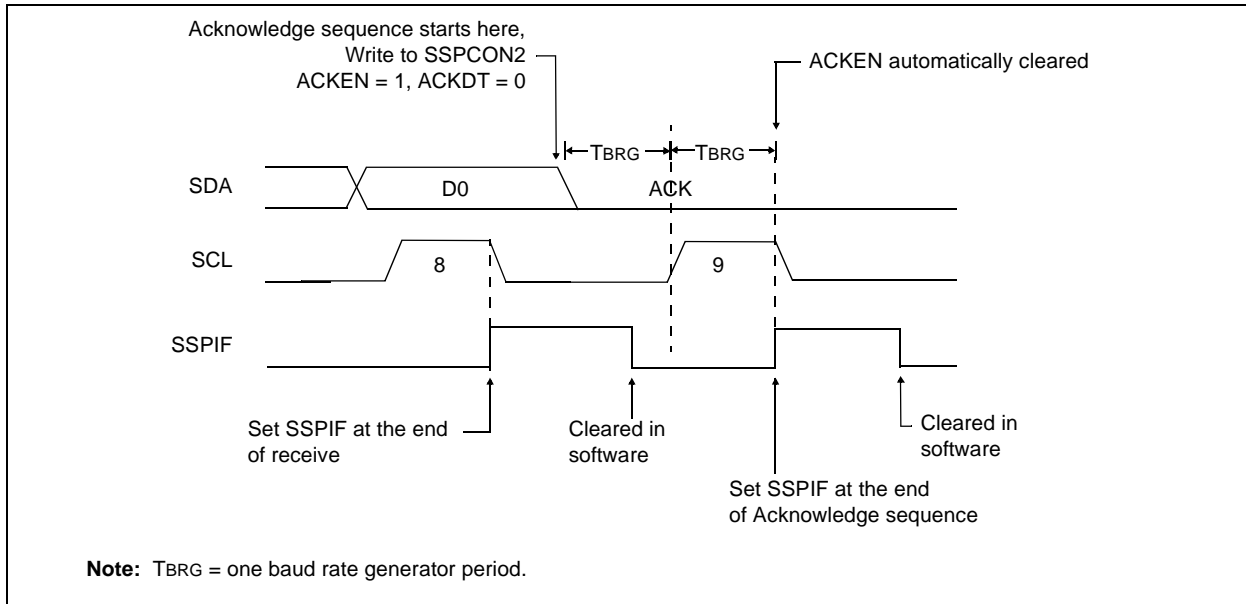
An Acknowledge sequence is enabled by setting the Acknowledge Sequence Enable bit, ACKEN (SSPCON2<4>). When this bit is set, the SCL pin is pulled low and the contents of the Acknowledge data bit is presented on the SDA pin. If the user wishes to generate an Acknowledge, the ACKDT bit should be cleared. If not, the user should set the ACKDT bit before starting an Acknowledge sequence. The baud rate generator then counts for one rollover period (TBRG), and the SCL pin is de-asserted high. When the SCL pin is sampled high (clock arbitration), the baud

rate generator counts for TBRG. The SCL pin is then pulled low. Following this, the ACKEN bit is automatically cleared, the baud rate generator is turned off, and the SSP module then goes into IDLE mode (Figure 9-16).

### 9.2.13.1 WCOL Status Flag

If the user writes the SSPBUF when an Acknowledge sequence is in progress, the WCOL is set and the contents of the buffer are unchanged (the write doesn't occur).

**FIGURE 9-16: ACKNOWLEDGE SEQUENCE WAVEFORM**



## 9.2.14 STOP CONDITION TIMING

A STOP bit is asserted on the SDA pin at the end of a receive/transmit by setting the Stop Sequence Enable bit, PEN (SSPCON2<2>). At the end of a receive/transmit, the SCL line is held low after the falling edge of the ninth clock. When the PEN bit is set, the master will assert the SDA line low. When the SDA line is sampled low, the baud rate generator is reloaded and counts down to 0. When the baud rate generator times out, the SCL pin will be brought high, and one TBRG (baud rate generator rollover count) later, the SDA pin will be de-asserted. When the SDA pin is sampled high

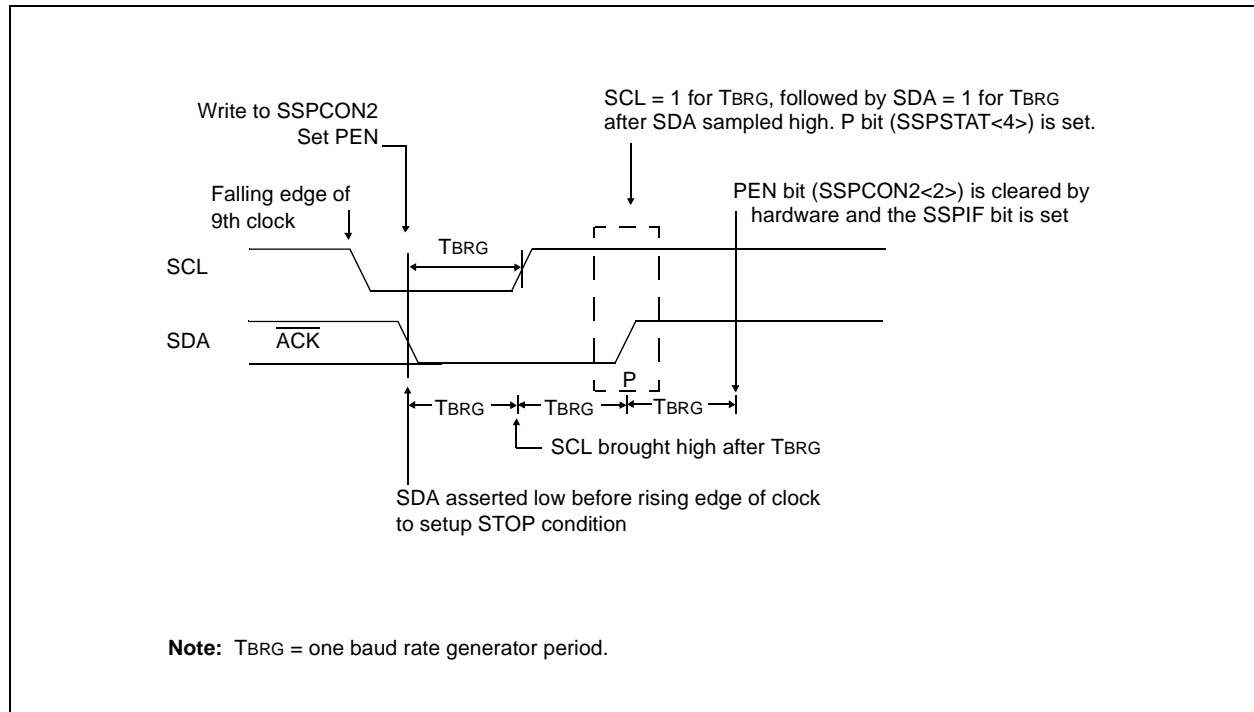
while SCL is high, the P bit (SSPSTAT<4>) is set. A TBRG later, the PEN bit is cleared and the SSPIF bit is set (Figure 9-17).

Whenever the firmware decides to take control of the bus, it will first determine if the bus is busy by checking the S and P bits in the SSPSTAT register. If the bus is busy, then the CPU can be interrupted (notified) when a STOP bit is detected (i.e., bus is free).

### 9.2.14.1 WCOL Status Flag

If the user writes the SSPBUF when a STOP sequence is in progress, then WCOL is set and the contents of the buffer are unchanged (the write doesn't occur).

**FIGURE 9-17: STOP CONDITION RECEIVE OR TRANSMIT MODE**



# PIC16F87X

## 9.2.15 CLOCK ARBITRATION

Clock arbitration occurs when the master, during any receive, transmit, or Repeated START/STOP condition, de-asserts the SCL pin (SCL allowed to float high). When the SCL pin is allowed to float high, the baud rate generator (BRG) is suspended from counting until the SCL pin is actually sampled high. When the SCL pin is sampled high, the baud rate generator is reloaded with the contents of SSPADD<6:0> and begins counting. This ensures that the SCL high time will always be at least one BRG rollover count in the event that the clock is held low by an external device (Figure 9-18).

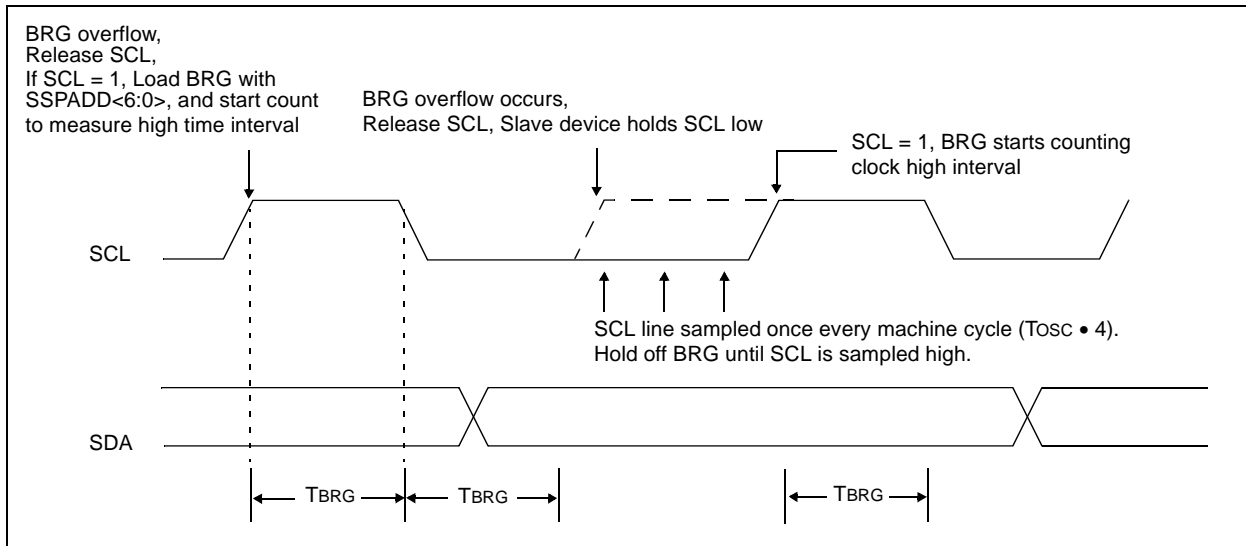
## 9.2.16 SLEEP OPERATION

While in SLEEP mode, the I<sup>2</sup>C module can receive addresses or data, and when an address match or complete byte transfer occurs, wake the processor from SLEEP (if the SSP interrupt is enabled).

## 9.2.17 EFFECTS OF A RESET

A RESET disables the SSP module and terminates the current transfer.

**FIGURE 9-18: CLOCK ARBITRATION TIMING IN MASTER TRANSMIT MODE**



## 9.2.18 MULTI-MASTER COMMUNICATION, BUS COLLISION, AND BUS ARBITRATION

Multi-Master mode support is achieved by bus arbitration. When the master outputs address/data bits onto the SDA pin, arbitration takes place when the master outputs a '1' on SDA, by letting SDA float high and another master asserts a '0'. When the SCL pin floats high, data should be stable. If the expected data on SDA is a '1' and the data sampled on the SDA pin = '0', a bus collision has taken place. The master will set the Bus Collision Interrupt Flag, BCLIF and reset the I<sup>2</sup>C port to its IDLE state (Figure 9-19).

If a transmit was in progress when the bus collision occurred, the transmission is halted, the BF flag is cleared, the SDA and SCL lines are de-asserted, and the SSPBUF can be written to. When the user services the bus collision Interrupt Service Routine, and if the I<sup>2</sup>C bus is free, the user can resume communication by asserting a START condition.

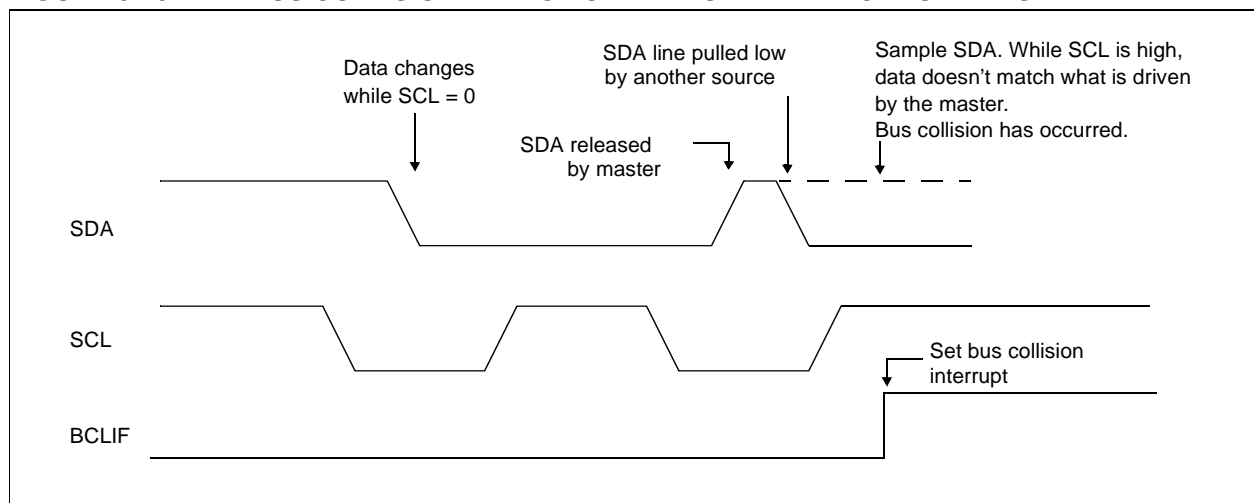
If a START, Repeated START, STOP, or Acknowledge condition was in progress when the bus collision occurred, the condition is aborted, the SDA and SCL lines are de-asserted, and the respective control bits in the SSPCON2 register are cleared. When the user services the bus collision Interrupt Service Routine, and if the I<sup>2</sup>C bus is free, the user can resume communication by asserting a START condition.

The master will continue to monitor the SDA and SCL pins and if a STOP condition occurs, the SSPIF bit will be set.

A write to the SSPBUF will start the transmission of data at the first data bit, regardless of where the transmitter left off when the bus collision occurred.

In Multi-Master mode, the interrupt generation on the detection of START and STOP conditions allows the determination of when the bus is free. Control of the I<sup>2</sup>C bus can be taken when the P bit is set in the SSPSTAT register, or the bus is idle and the S and P bits are cleared.

**FIGURE 9-19: BUS COLLISION TIMING FOR TRANSMIT AND ACKNOWLEDGE**



# PIC16F87X

## 9.2.18.1 Bus Collision During a START Condition

During a START condition, a bus collision occurs if:

- SDA or SCL are sampled low at the beginning of the START condition (Figure 9-20).
- SCL is sampled low before SDA is asserted low (Figure 9-21).

During a START condition, both the SDA and the SCL pins are monitored. If either the SDA pin or the SCL pin is already low, then these events all occur:

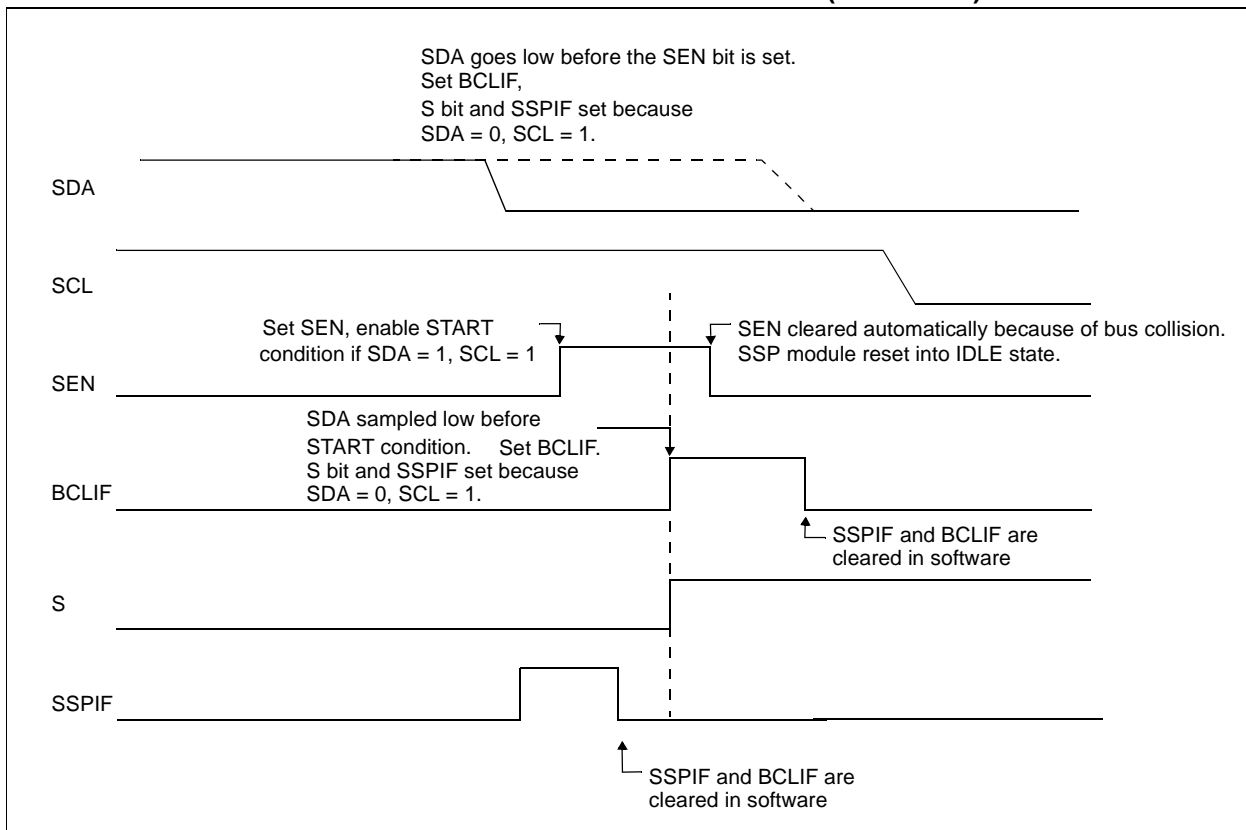
- the START condition is aborted,
- and the BCLIF flag is set,
- and the SSP module is reset to its IDLE state (Figure 9-20).

The START condition begins with the SDA and SCL pins de-asserted. When the SDA pin is sampled high, the baud rate generator is loaded from SSPADD<6:0> and counts down to 0. If the SCL pin is sampled low while SDA is high, a bus collision occurs, because it is assumed that another master is attempting to drive a data '1' during the START condition.

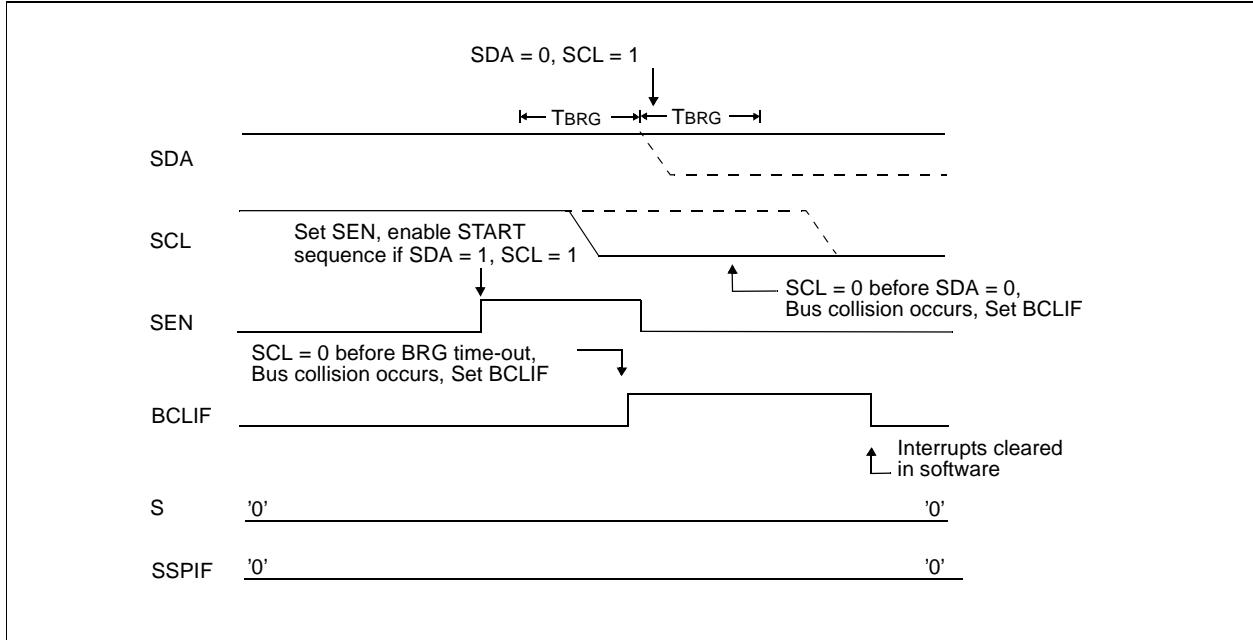
If the SDA pin is sampled low during this count, the BRG is reset and the SDA line is asserted early (Figure 9-22). If, however, a '1' is sampled on the SDA pin, the SDA pin is asserted low at the end of the BRG count. The baud rate generator is then reloaded and counts down to 0. During this time, if the SCL pins are sampled as '0', a bus collision does not occur. At the end of the BRG count, the SCL pin is asserted low.

**Note:** The reason that bus collision is not a factor during a START condition is that no two bus masters can assert a START condition at the exact same time. Therefore, one master will always assert SDA before the other. This condition does not cause a bus collision, because the two masters must be allowed to arbitrate the first address following the START condition. If the address is the same, arbitration must be allowed to continue into the data portion, Repeated START, or STOP conditions.

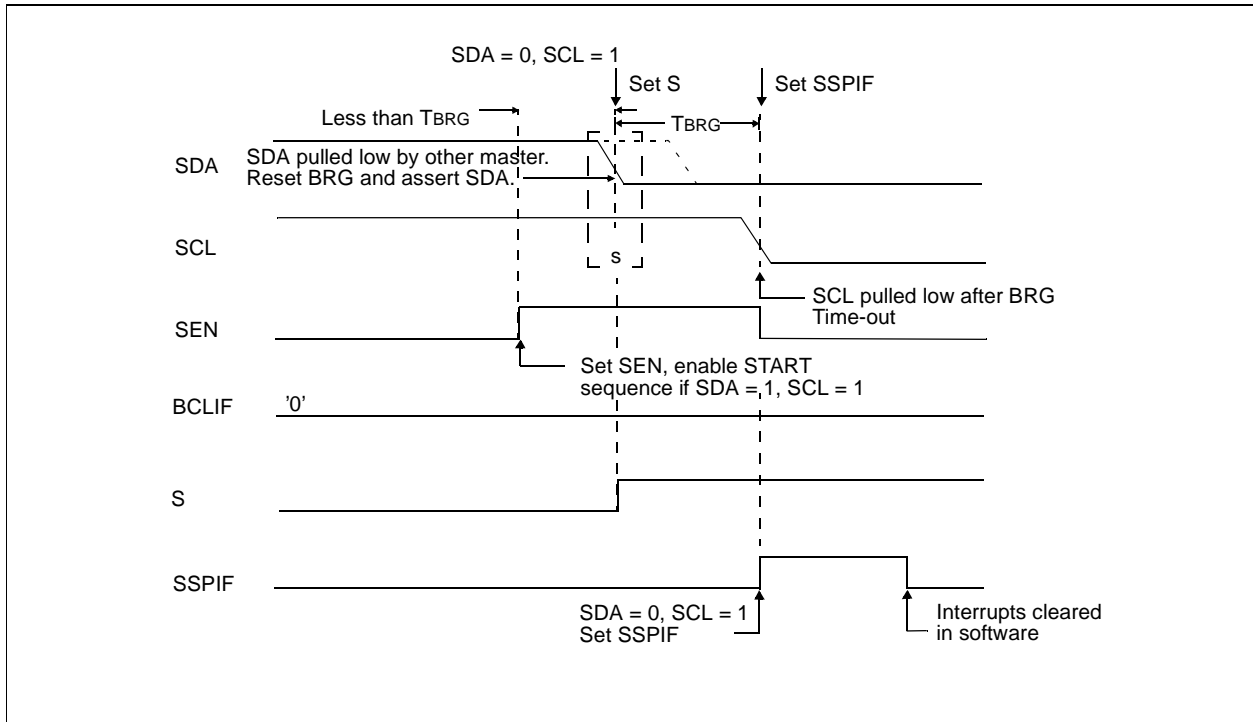
**FIGURE 9-20: BUS COLLISION DURING START CONDITION (SDA ONLY)**



**FIGURE 9-21: BUS COLLISION DURING START CONDITION (SCL = 0)**



**FIGURE 9-22: BRG RESET DUE TO SDA COLLISION DURING START CONDITION**





# PIC16F87X

## 9.2.18.2 Bus Collision During a Repeated START Condition

During a Repeated START condition, a bus collision occurs if:

- A low level is sampled on SDA when SCL goes from low level to high level.
- SCL goes low before SDA is asserted low, indicating that another master is attempting to transmit a data '1'.

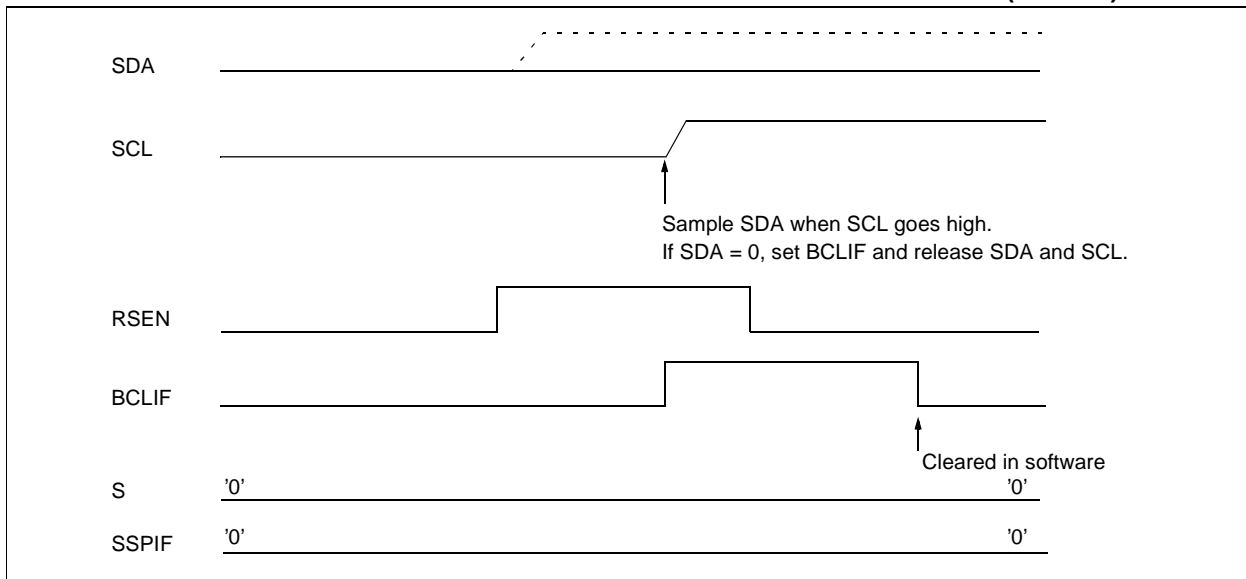
When the user de-asserts SDA and the pin is allowed to float high, the BRG is loaded with SSPADD<6:0> and counts down to 0. The SCL pin is then de-asserted, and when sampled high, the SDA pin is sampled. If SDA is low, a bus collision has occurred (i.e., another master is attempting to transmit a data '0'). If, however,

SDA is sampled high, the BRG is reloaded and begins counting. If SDA goes from high to low before the BRG times out, no bus collision occurs, because no two masters can assert SDA at exactly the same time.

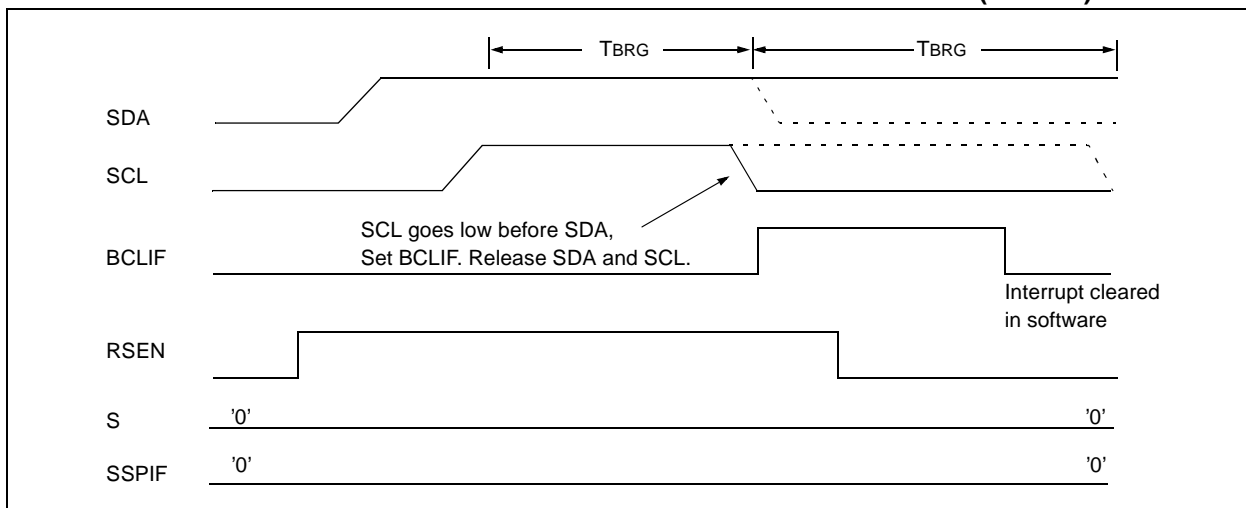
If, however, SCL goes from high to low before the BRG times out and SDA has not already been asserted, a bus collision occurs. In this case, another master is attempting to transmit a data '1' during the Repeated START condition.

If at the end of the BRG time-out, both SCL and SDA are still high, the SDA pin is driven low, the BRG is reloaded and begins counting. At the end of the count, regardless of the status of the SCL pin, the SCL pin is driven low and the Repeated START condition is complete (Figure 9-23).

**FIGURE 9-23: BUS COLLISION DURING A REPEATED START CONDITION (CASE 1)**



**FIGURE 9-24: BUS COLLISION DURING REPEATED START CONDITION (CASE 2)**



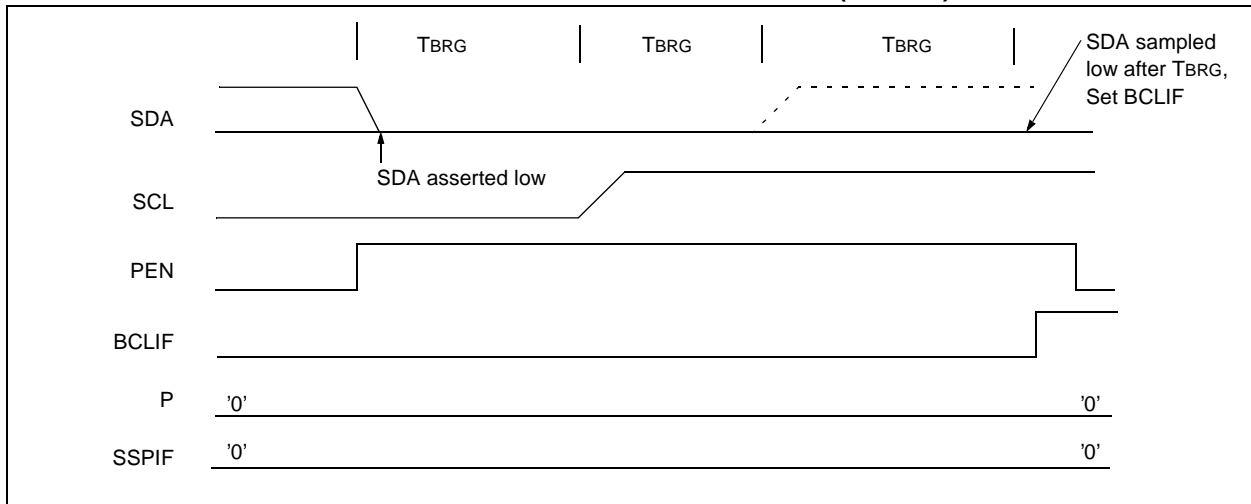
## 9.2.18.3 Bus Collision During a STOP Condition

Bus collision occurs during a STOP condition if:

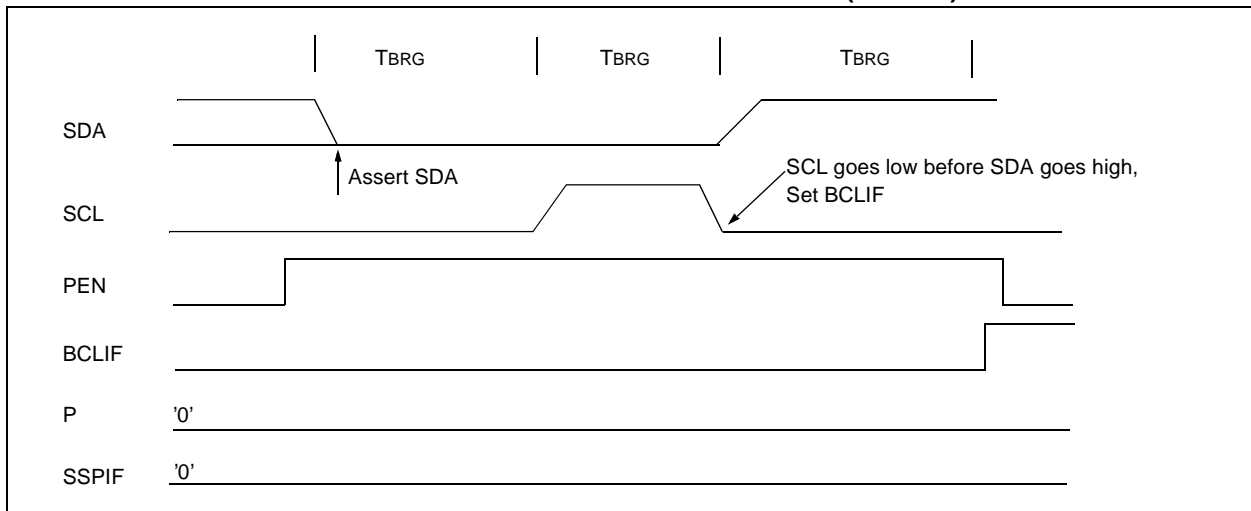
- After the SDA pin has been de-asserted and allowed to float high, SDA is sampled low after the BRG has timed out.
- After the SCL pin is de-asserted, SCL is sampled low before SDA goes high.

The STOP condition begins with SDA asserted low. When SDA is sampled low, the SCL pin is allowed to float. When the pin is sampled high (clock arbitration), the baud rate generator is loaded with SSPADD<6:0> and counts down to 0. After the BRG times out, SDA is sampled. If SDA is sampled low, a bus collision has occurred. This is due to another master attempting to drive a data '0'. If the SCL pin is sampled low before SDA is allowed to float high, a bus collision occurs. This is a case of another master attempting to drive a data '0' (Figure 9-25).

**FIGURE 9-25: BUS COLLISION DURING A STOP CONDITION (CASE 1)**



**FIGURE 9-26: BUS COLLISION DURING A STOP CONDITION (CASE 2)**



# PIC16F87X

## 9.3 Connection Considerations for I<sup>2</sup>C Bus

For standard-mode I<sup>2</sup>C bus devices, the values of resistors  $R_p$  and  $R_s$  in Figure 9-27 depend on the following parameters:

- Supply voltage
- Bus capacitance
- Number of connected devices (input current + leakage current)

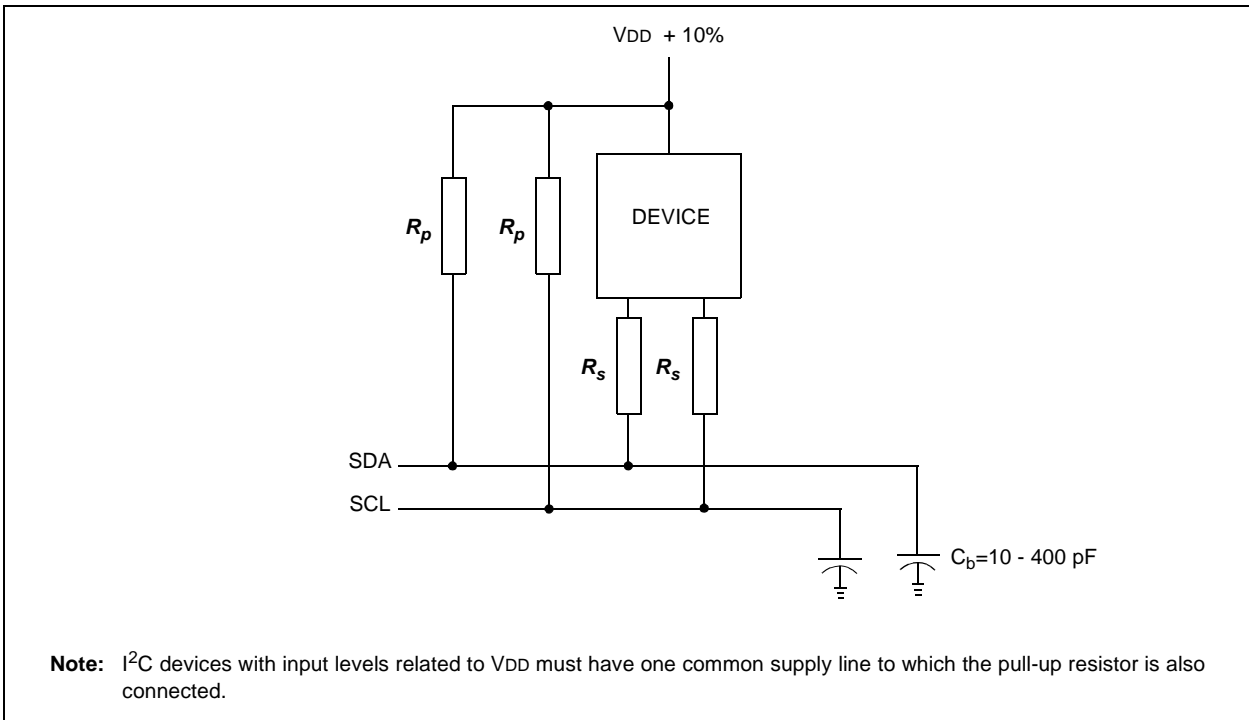
The supply voltage limits the minimum value of resistor  $R_p$ , due to the specified minimum sink current of 3 mA at  $V_{OL\ max} = 0.4V$ , for the specified output stages. For

example, with a supply voltage of  $V_{DD} = 5V \pm 10\%$  and  $V_{OL\ max} = 0.4V$  at 3 mA,  $R_p\ min = (5.5 - 0.4) / 0.003 = 1.7\ k\Omega$ .  $V_{DD}$  as a function of  $R_p$  is shown in Figure 9-27. The desired noise margin of  $0.1V_{DD}$  for the low level limits the maximum value of  $R_s$ . Series resistors are optional and used to improve ESD susceptibility.

The bus capacitance is the total capacitance of wire, connections, and pins. This capacitance limits the maximum value of  $R_p$  due to the specified rise time (Figure 9-27).

The SMP bit is the slew rate control enabled bit. This bit is in the SSPSTAT register, and controls the slew rate of the I/O pins when in I<sup>2</sup>C mode (master or slave).

**FIGURE 9-27: SAMPLE DEVICE CONFIGURATION FOR I<sup>2</sup>C BUS**



## 10.0 ADDRESSABLE UNIVERSAL SYNCHRONOUS ASYNCHRONOUS RECEIVER TRANSMITTER (USART)

The Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART) module is one of the two serial I/O modules. (USART is also known as a Serial Communications Interface or SCI.) The USART can be configured as a full duplex asynchronous system that can communicate with peripheral devices such as CRT terminals and personal computers, or it can be configured as a half duplex synchronous system that can communicate with peripheral devices such as A/D or D/A integrated circuits, serial EEPROMs etc.

The USART can be configured in the following modes:

- Asynchronous (full duplex)
- Synchronous - Master (half duplex)
- Synchronous - Slave (half duplex)

Bit SPEN (RCSTA<7>) and bits TRISC<7:6> have to be set in order to configure pins RC6/TX/CK and RC7/RX/DT as the Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter.

The USART module also has a multi-processor communication capability using 9-bit address detection.

### REGISTER 10-1: TXSTA: TRANSMIT STATUS AND CONTROL REGISTER (ADDRESS 98h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R-1	R/W-0
CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D
						bit 0	
bit 7							

- bit 7      **CSRC:** Clock Source Select bit  
Asynchronous mode:  
 Don't care  
Synchronous mode:  
 1 = Master mode (clock generated internally from BRG)  
 0 = Slave mode (clock from external source)
- bit 6      **TX9:** 9-bit Transmit Enable bit  
 1 = Selects 9-bit transmission  
 0 = Selects 8-bit transmission
- bit 5      **TXEN:** Transmit Enable bit  
 1 = Transmit enabled  
 0 = Transmit disabled
- Note:** SREN/CREN overrides TXEN in SYNC mode.
- bit 4      **SYNC:** USART Mode Select bit  
 1 = Synchronous mode  
 0 = Asynchronous mode
- bit 3      **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 2      **BRGH:** High Baud Rate Select bit  
Asynchronous mode:  
 1 = High speed  
 0 = Low speed  
Synchronous mode:  
 Unused in this mode
- bit 1      **TRMT:** Transmit Shift Register Status bit  
 1 = TSR empty  
 0 = TSR full
- bit 0      **TX9D:** 9th bit of Transmit Data, can be parity bit

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

# PIC16F87X

## REGISTER 10-2: RCSTA: RECEIVE STATUS AND CONTROL REGISTER (ADDRESS 18h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-x
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D

bit 7

bit 0

- bit 7     **SPEN:** Serial Port Enable bit  
 1 = Serial port enabled (configures RC7/RX/DT and RC6/TX/CK pins as serial port pins)  
 0 = Serial port disabled
- bit 6     **RX9:** 9-bit Receive Enable bit  
 1 = Selects 9-bit reception  
 0 = Selects 8-bit reception
- bit 5     **SREN:** Single Receive Enable bit  
Asynchronous mode:  
 Don't care  
Synchronous mode - master:  
 1 = Enables single receive  
 0 = Disables single receive  
 This bit is cleared after reception is complete.  
Synchronous mode - slave:  
 Don't care
- bit 4     **CREN:** Continuous Receive Enable bit  
Asynchronous mode:  
 1 = Enables continuous receive  
 0 = Disables continuous receive  
Synchronous mode:  
 1 = Enables continuous receive until enable bit CREN is cleared (CREN overrides SREN)  
 0 = Disables continuous receive
- bit 3     **ADDEN:** Address Detect Enable bit  
Asynchronous mode 9-bit (RX9 = 1):  
 1 = Enables address detection, enables interrupt and load of the receive buffer when RSR<8> is set  
 0 = Disables address detection, all bytes are received, and ninth bit can be used as parity bit
- bit 2     **FERR:** Framing Error bit  
 1 = Framing error (can be updated by reading RCREG register and receive next valid byte)  
 0 = No framing error
- bit 1     **OERR:** Overrun Error bit  
 1 = Overrun error (can be cleared by clearing bit CREN)  
 0 = No overrun error
- bit 0     **RX9D:** 9th bit of Received Data (can be parity bit, but must be calculated by user firmware)

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

## 10.1 USART Baud Rate Generator (BRG)

The BRG supports both the Asynchronous and Synchronous modes of the USART. It is a dedicated 8-bit baud rate generator. The SPBRG register controls the period of a free running 8-bit timer. In Asynchronous mode, bit BRGH (TXSTA<2>) also controls the baud rate. In Synchronous mode, bit BRGH is ignored. Table 10-1 shows the formula for computation of the baud rate for different USART modes which only apply in Master mode (internal clock).

Given the desired baud rate and FOSC, the nearest integer value for the SPBRG register can be calculated using the formula in Table 10-1. From this, the error in baud rate can be determined.

It may be advantageous to use the high baud rate (BRGH = 1), even for slower baud clocks. This is because the  $FOSC/(16(X + 1))$  equation can reduce the baud rate error in some cases.

Writing a new value to the SPBRG register causes the BRG timer to be reset (or cleared). This ensures the BRG does not wait for a timer overflow before outputting the new baud rate.

### 10.1.1 SAMPLING

The data on the RC7/RX/DT pin is sampled three times by a majority detect circuit to determine if a high or a low level is present at the RX pin.

**TABLE 10-1: BAUD RATE FORMULA**

SYNC	BRGH = 0 (Low Speed)	BRGH = 1 (High Speed)
0	(Asynchronous) Baud Rate = $FOSC/(64(X+1))$	Baud Rate = $FOSC/(16(X+1))$
1	(Synchronous) Baud Rate = $FOSC/(4(X+1))$	N/A

X = value in SPBRG (0 to 255)

**TABLE 10-2: REGISTERS ASSOCIATED WITH BAUD RATE GENERATOR**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	0000 -010
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	0000 000x
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by the BRG.

# PIC16F87X

**TABLE 10-3: BAUD RATES FOR ASYNCHRONOUS MODE (BRGH = 0)**

BAUD RATE (K)	Fosc = 20 MHz			Fosc = 16 MHz			Fosc = 10 MHz		
	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)
0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	1.221	1.75	255	1.202	0.17	207	1.202	0.17	129
2.4	2.404	0.17	129	2.404	0.17	103	2.404	0.17	64
9.6	9.766	1.73	31	9.615	0.16	25	9.766	1.73	15
19.2	19.531	1.72	15	19.231	0.16	12	19.531	1.72	7
28.8	31.250	8.51	9	27.778	3.55	8	31.250	8.51	4
33.6	34.722	3.34	8	35.714	6.29	6	31.250	6.99	4
57.6	62.500	8.51	4	62.500	8.51	3	52.083	9.58	2
HIGH	1.221	-	255	0.977	-	255	0.610	-	255
LOW	312.500	-	0	250.000	-	0	156.250	-	0

BAUD RATE (K)	Fosc = 4 MHz			Fosc = 3.6864 MHz		
	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)
0.3	0.300	0	207	0.3	0	191
1.2	1.202	0.17	51	1.2	0	47
2.4	2.404	0.17	25	2.4	0	23
9.6	8.929	6.99	6	9.6	0	5
19.2	20.833	8.51	2	19.2	0	2
28.8	31.250	8.51	1	28.8	0	1
33.6	-	-	-	-	-	-
57.6	62.500	8.51	0	57.6	0	0
HIGH	0.244	-	255	0.225	-	255
LOW	62.500	-	0	57.6	-	0

**TABLE 10-4: BAUD RATES FOR ASYNCHRONOUS MODE (BRGH = 1)**

BAUD RATE (K)	Fosc = 20 MHz			Fosc = 16 MHz			Fosc = 10 MHz		
	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)
0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	-	-	-	-	-	-	2.441	1.71	255
9.6	9.615	0.16	129	9.615	0.16	103	9.615	0.16	64
19.2	19.231	0.16	64	19.231	0.16	51	19.531	1.72	31
28.8	29.070	0.94	42	29.412	2.13	33	28.409	1.36	21
33.6	33.784	0.55	36	33.333	0.79	29	32.895	2.10	18
57.6	59.524	3.34	20	58.824	2.13	16	56.818	1.36	10
HIGH	4.883	-	255	3.906	-	255	2.441	-	255
LOW	1250.000	-	0	1000.000	-	0	625.000	-	0

BAUD RATE (K)	Fosc = 4 MHz			Fosc = 3.6864 MHz		
	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)
0.3	-	-	-	-	-	-
1.2	1.202	0.17	207	1.2	0	191
2.4	2.404	0.17	103	2.4	0	95
9.6	9.615	0.16	25	9.6	0	23
19.2	19.231	0.16	12	19.2	0	11
28.8	27.798	3.55	8	28.8	0	7
33.6	35.714	6.29	6	32.9	2.04	6
57.6	62.500	8.51	3	57.6	0	3
HIGH	0.977	-	255	0.9	-	255
LOW	250.000	-	0	230.4	-	0

## 10.2 USART Asynchronous Mode

In this mode, the USART uses standard non-return-to-zero (NRZ) format (one START bit, eight or nine data bits, and one STOP bit). The most common data format is 8-bits. An on-chip, dedicated, 8-bit baud rate generator can be used to derive standard baud rate frequencies from the oscillator. The USART transmits and receives the LSb first. The transmitter and receiver are functionally independent, but use the same data format and baud rate. The baud rate generator produces a clock, either x16 or x64 of the bit shift rate, depending on bit BRGH (TXSTA<2>). Parity is not supported by the hardware, but can be implemented in software (and stored as the ninth data bit). Asynchronous mode is stopped during SLEEP.

Asynchronous mode is selected by clearing bit SYNC (TXSTA<4>).

The USART Asynchronous module consists of the following important elements:

- Baud Rate Generator
- Sampling Circuit
- Asynchronous Transmitter
- Asynchronous Receiver

### 10.2.1 USART ASYNCHRONOUS TRANSMITTER

The USART transmitter block diagram is shown in Figure 10-1. The heart of the transmitter is the transmit (serial) shift register (TSR). The shift register obtains its data from the read/write transmit buffer, TXREG. The TXREG register is loaded with data in software. The TSR register is not loaded until the STOP bit has been transmitted from the previous load. As soon as the STOP bit is transmitted, the TSR is loaded with new data from the TXREG register (if available). Once the TXREG register transfers the data to the TSR register (occurs in one T<sub>cy</sub>), the TXREG register is empty and flag bit TXIF (PIR1<4>) is set. This interrupt can be

enabled/disabled by setting/clearing enable bit TXIE (PIE1<4>). Flag bit TXIF will be set, regardless of the state of enable bit TXIE and cannot be cleared in software. It will reset only when new data is loaded into the TXREG register. While flag bit TXIF indicates the status of the TXREG register, another bit TRMT (TXSTA<1>) shows the status of the TSR register. Status bit TRMT is a read only bit, which is set when the TSR register is empty. No interrupt logic is tied to this bit, so the user has to poll this bit in order to determine if the TSR register is empty.

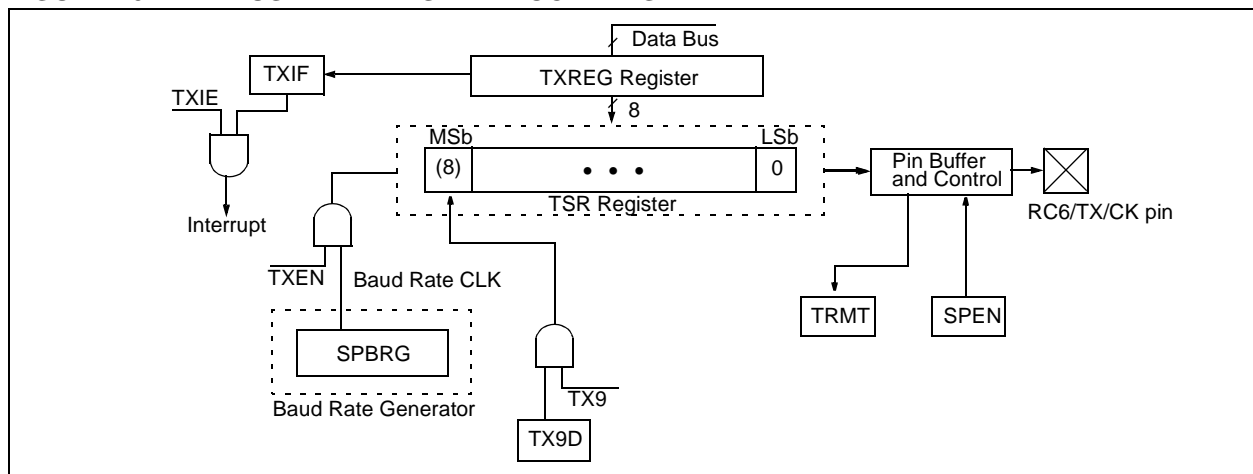
**Note 1:** The TSR register is not mapped in data memory, so it is not available to the user.

**2:** Flag bit TXIF is set when enable bit TXEN is set. TXIF is cleared by loading TXREG.

Transmission is enabled by setting enable bit TXEN (TXSTA<5>). The actual transmission will not occur until the TXREG register has been loaded with data and the baud rate generator (BRG) has produced a shift clock (Figure 10-2). The transmission can also be started by first loading the TXREG register and then setting enable bit TXEN. Normally, when transmission is first started, the TSR register is empty. At that point, transfer to the TXREG register will result in an immediate transfer to TSR, resulting in an empty TXREG. A back-to-back transfer is thus possible (Figure 10-3). Clearing enable bit TXEN during a transmission will cause the transmission to be aborted and will reset the transmitter. As a result, the RC6/TX/CK pin will revert to hi-impedance.

In order to select 9-bit transmission, transmit bit TX9 (TXSTA<6>) should be set and the ninth bit should be written to TX9D (TXSTA<0>). The ninth bit must be written before writing the 8-bit data to the TXREG register. This is because a data write to the TXREG register can result in an immediate transfer of the data to the TSR register (if the TSR is empty). In such a case, an incorrect ninth data bit may be loaded in the TSR register.

**FIGURE 10-1: USART TRANSMIT BLOCK DIAGRAM**



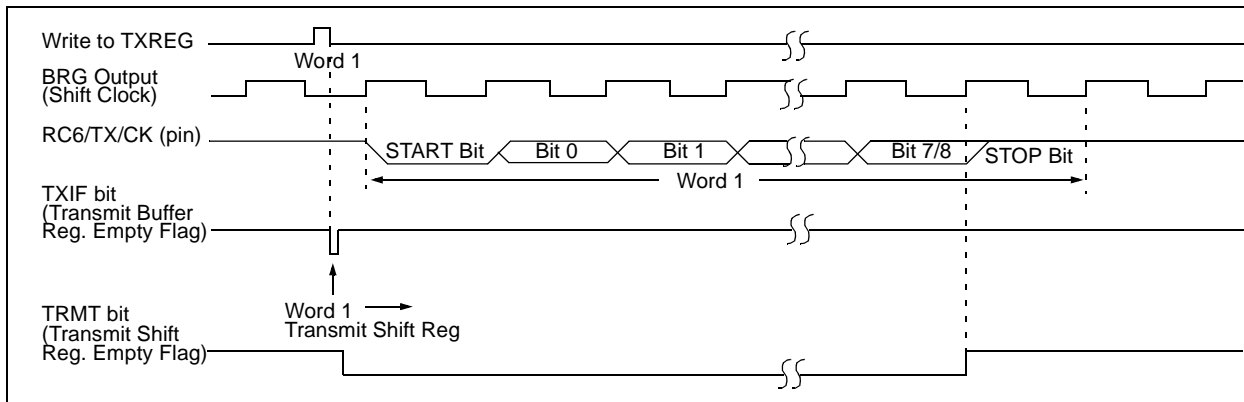


# PIC16F87X

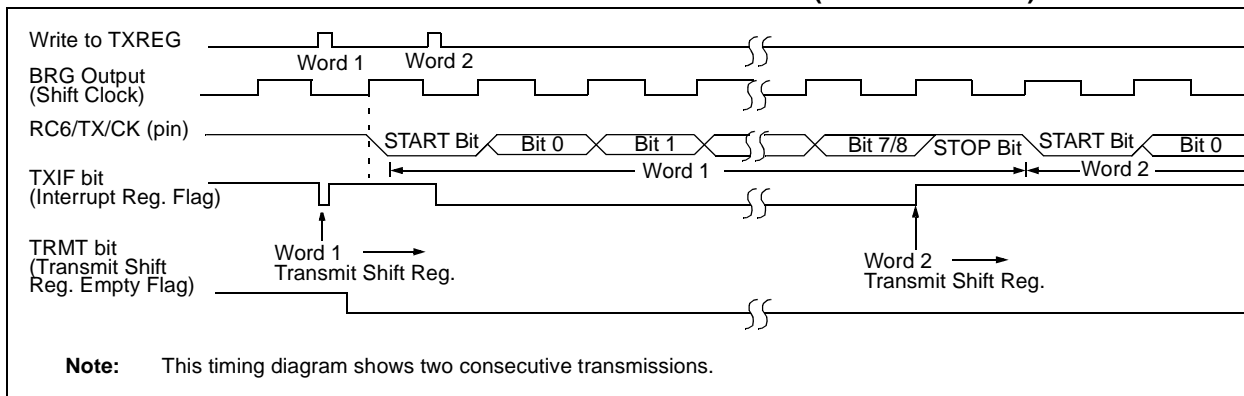
When setting up an Asynchronous Transmission, follow these steps:

1. Initialize the SPBRG register for the appropriate baud rate. If a high speed baud rate is desired, set bit BRGH (Section 10.1).
2. Enable the asynchronous serial port by clearing bit SYNC and setting bit SPEN.
3. If interrupts are desired, then set enable bit TXIE.
4. If 9-bit transmission is desired, then set transmit bit TX9.
5. Enable the transmission by setting bit TXEN, which will also set bit TXIF.
6. If 9-bit transmission is selected, the ninth bit should be loaded in bit TX9D.
7. Load data to the TXREG register (starts transmission).
8. If using interrupts, ensure that GIE and PEIE (bits 7 and 6) of the INTCON register are set.

**FIGURE 10-2: ASYNCHRONOUS MASTER TRANSMISSION**



**FIGURE 10-3: ASYNCHRONOUS MASTER TRANSMISSION (BACK TO BACK)**



**TABLE 10-5: REGISTERS ASSOCIATED WITH ASYNCHRONOUS TRANSMISSION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	ROIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	—	FERR	OERR	RX9D	0000 -00x	0000 -00x
19h	TXREG	USART Transmit Register								0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	0000 -010
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, - = unimplemented locations read as '0'. Shaded cells are not used for asynchronous transmission.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the PIC16F873/876; always maintain these bits clear.

## 10.2.2 USART ASYNCHRONOUS RECEIVER

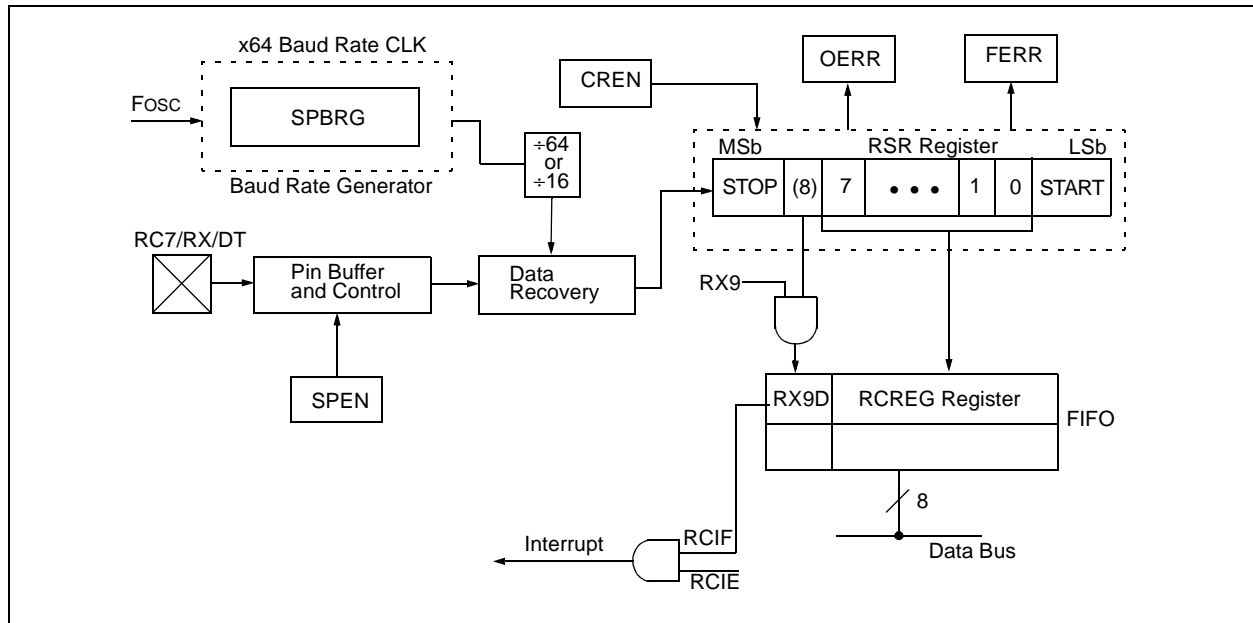
The receiver block diagram is shown in Figure 10-4. The data is received on the RC7/RX/DT pin and drives the data recovery block. The data recovery block is actually a high speed shifter, operating at x16 times the baud rate; whereas, the main receive serial shifter operates at the bit rate or at FOSC.

Once Asynchronous mode is selected, reception is enabled by setting bit CREN (RCSTA<4>).

The heart of the receiver is the receive (serial) shift register (RSR). After sampling the STOP bit, the received data in the RSR is transferred to the RCREG register (if it is empty). If the transfer is complete, flag bit RCIF (PIR1<5>) is set. The actual interrupt can be enabled/disabled by setting/clearing enable bit RCIE (PIE1<5>). Flag bit RCIF is a read only bit, which is cleared by the hardware. It is cleared when the RCREG register has been read and is empty. The RCREG is a double buffered register (i.e., it is a two deep FIFO). It

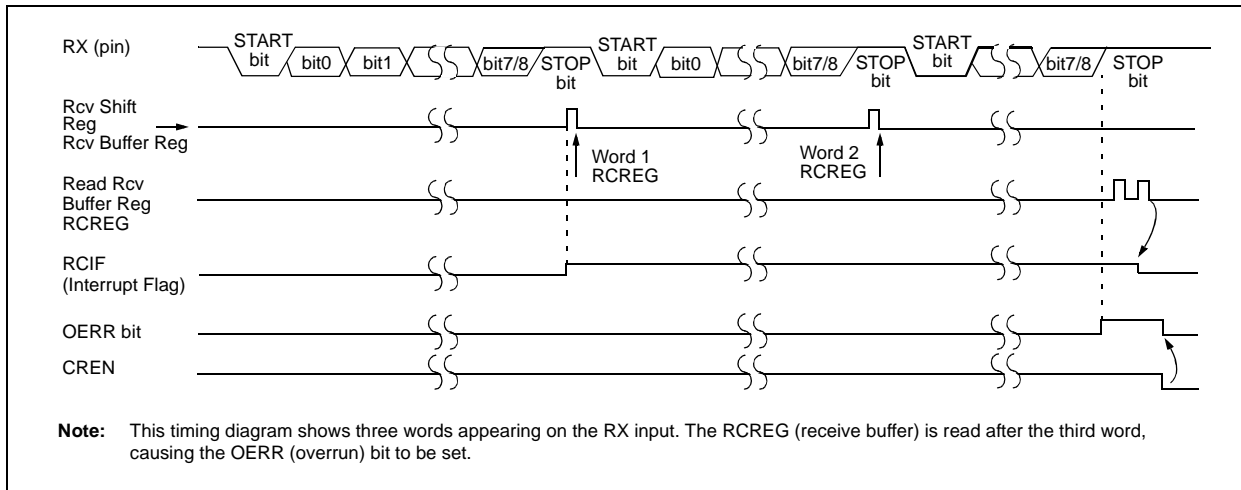
is possible for two bytes of data to be received and transferred to the RCREG FIFO and a third byte to begin shifting to the RSR register. On the detection of the STOP bit of the third byte, if the RCREG register is still full, the overrun error bit OERR (RCSTA<1>) will be set. The word in the RSR will be lost. The RCREG register can be read twice to retrieve the two bytes in the FIFO. Overrun bit OERR has to be cleared in software. This is done by resetting the receive logic (CREN is cleared and then set). If bit OERR is set, transfers from the RSR register to the RCREG register are inhibited, and no further data will be received. It is therefore, essential to clear error bit OERR if it is set. Framing error bit FERR (RCSTA<2>) is set if a STOP bit is detected as clear. Bit FERR and the 9th receive bit are buffered the same way as the receive data. Reading the RCREG will load bits RX9D and FERR with new values, therefore, it is essential for the user to read the RCSTA register before reading the RCREG register in order not to lose the old FERR and RX9D information.

**FIGURE 10-4: USART RECEIVE BLOCK DIAGRAM**



# PIC16F87X

**FIGURE 10-5: ASYNCHRONOUS RECEPTION**



When setting up an Asynchronous Reception, follow these steps:

1. Initialize the SPBRG register for the appropriate baud rate. If a high speed baud rate is desired, set bit BRGH (Section 10.1).
2. Enable the asynchronous serial port by clearing bit SYNC and setting bit SPEN.
3. If interrupts are desired, then set enable bit RCIE.
4. If 9-bit reception is desired, then set bit RX9.
5. Enable the reception by setting bit CREN.
6. Flag bit RCIF will be set when reception is complete and an interrupt will be generated if enable bit RCIE is set.
7. Read the RCSTA register to get the ninth bit (if enabled) and determine if any error occurred during reception.
8. Read the 8-bit received data by reading the RCREG register.
9. If any error occurred, clear the error by clearing enable bit CREN.
10. If using interrupts, ensure that GIE and PEIE (bits 7 and 6) of the INTCON register are set.

**TABLE 10-6: REGISTERS ASSOCIATED WITH ASYNCHRONOUS RECEPTION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	R0IF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	—	FERR	OERR	RX9D	0000 -00x	0000 -00x
1Ah	RCREG	USART Receive Register								0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	0000 -010
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, - = unimplemented locations read as '0'. Shaded cells are not used for asynchronous reception.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.





## 10.3 USART Synchronous Master Mode

In Synchronous Master mode, the data is transmitted in a half-duplex manner (i.e., transmission and reception do not occur at the same time). When transmitting data, the reception is inhibited and vice versa. Synchronous mode is entered by setting bit SYNC (TXSTA<4>). In addition, enable bit SPEN (RCSTA<7>) is set in order to configure the RC6/TX/CK and RC7/RX/DT I/O pins to CK (clock) and DT (data) lines, respectively. The Master mode indicates that the processor transmits the master clock on the CK line. The Master mode is entered by setting bit CSRC (TXSTA<7>).

### 10.3.1 USART SYNCHRONOUS MASTER TRANSMISSION

The USART transmitter block diagram is shown in Figure 10-6. The heart of the transmitter is the transmit (serial) shift register (TSR). The shift register obtains its data from the read/write transmit buffer register TXREG. The TXREG register is loaded with data in software. The TSR register is not loaded until the last bit has been transmitted from the previous load. As soon as the last bit is transmitted, the TSR is loaded with new data from the TXREG (if available). Once the TXREG register transfers the data to the TSR register (occurs in one Tcycle), the TXREG is empty and interrupt bit TXIF (PIR1<4>) is set. The interrupt can be enabled/disabled by setting/clearing enable bit TXIE (PIE1<4>). Flag bit TXIF will be set, regardless of the state of enable bit TXIE and cannot be cleared in software. It will reset only when new data is loaded into the TXREG register. While flag bit TXIF indicates the status of the TXREG register, another bit TRMT (TXSTA<1>) shows the status of the TSR register. TRMT is a read only bit which is set when the TSR is empty. No interrupt logic is tied to this bit, so the user has to poll this bit in order to determine if the TSR register is empty. The TSR is not mapped in data memory, so it is not available to the user.

Transmission is enabled by setting enable bit TXEN (TXSTA<5>). The actual transmission will not occur until the TXREG register has been loaded with data. The first data bit will be shifted out on the next available rising edge of the clock on the CK line. Data out is stable around the falling edge of the synchronous clock (Figure 10-9). The transmission can also be started by first loading the TXREG register and then setting bit TXEN (Figure 10-10). This is advantageous when slow baud rates are selected, since the BRG is kept in RESET when bits TXEN, CREN and SREN are clear. Setting enable bit TXEN will start the BRG, creating a shift clock immediately. Normally, when transmission is first started, the TSR register is empty, so a transfer to the TXREG register will result in an immediate transfer to TSR, resulting in an empty TXREG. Back-to-back transfers are possible.

Clearing enable bit TXEN during a transmission will cause the transmission to be aborted and will reset the transmitter. The DT and CK pins will revert to hi-impedance. If either bit CREN or bit SREN is set during a transmission, the transmission is aborted and the DT pin reverts to a hi-impedance state (for a reception). The CK pin will remain an output if bit CSRC is set (internal clock). The transmitter logic, however, is not reset, although it is disconnected from the pins. In order to reset the transmitter, the user has to clear bit TXEN. If bit SREN is set (to interrupt an on-going transmission and receive a single word), then after the single word is received, bit SREN will be cleared and the serial port will revert back to transmitting, since bit TXEN is still set. The DT line will immediately switch from hi-impedance Receive mode to transmit and start driving. To avoid this, bit TXEN should be cleared.

In order to select 9-bit transmission, the TX9 (TXSTA<6>) bit should be set and the ninth bit should be written to bit TX9D (TXSTA<0>). The ninth bit must be written before writing the 8-bit data to the TXREG register. This is because a data write to the TXREG can result in an immediate transfer of the data to the TSR register (if the TSR is empty). If the TSR was empty and the TXREG was written before writing the “new” TX9D, the “present” value of bit TX9D is loaded.

Steps to follow when setting up a Synchronous Master Transmission:

1. Initialize the SPBRG register for the appropriate baud rate (Section 10.1).
2. Enable the synchronous master serial port by setting bits SYNC, SPEN and CSRC.
3. If interrupts are desired, set enable bit TXIE.
4. If 9-bit transmission is desired, set bit TX9.
5. Enable the transmission by setting bit TXEN.
6. If 9-bit transmission is selected, the ninth bit should be loaded in bit TX9D.
7. Start transmission by loading data to the TXREG register.
8. If using interrupts, ensure that GIE and PEIE (bits 7 and 6) of the INTCON register are set.

# PIC16F87X

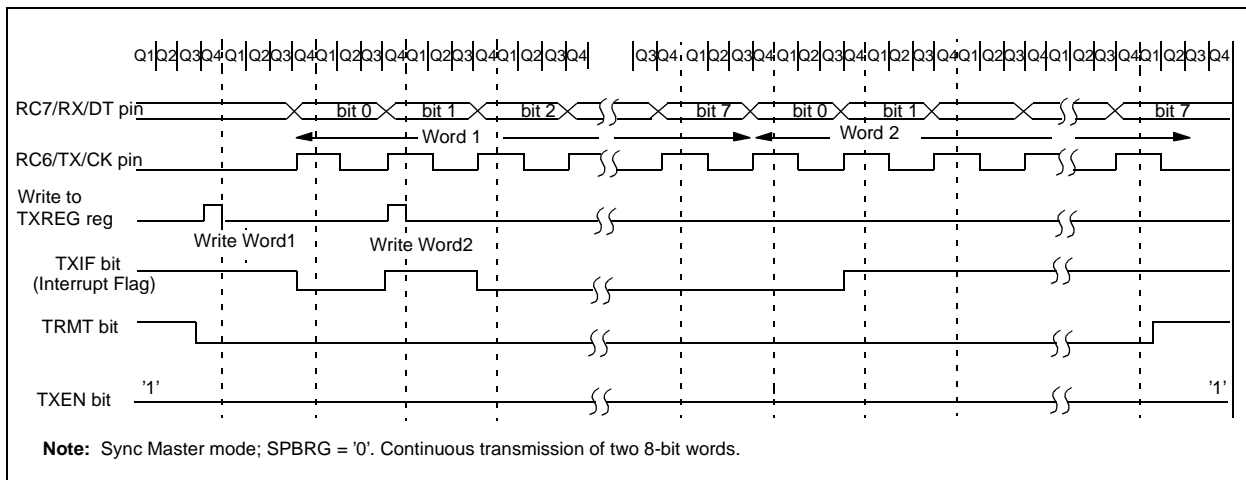
**TABLE 10-8: REGISTERS ASSOCIATED WITH SYNCHRONOUS MASTER TRANSMISSION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	ROIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	—	FERR	OERR	RX9D	0000 -00x	0000 -00x
19h	TXREG	USART Transmit Register								0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	0000 -010
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	0000 0000

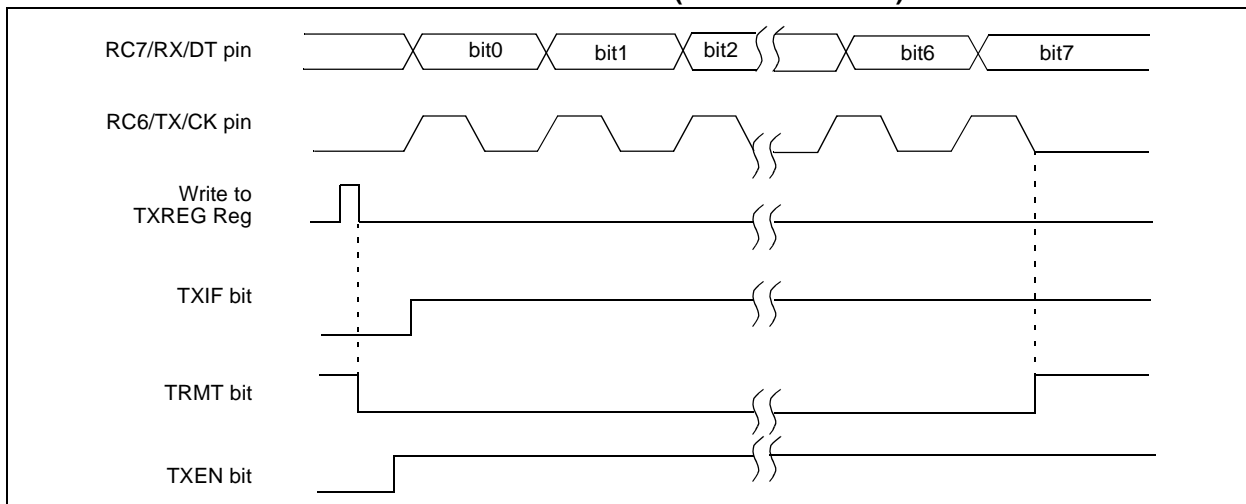
Legend: x = unknown, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used for synchronous master transmission.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.

**FIGURE 10-9: SYNCHRONOUS TRANSMISSION**



**FIGURE 10-10: SYNCHRONOUS TRANSMISSION (THROUGH TXEN)**



## 10.3.2 USART SYNCHRONOUS MASTER RECEPTION

Once synchronous mode is selected, reception is enabled by setting either enable bit SREN (RCSTA<5>), or enable bit CREN (RCSTA<4>). Data is sampled on the RC7/RX/DT pin on the falling edge of the clock. If enable bit SREN is set, then only a single word is received. If enable bit CREN is set, the reception is continuous until CREN is cleared. If both bits are set, CREN takes precedence. After clocking the last bit, the received data in the Receive Shift Register (RSR) is transferred to the RCREG register (if it is empty). When the transfer is complete, interrupt flag bit RCIF (PIR1<5>) is set. The actual interrupt can be enabled/disabled by setting/clearing enable bit RCIE (PIE1<5>). Flag bit RCIF is a read only bit, which is reset by the hardware. In this case, it is reset when the RCREG register has been read and is empty. The RCREG is a double buffered register (i.e., it is a two deep FIFO). It is possible for two bytes of data to be received and transferred to the RCREG FIFO and a third byte to begin shifting into the RSR register. On the clocking of the last bit of the third byte, if the RCREG register is still full, then overrun error bit OERR (RCSTA<1>) is set. The word in the RSR will be lost. The RCREG register can be read twice to retrieve the two bytes in the FIFO. Bit OERR has to be cleared in software (by clearing bit CREN). If bit OERR is set, transfers from the RSR to the RCREG are inhibited, so it is essential to clear bit OERR if it is set. The ninth

receive bit is buffered the same way as the receive data. Reading the RCREG register will load bit RX9D with a new value, therefore, it is essential for the user to read the RCSTA register before reading RCREG in order not to lose the old RX9D information.

When setting up a Synchronous Master Reception:

1. Initialize the SPBRG register for the appropriate baud rate (Section 10.1).
2. Enable the synchronous master serial port by setting bits SYNC, SPEN and CSRC.
3. Ensure bits CREN and SREN are clear.
4. If interrupts are desired, then set enable bit RCIE.
5. If 9-bit reception is desired, then set bit RX9.
6. If a single reception is required, set bit SREN. For continuous reception, set bit CREN.
7. Interrupt flag bit RCIF will be set when reception is complete and an interrupt will be generated if enable bit RCIE was set.
8. Read the RCSTA register to get the ninth bit (if enabled) and determine if any error occurred during reception.
9. Read the 8-bit received data by reading the RCREG register.
10. If any error occurred, clear the error by clearing bit CREN.
11. If using interrupts, ensure that GIE and PEIE (bits 7 and 6) of the INTCON register are set.

**TABLE 10-9: REGISTERS ASSOCIATED WITH SYNCHRONOUS MASTER RECEPTION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	R0IF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	—	FERR	OERR	RX9D	0000 -00x	0000 -00x
1Ah	RCREG	USART Receive Register								0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	0000 -010
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	0000 0000

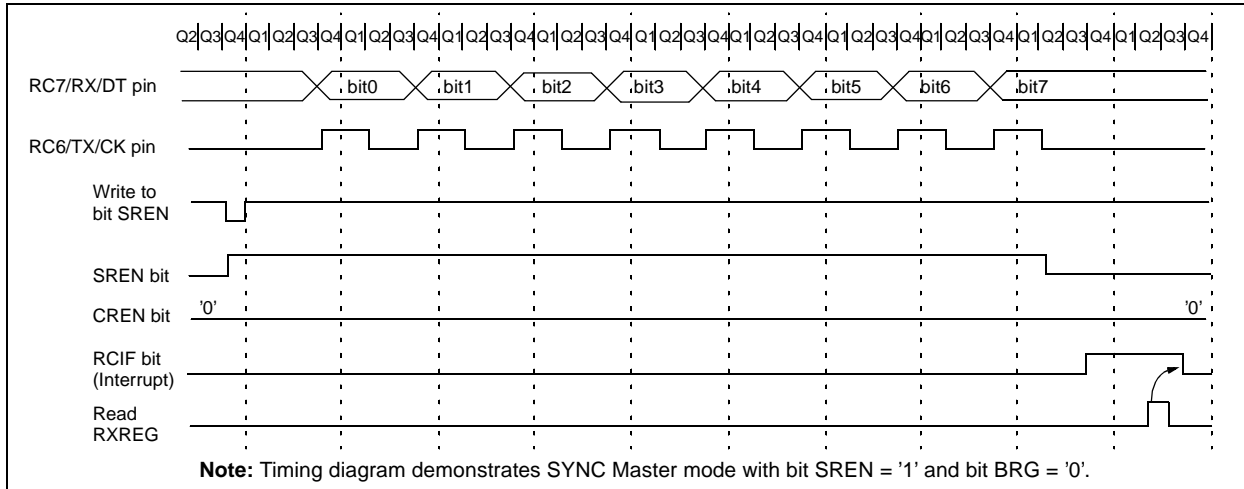
Legend: x = unknown, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used for synchronous master reception.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.



# PIC16F87X

**FIGURE 10-11: SYNCHRONOUS RECEPTION (MASTER MODE, SREN)**



## 10.4 USART Synchronous Slave Mode

Synchronous Slave mode differs from the Master mode in the fact that the shift clock is supplied externally at the RC6/TX/CK pin (instead of being supplied internally in Master mode). This allows the device to transfer or receive data while in SLEEP mode. Slave mode is entered by clearing bit CSRC (TXSTA<7>).

### 10.4.1 USART SYNCHRONOUS SLAVE TRANSMIT

The operation of the Synchronous Master and Slave modes is identical, except in the case of the SLEEP mode.

If two words are written to the TXREG and then the SLEEP instruction is executed, the following will occur:

- The first word will immediately transfer to the TSR register and transmit.
- The second word will remain in TXREG register.
- Flag bit TXIF will not be set.
- When the first word has been shifted out of TSR, the TXREG register will transfer the second word to the TSR and flag bit TXIF will now be set.

- If enable bit TXIE is set, the interrupt will wake the chip from SLEEP and if the global interrupt is enabled, the program will branch to the interrupt vector (0004h).

When setting up a Synchronous Slave Transmission, follow these steps:

- Enable the synchronous slave serial port by setting bits SYNC and SPEN and clearing bit CSRC.
- Clear bits CREN and SREN.
- If interrupts are desired, then set enable bit TXIE.
- If 9-bit transmission is desired, then set bit TX9.
- Enable the transmission by setting enable bit TXEN.
- If 9-bit transmission is selected, the ninth bit should be loaded in bit TX9D.
- Start transmission by loading data to the TXREG register.
- If using interrupts, ensure that GIE and PEIE (bits 7 and 6) of the INTCON register are set.

**TABLE 10-10: REGISTERS ASSOCIATED WITH SYNCHRONOUS SLAVE TRANSMISSION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	ROIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	0000 000x
19h	TXREG	USART Transmit Register								0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	0000 -010
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used for synchronous slave transmission.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.

## 10.4.2 USART SYNCHRONOUS SLAVE RECEPTION

The operation of the Synchronous Master and Slave modes is identical, except in the case of the SLEEP mode. Bit SREN is a “don't care” in Slave mode.

If receive is enabled by setting bit CREN prior to the SLEEP instruction, then a word may be received during SLEEP. On completely receiving the word, the RSR register will transfer the data to the RCREG register and if enable bit RCIE bit is set, the interrupt generated will wake the chip from SLEEP. If the global interrupt is enabled, the program will branch to the interrupt vector (0004h).

When setting up a Synchronous Slave Reception, follow these steps:

1. Enable the synchronous master serial port by setting bits SYNC and SPEN and clearing bit CSRC.

2. If interrupts are desired, set enable bit RCIE.
3. If 9-bit reception is desired, set bit RX9.
4. To enable reception, set enable bit CREN.
5. Flag bit RCIF will be set when reception is complete and an interrupt will be generated, if enable bit RCIE was set.
6. Read the RCSTA register to get the ninth bit (if enabled) and determine if any error occurred during reception.
7. Read the 8-bit received data by reading the RCREG register.
8. If any error occurred, clear the error by clearing bit CREN.
9. If using interrupts, ensure that GIE and PEIE (bits 7 and 6) of the INTCON register are set.

**TABLE 10-11: REGISTERS ASSOCIATED WITH SYNCHRONOUS SLAVE RECEPTION**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	R0IF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	0000 000x
1Ah	RCREG	USART Receive Register								0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	0000 -010
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used for synchronous slave reception.

**Note 1:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices, always maintain these bits clear.

# PIC16F87X

---

NOTES:

## 11.0 ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER (A/D) MODULE

The Analog-to-Digital (A/D) Converter module has five inputs for the 28-pin devices and eight for the other devices.

The analog input charges a sample and hold capacitor. The output of the sample and hold capacitor is the input into the converter. The converter then generates a digital result of this analog level via successive approximation. The A/D conversion of the analog input signal results in a corresponding 10-bit digital number. The A/D module has high and low voltage reference input that is software selectable to some combination of VDD, VSS, RA2, or RA3.

The A/D converter has a unique feature of being able to operate while the device is in SLEEP mode. To operate in SLEEP, the A/D clock must be derived from the A/D's internal RC oscillator.

The A/D module has four registers. These registers are:

- A/D Result High Register (ADRESH)
- A/D Result Low Register (ADRESL)
- A/D Control Register0 (ADCON0)
- A/D Control Register1 (ADCON1)

The ADCON0 register, shown in Register 11-1, controls the operation of the A/D module. The ADCON1 register, shown in Register 11-2, configures the functions of the port pins. The port pins can be configured as analog inputs (RA3 can also be the voltage reference), or as digital I/O.

Additional information on using the A/D module can be found in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

### REGISTER 11-1: ADCON0 REGISTER (ADDRESS: 1Fh)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0
ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	—	ADON
							bit 0

- bit 7-6 **ADCS1:ADCS0:** A/D Conversion Clock Select bits  
 00 = FOSC/2  
 01 = FOSC/8  
 10 = FOSC/32  
 11 = FRC (clock derived from the internal A/D module RC oscillator)
- bit 5-3 **CHS2:CHS0:** Analog Channel Select bits  
 000 = channel 0, (RA0/AN0)  
 001 = channel 1, (RA1/AN1)  
 010 = channel 2, (RA2/AN2)  
 011 = channel 3, (RA3/AN3)  
 100 = channel 4, (RA5/AN4)  
 101 = channel 5, (RE0/AN5)<sup>(1)</sup>  
 110 = channel 6, (RE1/AN6)<sup>(1)</sup>  
 111 = channel 7, (RE2/AN7)<sup>(1)</sup>
- bit 2 **GO/DONE:** A/D Conversion Status bit  
**If ADON = 1:**  
 1 = A/D conversion in progress (setting this bit starts the A/D conversion)  
 0 = A/D conversion not in progress (this bit is automatically cleared by hardware when the A/D conversion is complete)
- bit 1 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 0 **ADON:** A/D On bit  
 1 = A/D converter module is operating  
 0 = A/D converter module is shut-off and consumes no operating current

**Note 1:** These channels are not available on PIC16F873/876 devices.

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

# PIC16F87X

## REGISTER 11-2: ADCON1 REGISTER (ADDRESS 9Fh)

U-0	U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0

bit 7

bit 0

bit 7 **ADFM:** A/D Result Format Select bit  
 1 = Right justified. 6 Most Significant bits of ADRESH are read as '0'.  
 0 = Left justified. 6 Least Significant bits of ADRESL are read as '0'.

bit 6-4 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 3-0 **PCFG3:PCFG0:** A/D Port Configuration Control bits:

PCFG3: PCFG0	AN7 <sup>(1)</sup> RE2	AN6 <sup>(1)</sup> RE1	AN5 <sup>(1)</sup> RE0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	VREF+	VREF-	CHAN/ Refs <sup>(2)</sup>
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8/0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5/0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	RA3	VSS	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	VDD	VSS	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	5/1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	RA3	RA2	1/2

A = Analog input    D = Digital I/O

- Note 1:** These channels are not available on PIC16F873/876 devices.  
**Note 2:** This column indicates the number of analog channels available as A/D inputs and the number of analog channels used as voltage reference inputs.

<b>Legend:</b>			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

The ADRESH:ADRESL registers contain the 10-bit result of the A/D conversion. When the A/D conversion is complete, the result is loaded into this A/D result register pair, the GO/DONE bit (ADCON0<2>) is cleared and the A/D interrupt flag bit ADIF is set. The block diagram of the A/D module is shown in Figure 11-1.

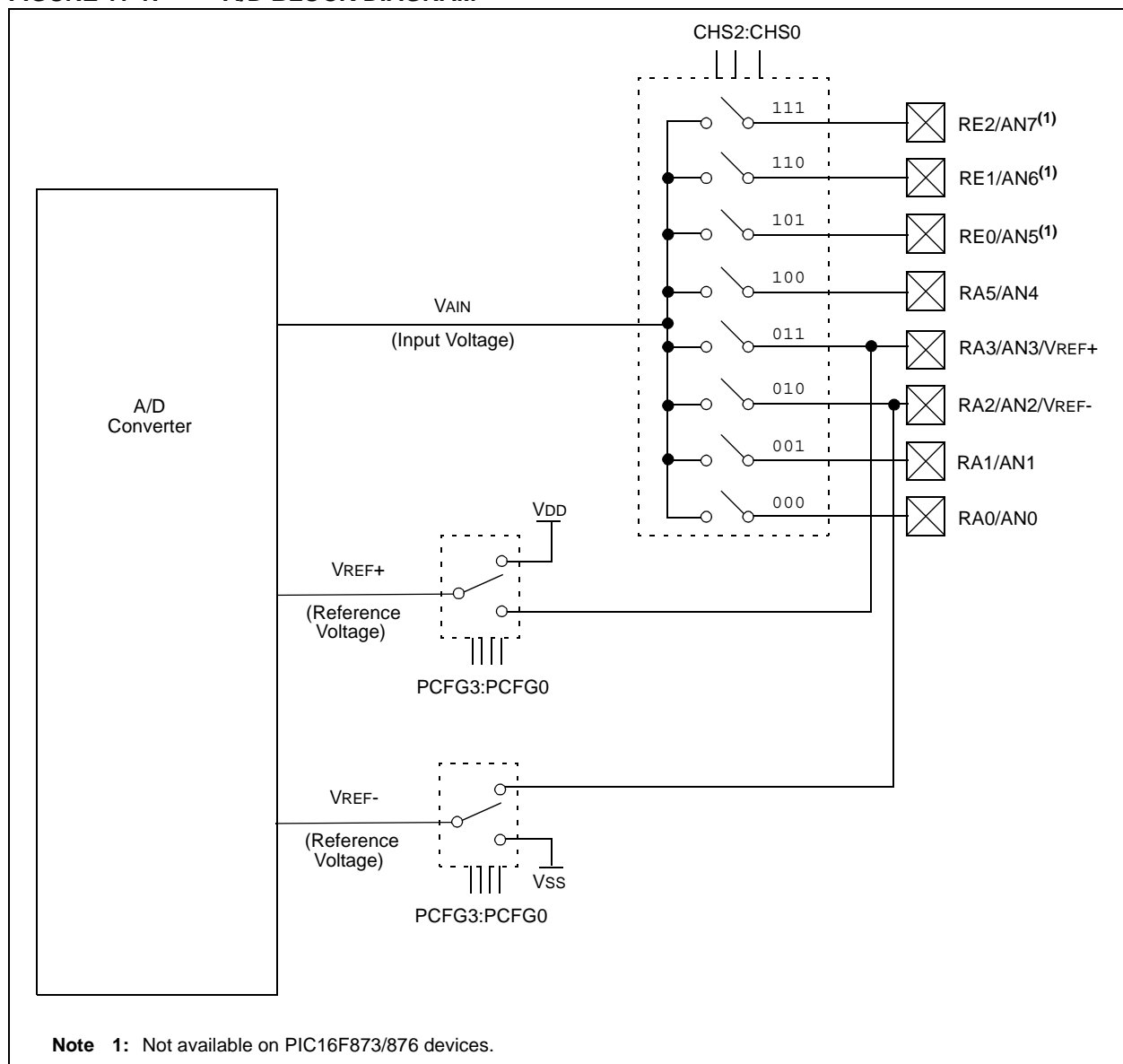
After the A/D module has been configured as desired, the selected channel must be acquired before the conversion is started. The analog input channels must have their corresponding TRIS bits selected as inputs.

To determine sample time, see Section 11.1. After this acquisition time has elapsed, the A/D conversion can be started.

These steps should be followed for doing an A/D Conversion:

1. Configure the A/D module:
  - Configure analog pins/voltage reference and digital I/O (ADCON1)
  - Select A/D input channel (ADCON0)
  - Select A/D conversion clock (ADCON0)
  - Turn on A/D module (ADCON0)
2. Configure A/D interrupt (if desired):
  - Clear ADIF bit
  - Set ADIE bit
  - Set PEIE bit
  - Set GIE bit
3. Wait the required acquisition time.
4. Start conversion:
  - Set GO/DONE bit (ADCON0)
5. Wait for A/D conversion to complete, by either:
  - Polling for the GO/DONE bit to be cleared (with interrupts enabled); OR
  - Waiting for the A/D interrupt
6. Read A/D result register pair (ADRESH:ADRESL), clear bit ADIF if required.
7. For the next conversion, go to step 1 or step 2, as required. The A/D conversion time per bit is defined as TAD. A minimum wait of 2TAD is required before the next acquisition starts.

**FIGURE 11-1: A/D BLOCK DIAGRAM**



# PIC16F87X

## 11.1 A/D Acquisition Requirements

For the A/D converter to meet its specified accuracy, the charge holding capacitor (CHOLD) must be allowed to fully charge to the input channel voltage level. The analog input model is shown in Figure 11-2. The source impedance (RS) and the internal sampling switch (RSS) impedance directly affect the time required to charge the capacitor CHOLD. The sampling switch (RSS) impedance varies over the device voltage (VDD), see Figure 11-2. **The maximum recommended impedance for analog sources is 10 kΩ.** As the impedance is decreased, the acquisition time may be decreased.

After the analog input channel is selected (changed), this acquisition must be done before the conversion can be started.

To calculate the minimum acquisition time, Equation 11-1 may be used. This equation assumes that 1/2 LSB error is used (1024 steps for the A/D). The 1/2 LSB error is the maximum error allowed for the A/D to meet its specified resolution.

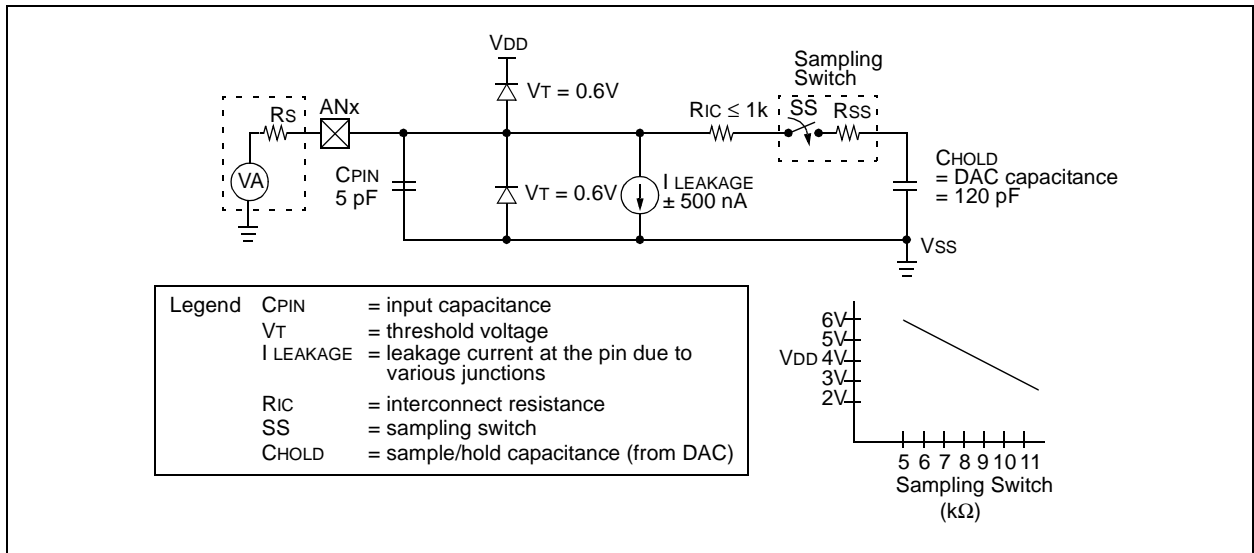
To calculate the minimum acquisition time, TACQ, see the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023).

### EQUATION 11-1: ACQUISITION TIME

TACQ	=	Amplifier Settling Time + Hold Capacitor Charging Time + Temperature Coefficient
	=	TAMP + TC + TCOFF
	=	2μs + TC + [(Temperature -25°C)(0.05μs/°C)]
TC	=	CHOLD (RIC + RSS + RS) ln(1/2047)
	=	- 120pF (1kΩ + 7kΩ + 10kΩ) ln(0.0004885)
	=	16.47μs
TACQ	=	2μs + 16.47μs + [(50°C -25°C)(0.05μs/°C)]
	=	19.72μs

- Note 1:** The reference voltage (VREF) has no effect on the equation, since it cancels itself out.
- Note 2:** The charge holding capacitor (CHOLD) is not discharged after each conversion.
- Note 3:** The maximum recommended impedance for analog sources is 10 kΩ. This is required to meet the pin leakage specification.
- Note 4:** After a conversion has completed, a 2.0TAD delay must complete before acquisition can begin again. During this time, the holding capacitor is not connected to the selected A/D input channel.

FIGURE 11-2: ANALOG INPUT MODEL



## 11.2 Selecting the A/D Conversion Clock

The A/D conversion time per bit is defined as TAD. The A/D conversion requires a minimum 12TAD per 10-bit conversion. The source of the A/D conversion clock is software selected. The four possible options for TAD are:

- 2Tosc
- 8Tosc
- 32Tosc
- Internal A/D module RC oscillator (2-6  $\mu$ s)

For correct A/D conversions, the A/D conversion clock (TAD) must be selected to ensure a minimum TAD time of 1.6  $\mu$ s.

Table 11-1 shows the resultant TAD times derived from the device operating frequencies and the A/D clock source selected.

**TABLE 11-1: TAD vs. MAXIMUM DEVICE OPERATING FREQUENCIES (STANDARD DEVICES (C))**

AD Clock Source (TAD)		Maximum Device Frequency
Operation	ADCS1:ADCS0	Max.
2Tosc	00	1.25 MHz
8Tosc	01	5 MHz
32Tosc	10	20 MHz
RC <sup>(1, 2, 3)</sup>	11	<b>(Note 1)</b>

**Note 1:** The RC source has a typical TAD time of 4  $\mu$ s, but can vary between 2-6  $\mu$ s.

**2:** When the device frequencies are greater than 1 MHz, the RC A/D conversion clock source is only recommended for SLEEP operation.

**3:** For extended voltage devices (LC), please refer to the Electrical Characteristics (Sections 15.1 and 15.2).

## 11.3 Configuring Analog Port Pins

The ADCON1 and TRIS registers control the operation of the A/D port pins. The port pins that are desired as analog inputs must have their corresponding TRIS bits set (input). If the TRIS bit is cleared (output), the digital output level (VOH or VOL) will be converted.

The A/D operation is independent of the state of the CHS2:CHS0 bits and the TRIS bits.

**Note 1:** When reading the port register, any pin configured as an analog input channel will read as cleared (a low level). Pins configured as digital inputs will convert an analog input. Analog levels on a digitally configured input will not affect the conversion accuracy.

**2:** Analog levels on any pin that is defined as a digital input (including the AN7:AN0 pins), may cause the input buffer to consume current that is out of the device specifications.



# PIC16F87X

## 11.4 A/D Conversions

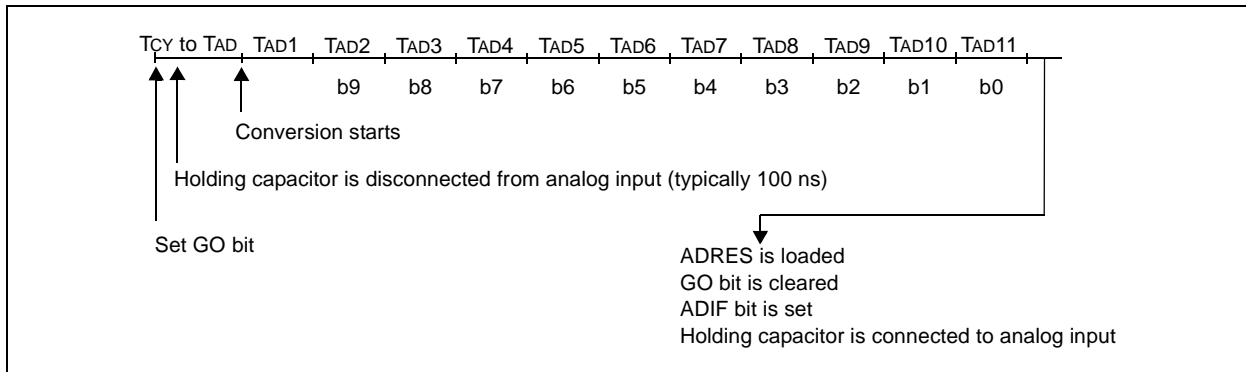
Clearing the  $\overline{\text{GO/DONE}}$  bit during a conversion will abort the current conversion. The A/D result register pair will NOT be updated with the partially completed A/D conversion sample. That is, the ADRESH:ADRESL registers will continue to contain the value of the last completed conversion (or the last value written to the ADRESH:ADRESL registers). After the A/D conversion is aborted, a 2TAD wait is required before the next

acquisition is started. After this 2TAD wait, acquisition on the selected channel is automatically started. The  $\overline{\text{GO/DONE}}$  bit can then be set to start the conversion.

In Figure 11-3, after the GO bit is set, the first time segment has a minimum of T<sub>CY</sub> and a maximum of TAD.

**Note:** The  $\overline{\text{GO/DONE}}$  bit should **NOT** be set in the same instruction that turns on the A/D.

**FIGURE 11-3: A/D CONVERSION TAD CYCLES**

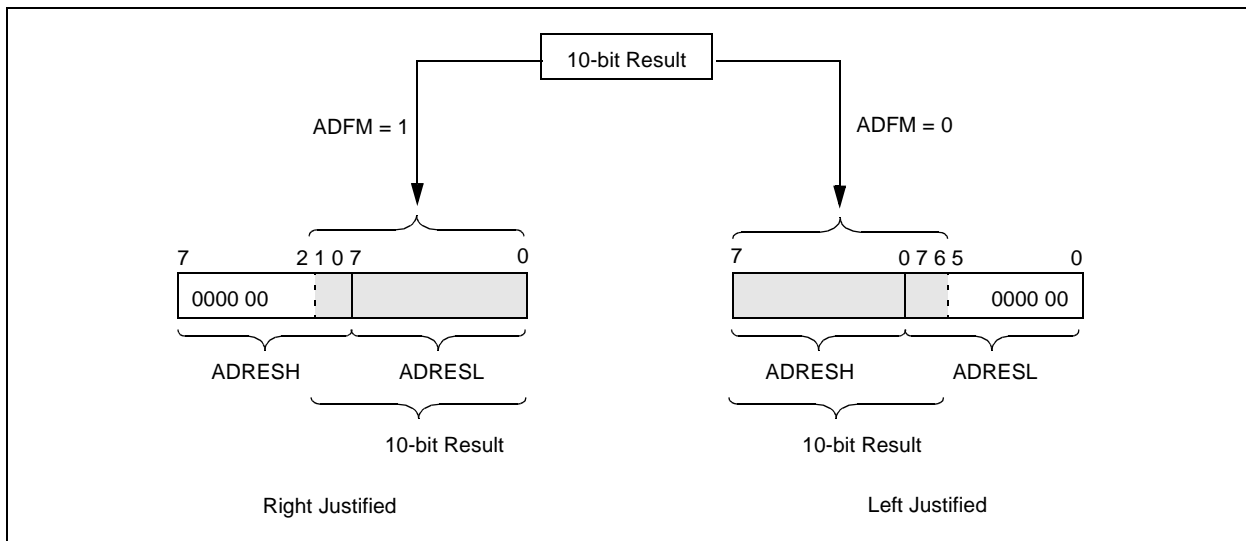


### 11.4.1 A/D RESULT REGISTERS

The ADRESH:ADRESL register pair is the location where the 10-bit A/D result is loaded at the completion of the A/D conversion. This register pair is 16-bits wide. The A/D module gives the flexibility to left or right justify the 10-bit result in the 16-bit result register. The A/D

Format Select bit (ADFM) controls this justification. Figure 11-4 shows the operation of the A/D result justification. The extra bits are loaded with '0's'. When an A/D result will not overwrite these locations (A/D disable), these registers may be used as two general purpose 8-bit registers.

**FIGURE 11-4: A/D RESULT JUSTIFICATION**



## 11.5 A/D Operation During SLEEP

The A/D module can operate during SLEEP mode. This requires that the A/D clock source be set to RC (ADCS1:ADCS0 = 11). When the RC clock source is selected, the A/D module waits one instruction cycle before starting the conversion. This allows the SLEEP instruction to be executed, which eliminates all digital switching noise from the conversion. When the conversion is completed, the GO/DONE bit will be cleared and the result loaded into the ADRES register. If the A/D interrupt is enabled, the device will wake-up from SLEEP. If the A/D interrupt is not enabled, the A/D module will then be turned off, although the ADON bit will remain set.

When the A/D clock source is another clock option (not RC), a SLEEP instruction will cause the present conversion to be aborted and the A/D module to be turned off, though the ADON bit will remain set.

Turning off the A/D places the A/D module in its lowest current consumption state.

**Note:** For the A/D module to operate in SLEEP, the A/D clock source must be set to RC (ADCS1:ADCS0 = 11). To allow the conversion to occur during SLEEP, ensure the SLEEP instruction immediately follows the instruction that sets the GO/DONE bit.

## 11.6 Effects of a RESET

A device RESET forces all registers to their RESET state. This forces the A/D module to be turned off, and any conversion is aborted. All A/D input pins are configured as analog inputs.

The value that is in the ADRESH:ADRESL registers is not modified for a Power-on Reset. The ADRESH:ADRESL registers will contain unknown data after a Power-on Reset.

**TABLE 11-2: REGISTERS/BITS ASSOCIATED WITH A/D**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on POR, BOR	Value on MCLR, WDT
0Bh,8Bh,10Bh,18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF <sup>(1)</sup>	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
8Ch	PIE1	PSPIE <sup>(1)</sup>	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
1Eh	ADRESH	A/D Result Register High Byte								xxxx xxxx	uuuu uuuu
9Eh	ADRESL	A/D Result Register Low Byte								xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Fh	ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	—	ADON	0000 00-0	0000 00-0
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000
85h	TRISA	—	—	PORTA Data Direction Register						--11 1111	--11 1111
05h	PORTA	—	—	PORTA Data Latch when written: PORTA pins when read						--0x 0000	--0u 0000
89h <sup>(1)</sup>	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction bits			0000 -111	0000 -111
09h <sup>(1)</sup>	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	---- -uuu

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used for A/D conversion.

**Note 1:** These registers/bits are not available on the 28-pin devices.

# PIC16F87X

---

NOTES:

## 12.0 SPECIAL FEATURES OF THE CPU

All PIC16F87X devices have a host of features intended to maximize system reliability, minimize cost through elimination of external components, provide power saving operating modes and offer code protection. These are:

- Oscillator Selection
- RESET
  - Power-on Reset (POR)
  - Power-up Timer (PWRT)
  - Oscillator Start-up Timer (OST)
  - Brown-out Reset (BOR)
- Interrupts
- Watchdog Timer (WDT)
- SLEEP
- Code Protection
- ID Locations
- In-Circuit Serial Programming
- Low Voltage In-Circuit Serial Programming
- In-Circuit Debugger

PIC16F87X devices have a Watchdog Timer, which can be shut-off only through configuration bits. It runs off its own RC oscillator for added reliability.

There are two timers that offer necessary delays on power-up. One is the Oscillator Start-up Timer (OST), intended to keep the chip in RESET until the crystal oscillator is stable. The other is the Power-up Timer (PWRT), which provides a fixed delay of 72 ms (nominal) on power-up only. It is designed to keep the part in RESET while the power supply stabilizes. With these two timers on-chip, most applications need no external RESET circuitry.

SLEEP mode is designed to offer a very low current Power-down mode. The user can wake-up from SLEEP through external RESET, Watchdog Timer Wake-up, or through an interrupt.

Several oscillator options are also made available to allow the part to fit the application. The RC oscillator option saves system cost while the LP crystal option saves power. A set of configuration bits is used to select various options.

Additional information on special features is available in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

### 12.1 Configuration Bits

The configuration bits can be programmed (read as '0'), or left unprogrammed (read as '1'), to select various device configurations. The erased, or unprogrammed value of the configuration word is 3FFFh. These bits are mapped in program memory location 2007h.

It is important to note that address 2007h is beyond the user program memory space, which can be accessed only during programming.

# PIC16F87X

## REGISTER 12-1: CONFIGURATION WORD (ADDRESS 2007h)<sup>(1)</sup>

CP1	CP0	DEBUG	—	WRT	CPD	LVP	BODEN	CP1	CP0	$\overline{\text{PWRT}}\text{E}$	WDTE	F0SC1	F0SC0
-----	-----	-------	---	-----	-----	-----	-------	-----	-----	----------------------------------	------	-------	-------

bit13

bit0

- bit 13-12, bit 5-4      **CP1:CP0:** FLASH Program Memory Code Protection bits<sup>(2)</sup>  
 11 = Code protection off  
 10 = 1F00h to 1FFFh code protected (PIC16F877, 876)  
 10 = 0F00h to 0FFFh code protected (PIC16F874, 873)  
 01 = 1000h to 1FFFh code protected (PIC16F877, 876)  
 01 = 0800h to 0FFFh code protected (PIC16F874, 873)  
 00 = 0000h to 1FFFh code protected (PIC16F877, 876)  
 00 = 0000h to 0FFFh code protected (PIC16F874, 873)
- bit 11      **DEBUG:** In-Circuit Debugger Mode  
 1 = In-Circuit Debugger disabled, RB6 and RB7 are general purpose I/O pins  
 0 = In-Circuit Debugger enabled, RB6 and RB7 are dedicated to the debugger.
- bit 10      **Unimplemented:** Read as '1'
- bit 9      **WRT:** FLASH Program Memory Write Enable  
 1 = Unprotected program memory may be written to by EECON control  
 0 = Unprotected program memory may not be written to by EECON control
- bit 8      **CPD:** Data EE Memory Code Protection  
 1 = Code protection off  
 0 = Data EEPROM memory code protected
- bit 7      **LVP:** Low Voltage In-Circuit Serial Programming Enable bit  
 1 = RB3/PGM pin has PGM function, low voltage programming enabled  
 0 = RB3 is digital I/O, HV on  $\overline{\text{MCLR}}$  must be used for programming
- bit 6      **BODEN:** Brown-out Reset Enable bit<sup>(3)</sup>  
 1 = BOR enabled  
 0 = BOR disabled
- bit 3       **$\overline{\text{PWRT}}\text{E}$ :** Power-up Timer Enable bit<sup>(3)</sup>  
 1 = PWRT disabled  
 0 = PWRT enabled
- bit 2      **WDTE:** Watchdog Timer Enable bit  
 1 = WDT enabled  
 0 = WDT disabled
- bit 1-0      **F0SC1:F0SC0:** Oscillator Selection bits  
 11 = RC oscillator  
 10 = HS oscillator  
 01 = XT oscillator  
 00 = LP oscillator

- Note 1:** The erased (unprogrammed) value of the configuration word is 3FFFh.  
**2:** All of the CP1:CP0 pairs have to be given the same value to enable the code protection scheme listed.  
**3:** Enabling Brown-out Reset automatically enables Power-up Timer (PWRT), regardless of the value of bit  $\overline{\text{PWRT}}\text{E}$ . Ensure the Power-up Timer is enabled any time Brown-out Reset is enabled.

## 12.2 Oscillator Configurations

### 12.2.1 OSCILLATOR TYPES

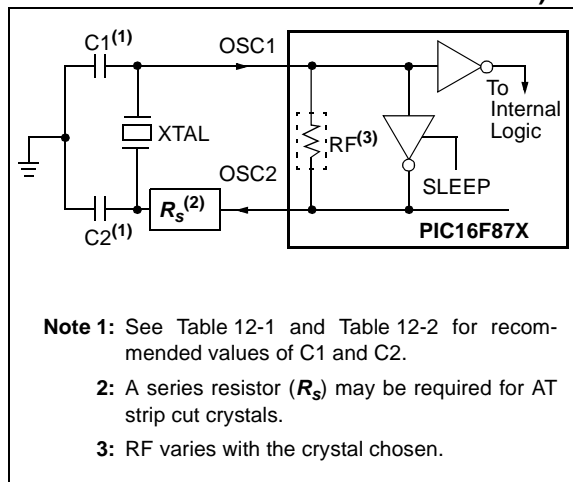
The PIC16F87X can be operated in four different oscillator modes. The user can program two configuration bits (FOSC1 and FOSC0) to select one of these four modes:

- LP Low Power Crystal
- XT Crystal/Resonator
- HS High Speed Crystal/Resonator
- RC Resistor/Capacitor

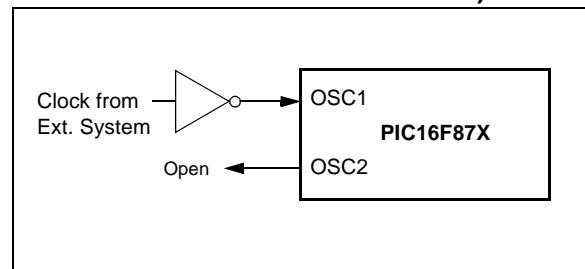
### 12.2.2 CRYSTAL OSCILLATOR/CERAMIC RESONATORS

In XT, LP or HS modes, a crystal or ceramic resonator is connected to the OSC1/CLKIN and OSC2/CLKOUT pins to establish oscillation (Figure 12-1). The PIC16F87X oscillator design requires the use of a parallel cut crystal. Use of a series cut crystal may give a frequency out of the crystal manufacturers specifications. When in XT, LP or HS modes, the device can have an external clock source to drive the OSC1/CLKIN pin (Figure 12-2).

**FIGURE 12-1: CRYSTAL/CERAMIC RESONATOR OPERATION (HS, XT OR LP OSC CONFIGURATION)**



**FIGURE 12-2: EXTERNAL CLOCK INPUT OPERATION (HS, XT OR LP OSC CONFIGURATION)**



**TABLE 12-1: CERAMIC RESONATORS**

Ranges Tested:			
Mode	Freq.	OSC1	OSC2
XT	455 kHz	68 - 100 pF	68 - 100 pF
	2.0 MHz	15 - 68 pF	15 - 68 pF
	4.0 MHz	15 - 68 pF	15 - 68 pF
HS	8.0 MHz	10 - 68 pF	10 - 68 pF
	16.0 MHz	10 - 22 pF	10 - 22 pF
These values are for design guidance only. See notes following Table 12-2.			
Resonators Used:			
455 kHz	Panasonic EFO-A455K04B	± 0.3%	
2.0 MHz	Murata Erie CSA2.00MG	± 0.5%	
4.0 MHz	Murata Erie CSA4.00MG	± 0.5%	
8.0 MHz	Murata Erie CSA8.00MT	± 0.5%	
16.0 MHz	Murata Erie CSA16.00MX	± 0.5%	
All resonators used did not have built-in capacitors.			

# PIC16F87X

**TABLE 12-2: CAPACITOR SELECTION FOR CRYSTAL OSCILLATOR**

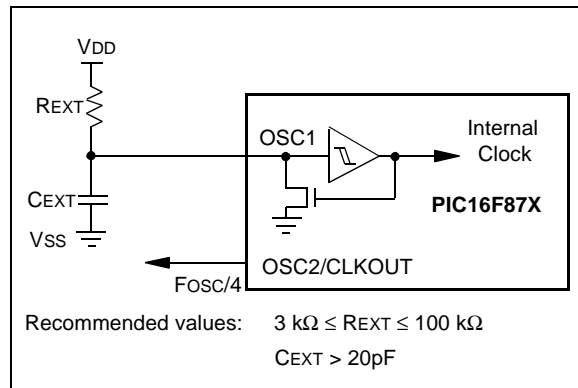
Osc Type	Crystal Freq.	Cap. Range C1	Cap. Range C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	47-68 pF	47-68 pF
	1 MHz	15 pF	15 pF
	4 MHz	15 pF	15 pF
HS	4 MHz	15 pF	15 pF
	8 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	20 MHz	15-33 pF	15-33 pF
<b>These values are for design guidance only.</b> See notes following this table.			
<b>Crystals Used</b>			
32 kHz	Epson C-001R32.768K-A	± 20 PPM	
200 kHz	STD XTL 200.000KHz	± 20 PPM	
1 MHz	ECS ECS-10-13-1	± 50 PPM	
4 MHz	ECS ECS-40-20-1	± 50 PPM	
8 MHz	EPSON CA-301 8.000M-C	± 30 PPM	
20 MHz	EPSON CA-301 20.000M-C	± 30 PPM	

- Note 1:** Higher capacitance increases the stability of oscillator, but also increases the start-up time.
- 2:** Since each resonator/crystal has its own characteristics, the user should consult the resonator/crystal manufacturer for appropriate values of external components.
- 3:**  $R_s$  may be required in HS mode, as well as XT mode, to avoid overdriving crystals with low drive level specification.
- 4:** When migrating from other PICmicro devices, oscillator performance should be verified.

## 12.2.3 RC OSCILLATOR

For timing insensitive applications, the “RC” device option offers additional cost savings. The RC oscillator frequency is a function of the supply voltage, the resistor ( $R_{EXT}$ ) and capacitor ( $C_{EXT}$ ) values, and the operating temperature. In addition to this, the oscillator frequency will vary from unit to unit due to normal process parameter variation. Furthermore, the difference in lead frame capacitance between package types will also affect the oscillation frequency, especially for low  $C_{EXT}$  values. The user also needs to take into account variation due to tolerance of external R and C components used. Figure 12-3 shows how the R/C combination is connected to the PIC16F87X.

**FIGURE 12-3: RC OSCILLATOR MODE**



## 12.3 RESET

The PIC16F87X differentiates between various kinds of RESET:

- Power-on Reset (POR)
- $\overline{\text{MCLR}}$  Reset during normal operation
- $\overline{\text{MCLR}}$  Reset during SLEEP
- WDT Reset (during normal operation)
- WDT Wake-up (during SLEEP)
- Brown-out Reset (BOR)

Some registers are not affected in any RESET condition. Their status is unknown on POR and unchanged in any other RESET. Most other registers are reset to a "RESET state" on Power-on Reset (POR), on the  $\overline{\text{MCLR}}$  and WDT Reset, on  $\overline{\text{MCLR}}$  Reset during

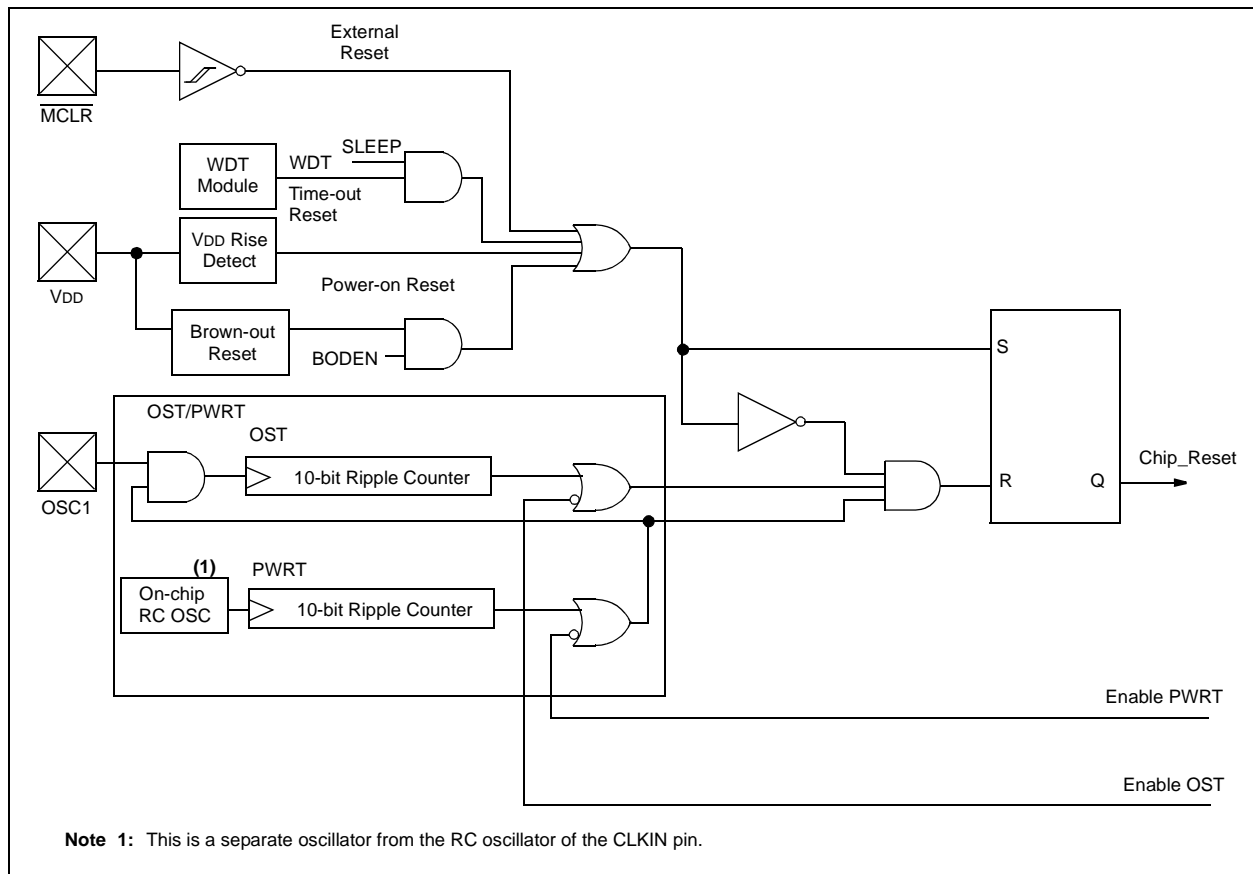
SLEEP, and Brown-out Reset (BOR). They are not affected by a WDT Wake-up, which is viewed as the resumption of normal operation. The  $\overline{\text{TO}}$  and  $\overline{\text{PD}}$  bits are set or cleared differently in different RESET situations as indicated in Table 12-4. These bits are used in software to determine the nature of the RESET. See Table 12-6 for a full description of RESET states of all registers.

A simplified block diagram of the On-Chip Reset Circuit is shown in Figure 12-4.

These devices have a  $\overline{\text{MCLR}}$  noise filter in the  $\overline{\text{MCLR}}$  Reset path. The filter will detect and ignore small pulses.

It should be noted that a WDT Reset does not drive  $\overline{\text{MCLR}}$  pin low.

**FIGURE 12-4: SIMPLIFIED BLOCK DIAGRAM OF ON-CHIP RESET CIRCUIT**





# PIC16F87X

## 12.4 Power-On Reset (POR)

A Power-on Reset pulse is generated on-chip when VDD rise is detected (in the range of 1.2V - 1.7V). To take advantage of the POR, tie the  $\overline{\text{MCLR}}$  pin directly (or through a resistor) to VDD. This will eliminate external RC components usually needed to create a Power-on Reset. A maximum rise time for VDD is specified. See Electrical Specifications for details.

When the device starts normal operation (exits the RESET condition), device operating parameters (voltage, frequency, temperature,...) must be met to ensure operation. If these conditions are not met, the device must be held in RESET until the operating conditions are met. Brown-out Reset may be used to meet the start-up conditions. For additional information, refer to Application Note, AN007, "Power-up Trouble Shooting", (DS00007).

## 12.5 Power-up Timer (PWRT)

The Power-up Timer provides a fixed 72 ms nominal time-out on power-up only from the POR. The Power-up Timer operates on an internal RC oscillator. The chip is kept in RESET as long as the PWRT is active. The PWRT's time delay allows VDD to rise to an acceptable level. A configuration bit is provided to enable/disable the PWRT.

The power-up time delay will vary from chip to chip due to VDD, temperature and process variation. See DC parameters for details (TPWRT, parameter #33).

## 12.6 Oscillator Start-up Timer (OST)

The Oscillator Start-up Timer (OST) provides a delay of 1024 oscillator cycles (from OSC1 input) after the PWRT delay is over (if PWRT is enabled). This helps to ensure that the crystal oscillator or resonator has started and stabilized.

The OST time-out is invoked only for XT, LP and HS modes and only on Power-on Reset or Wake-up from SLEEP.

## 12.7 Brown-out Reset (BOR)

The configuration bit, BODEN, can enable or disable the Brown-out Reset circuit. If VDD falls below VBOR (parameter D005, about 4V) for longer than TBOR (parameter #35, about 100 $\mu$ S), the brown-out situation will reset the device. If VDD falls below VBOR for less than TBOR, a RESET may not occur.

Once the brown-out occurs, the device will remain in Brown-out Reset until VDD rises above VBOR. The Power-up Timer then keeps the device in RESET for TPWRT (parameter #33, about 72ms). If VDD should fall below VBOR during TPWRT, the Brown-out Reset process will restart when VDD rises above VBOR with the Power-up Timer Reset. The Power-up Timer is always enabled when the Brown-out Reset circuit is enabled, regardless of the state of the PWRT configuration bit.

## 12.8 Time-out Sequence

On power-up, the time-out sequence is as follows: The PWRT delay starts (if enabled) when a POR Reset occurs. Then OST starts counting 1024 oscillator cycles when PWRT ends (LP, XT, HS). When the OST ends, the device comes out of RESET.

If  $\overline{\text{MCLR}}$  is kept low long enough, the time-outs will expire. Bringing  $\overline{\text{MCLR}}$  high will begin execution immediately. This is useful for testing purposes or to synchronize more than one PIC16F87X device operating in parallel.

Table 12-5 shows the RESET conditions for the STATUS, PCON and PC registers, while Table 12-6 shows the RESET conditions for all the registers.

## 12.9 Power Control/Status Register (PCON)

The Power Control/Status Register, PCON, has up to two bits depending upon the device.

Bit0 is Brown-out Reset Status bit,  $\overline{\text{BOR}}$ . Bit  $\overline{\text{BOR}}$  is unknown on a Power-on Reset. It must then be set by the user and checked on subsequent RESETS to see if bit  $\overline{\text{BOR}}$  cleared, indicating a BOR occurred. When the Brown-out Reset is disabled, the state of the  $\overline{\text{BOR}}$  bit is unpredictable and is, therefore, not valid at any time.

Bit1 is  $\overline{\text{POR}}$  (Power-on Reset Status bit). It is cleared on a Power-on Reset and unaffected otherwise. The user must set this bit following a Power-on Reset.

TABLE 12-3: TIME-OUT IN VARIOUS SITUATIONS

Oscillator Configuration	Power-up		Brown-out	Wake-up from SLEEP
	$\overline{\text{PWRTE}} = 0$	$\overline{\text{PWRTE}} = 1$		
XT, HS, LP	72 ms + 1024Tosc	1024Tosc	72 ms + 1024Tosc	1024Tosc
RC	72 ms	—	72 ms	—

**TABLE 12-4: STATUS BITS AND THEIR SIGNIFICANCE**

$\overline{\text{POR}}$	$\overline{\text{BOR}}$	$\overline{\text{TO}}$	$\overline{\text{PD}}$	
0	x	1	1	Power-on Reset
0	x	0	x	Illegal, $\overline{\text{TO}}$ is set on $\overline{\text{POR}}$
0	x	x	0	Illegal, $\overline{\text{PD}}$ is set on $\overline{\text{POR}}$
1	0	1	1	Brown-out Reset
1	1	0	1	WDT Reset
1	1	0	0	WDT Wake-up
1	1	u	u	$\overline{\text{MCLR}}$ Reset during normal operation
1	1	1	0	$\overline{\text{MCLR}}$ Reset during SLEEP or interrupt wake-up from SLEEP

Legend: x = don't care, u = unchanged

**TABLE 12-5: RESET CONDITION FOR SPECIAL REGISTERS**

Condition	Program Counter	STATUS Register	PCON Register
Power-on Reset	000h	0001 1xxx	---- --0x
$\overline{\text{MCLR}}$ Reset during normal operation	000h	000u uuuu	---- --uu
$\overline{\text{MCLR}}$ Reset during SLEEP	000h	0001 0uuu	---- --uu
WDT Reset	000h	0000 1uuu	---- --uu
WDT Wake-up	PC + 1	uuu0 0uuu	---- --uu
Brown-out Reset	000h	0001 1uuu	---- --u0
Interrupt wake-up from SLEEP	PC + 1 <sup>(1)</sup>	uuu1 0uuu	---- --uu

Legend: u = unchanged, x = unknown, - = unimplemented bit, read as '0'

**Note 1:** When the wake-up is due to an interrupt and the GIE bit is set, the PC is loaded with the interrupt vector (0004h).

# PIC16F87X

**TABLE 12-6: INITIALIZATION CONDITIONS FOR ALL REGISTERS**

Register	Devices				Power-on Reset, Brown-out Reset	MCLR Resets, WDT Reset	Wake-up via WDT or Interrupt
	873	874	876	877			
W	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
INDF	873	874	876	877	N/A	N/A	N/A
TMR0	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PCL	873	874	876	877	0000h	0000h	PC + 1 <sup>(2)</sup>
STATUS	873	874	876	877	0001 1xxx	000q quuu <sup>(3)</sup>	uuuq quuu <sup>(3)</sup>
FSR	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORTA	873	874	876	877	--0x 0000	--0u 0000	--uu uuuu
PORTB	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORTC	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORTD	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORTE	873	874	876	877	---- -xxx	---- -uuu	---- -uuu
PCLATH	873	874	876	877	---0 0000	---0 0000	---u uuuu
INTCON	873	874	876	877	0000 000x	0000 000u	uuuu uuuu <sup>(1)</sup>
PIR1	873	874	876	877	r000 0000	r000 0000	ruuu uuuu <sup>(1)</sup>
	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu <sup>(1)</sup>
PIR2	873	874	876	877	-r-0 0--0	-r-0 0--0	-r-u u--u <sup>(1)</sup>
TMR1L	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
TMR1H	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
T1CON	873	874	876	877	--00 0000	--uu uuuu	--uu uuuu
TMR2	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
T2CON	873	874	876	877	-000 0000	-000 0000	-uuu uuuu
SSPBUF	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
SSPCON	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
CCPR1L	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
CCPR1H	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
CCP1CON	873	874	876	877	--00 0000	--00 0000	--uu uuuu
RCSTA	873	874	876	877	0000 000x	0000 000x	uuuu uuuu
TXREG	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
RCREG	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
CCPR2L	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
CCPR2H	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
CCP2CON	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
ADRESH	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
ADCON0	873	874	876	877	0000 00-0	0000 00-0	uuuu uu-u
OPTION_REG	873	874	876	877	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
TRISA	873	874	876	877	--11 1111	--11 1111	--uu uuuu
TRISB	873	874	876	877	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
TRISC	873	874	876	877	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
TRISD	873	874	876	877	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
TRISE	873	874	876	877	0000 -111	0000 -111	uuuu -uuu
PIE1	873	874	876	877	r000 0000	r000 0000	ruuu uuuu
	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu

Legend: u = unchanged, x = unknown, - = unimplemented bit, read as '0', q = value depends on condition, r = reserved, maintain clear

**Note 1:** One or more bits in INTCON, PIR1 and/or PIR2 will be affected (to cause wake-up).

**Note 2:** When the wake-up is due to an interrupt and the GIE bit is set, the PC is loaded with the interrupt vector (0004h).

**Note 3:** See Table 12-5 for RESET value for specific condition.

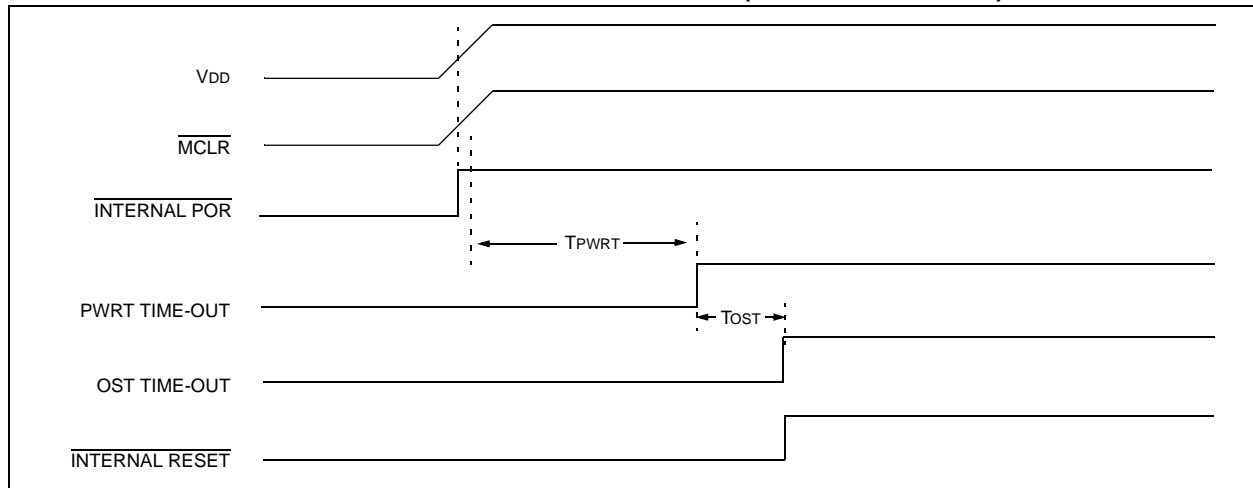
**TABLE 12-6: INITIALIZATION CONDITIONS FOR ALL REGISTERS (CONTINUED)**

Register	Devices				Power-on Reset, Brown-out Reset	MCLR Resets, WDT Reset	Wake-up via WDT or Interrupt
PIE2	873	874	876	877	-r-0 0--0	-r-0 0--0	-r-u u--u
PCON	873	874	876	877	---- --qq	---- --uu	---- --uu
PR2	873	874	876	877	1111 1111	1111 1111	1111 1111
SSPADD	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
SSPSTAT	873	874	876	877	--00 0000	--00 0000	--uu uuuu
TXSTA	873	874	876	877	0000 -010	0000 -010	uuuu -uuu
SPBRG	873	874	876	877	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
ADRESL	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
ADCON1	873	874	876	877	0--- 0000	0--- 0000	u--- uuuu
EEDATA	873	874	876	877	0--- 0000	0--- 0000	u--- uuuu
EEADR	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
EEDATH	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
EEADRH	873	874	876	877	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
EECON1	873	874	876	877	x--- x000	u--- u000	u--- uuuu
EECON2	873	874	876	877	---- ----	---- ----	---- ----

Legend: u = unchanged, x = unknown, - = unimplemented bit, read as '0', q = value depends on condition, r = reserved, maintain clear

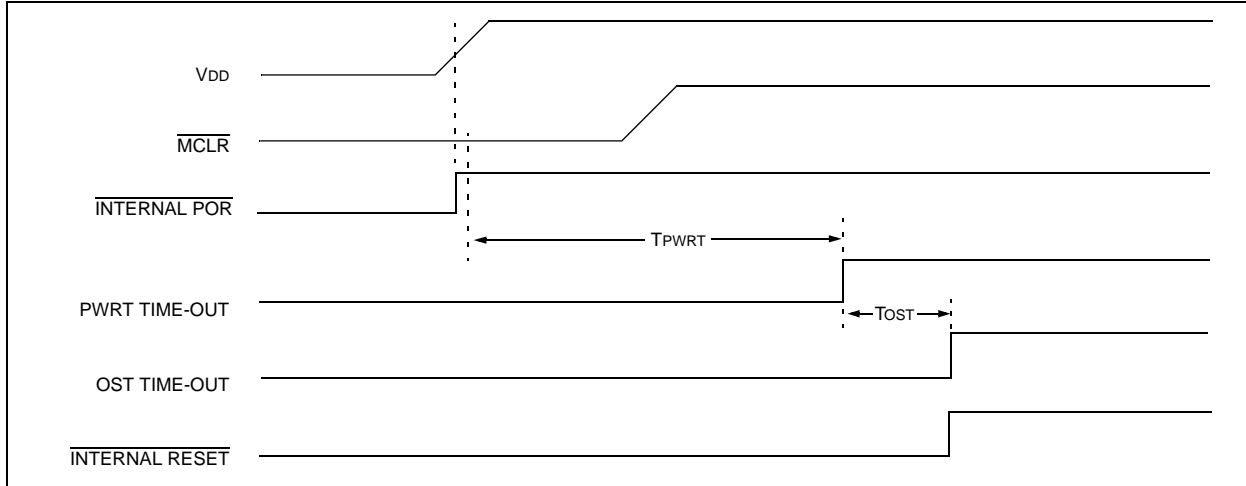
- Note 1:** One or more bits in INTCON, PIR1 and/or PIR2 will be affected (to cause wake-up).  
**Note 2:** When the wake-up is due to an interrupt and the GIE bit is set, the PC is loaded with the interrupt vector (0004h).  
**Note 3:** See Table 12-5 for RESET value for specific condition.

**FIGURE 12-5: TIME-OUT SEQUENCE ON POWER-UP (MCLR TIED TO VDD)**

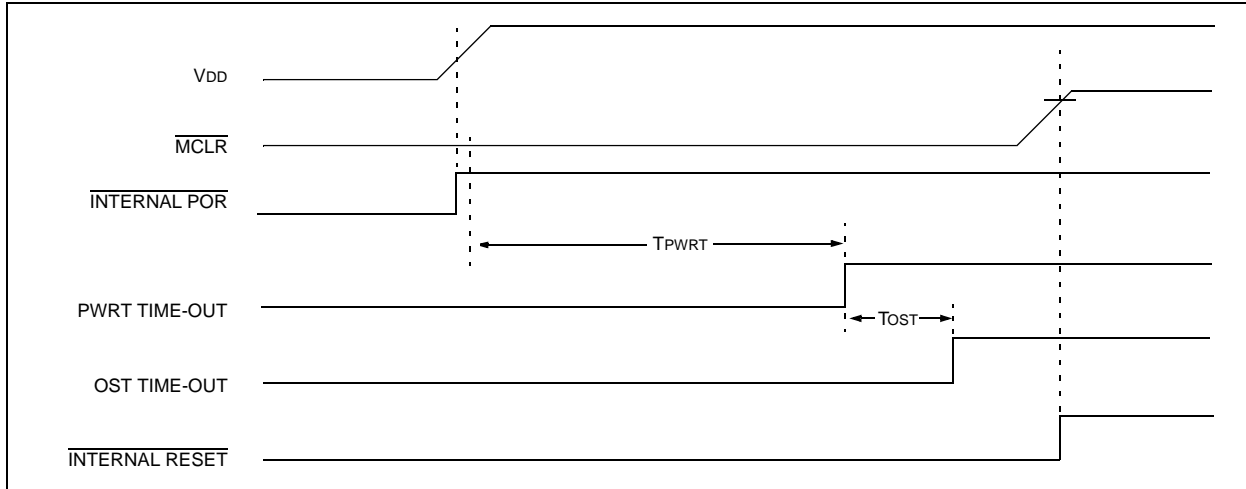


# PIC16F87X

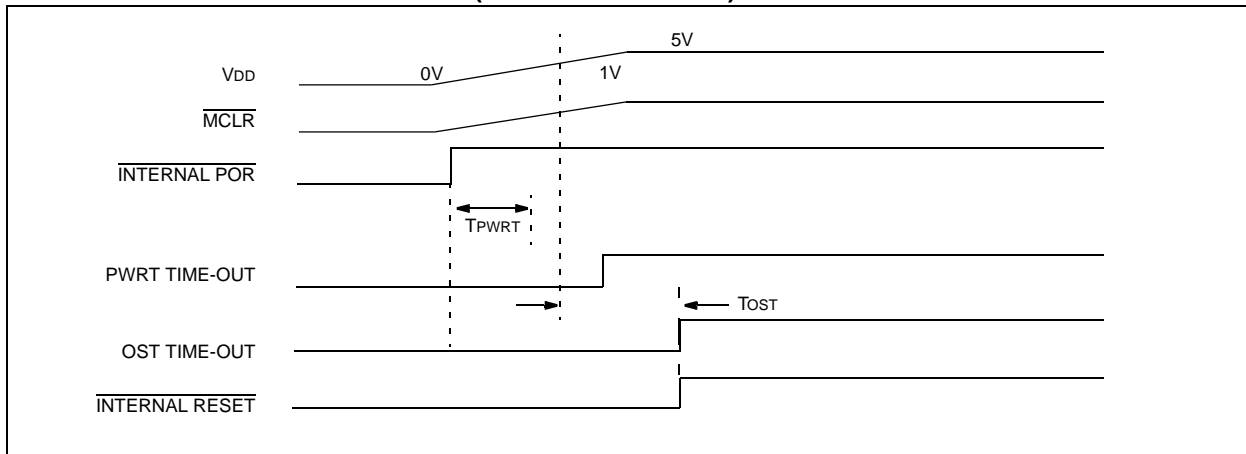
**FIGURE 12-6: TIME-OUT SEQUENCE ON POWER-UP ( $\overline{\text{MCLR}}$  NOT TIED TO  $V_{DD}$ ): CASE 1**



**FIGURE 12-7: TIME-OUT SEQUENCE ON POWER-UP ( $\overline{\text{MCLR}}$  NOT TIED TO  $V_{DD}$ ): CASE 2**



**FIGURE 12-8: SLOW RISE TIME ( $\overline{\text{MCLR}}$  TIED TO  $V_{DD}$ )**



## 12.10 Interrupts

The PIC16F87X family has up to 14 sources of interrupt. The interrupt control register (INTCON) records individual interrupt requests in flag bits. It also has individual and global interrupt enable bits.

**Note:** Individual interrupt flag bits are set, regardless of the status of their corresponding mask bit, or the GIE bit.

A global interrupt enable bit, GIE (INTCON<7>) enables (if set) all unmasked interrupts, or disables (if cleared) all interrupts. When bit GIE is enabled, and an interrupt's flag bit and mask bit are set, the interrupt will vector immediately. Individual interrupts can be disabled through their corresponding enable bits in various registers. Individual interrupt bits are set, regardless of the status of the GIE bit. The GIE bit is cleared on RESET.

The "return from interrupt" instruction, RETFIE, exits the interrupt routine, as well as sets the GIE bit, which re-enables interrupts.

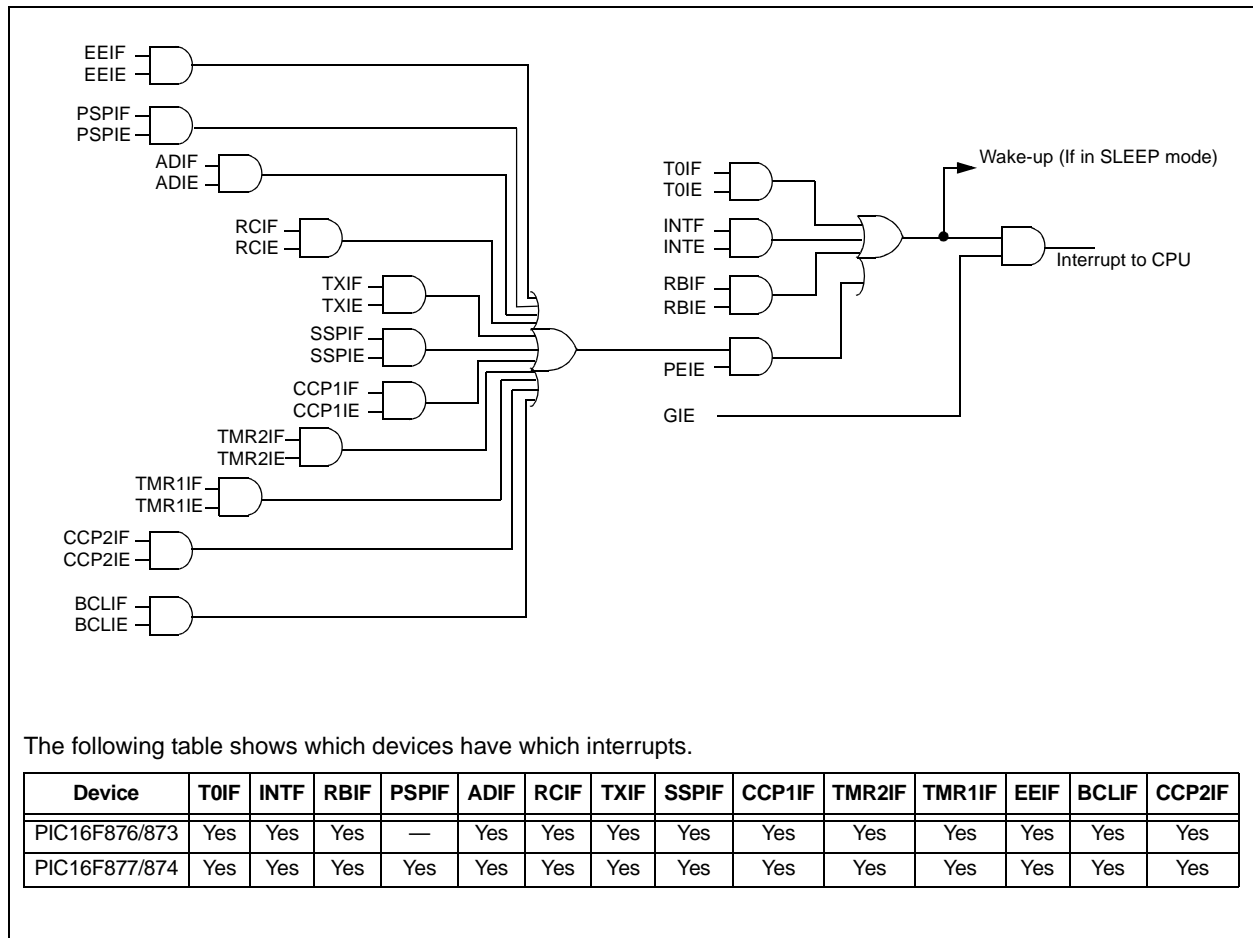
The RB0/INT pin interrupt, the RB port change interrupt, and the TMR0 overflow interrupt flags are contained in the INTCON register.

The peripheral interrupt flags are contained in the special function registers, PIR1 and PIR2. The corresponding interrupt enable bits are contained in special function registers, PIE1 and PIE2, and the peripheral interrupt enable bit is contained in special function register INTCON.

When an interrupt is responded to, the GIE bit is cleared to disable any further interrupt, the return address is pushed onto the stack and the PC is loaded with 0004h. Once in the Interrupt Service Routine, the source(s) of the interrupt can be determined by polling the interrupt flag bits. The interrupt flag bit(s) must be cleared in software before re-enabling interrupts to avoid recursive interrupts.

For external interrupt events, such as the INT pin or PORTB change interrupt, the interrupt latency will be three or four instruction cycles. The exact latency depends when the interrupt event occurs. The latency is the same for one or two-cycle instructions. Individual interrupt flag bits are set, regardless of the status of their corresponding mask bit, PEIE bit, or GIE bit.

**FIGURE 12-9: INTERRUPT LOGIC**



# PIC16F87X

## 12.10.1 INT INTERRUPT

External interrupt on the RB0/INT pin is edge triggered, either rising, if bit INTEDG (OPTION\_REG<6>) is set, or falling, if the INTEDG bit is clear. When a valid edge appears on the RB0/INT pin, flag bit INTF (INTCON<1>) is set. This interrupt can be disabled by clearing enable bit INTE (INTCON<4>). Flag bit INTF must be cleared in software in the Interrupt Service Routine before re-enabling this interrupt. The INT interrupt can wake-up the processor from SLEEP, if bit INTE was set prior to going into SLEEP. The status of global interrupt enable bit, GIE, decides whether or not the processor branches to the interrupt vector following wake-up. See Section 12.13 for details on SLEEP mode.

## 12.10.2 TMR0 INTERRUPT

An overflow (FFh → 00h) in the TMR0 register will set flag bit T0IF (INTCON<2>). The interrupt can be enabled/disabled by setting/clearing enable bit T0IE (INTCON<5>) (Section 5.0).

## 12.10.3 PORTB INTCON CHANGE

An input change on PORTB<7:4> sets flag bit RBIF (INTCON<0>). The interrupt can be enabled/disabled by setting/clearing enable bit RBIE (INTCON<4>) (Section 3.2).

## 12.11 Context Saving During Interrupts

During an interrupt, only the return PC value is saved on the stack. Typically, users may wish to save key registers during an interrupt, (i.e., W register and STATUS register). This will have to be implemented in software.

For the PIC16F873/874 devices, the register W\_TEMP must be defined in both banks 0 and 1 and must be defined at the same offset from the bank base address (i.e., If W\_TEMP is defined at 0x20 in bank 0, it must also be defined at 0xA0 in bank 1). The registers, PCLATH\_TEMP and STATUS\_TEMP, are only defined in bank 0.

Since the upper 16 bytes of each bank are common in the PIC16F876/877 devices, temporary holding registers W\_TEMP, STATUS\_TEMP, and PCLATH\_TEMP should be placed in here. These 16 locations don't require banking and therefore, make it easier for context save and restore. The same code shown in Example 12-1 can be used.

### EXAMPLE 12-1: SAVING STATUS, W, AND PCLATH REGISTERS IN RAM

```
MOVWF    W_TEMP           ;Copy W to TEMP register
SWAPF    STATUS,W         ;Swap status to be saved into W
CLRF     STATUS           ;bank 0, regardless of current bank, Clears IRP,RP1,RP0
MOVWF    STATUS_TEMP      ;Save status to bank zero STATUS_TEMP register
MOVF     PCLATH, W        ;Only required if using pages 1, 2 and/or 3
MOVWF    PCLATH_TEMP      ;Save PCLATH into W
CLRF     PCLATH           ;Page zero, regardless of current page
:
:(ISR)                               ;(Insert user code here)
:
MOVF     PCLATH_TEMP, W   ;Restore PCLATH
MOVWF    PCLATH           ;Move W into PCLATH
SWAPF    STATUS_TEMP,W   ;Swap STATUS_TEMP register into W
; (sets bank to original state)
MOVWF    STATUS           ;Move W into STATUS register
SWAPF    W_TEMP, F       ;Swap W_TEMP
SWAPF    W_TEMP, W       ;Swap W_TEMP into W
```

## 12.12 Watchdog Timer (WDT)

The Watchdog Timer is a free running on-chip RC oscillator which does not require any external components. This RC oscillator is separate from the RC oscillator of the OSC1/CLKIN pin. That means that the WDT will run, even if the clock on the OSC1/CLKIN and OSC2/CLKOUT pins of the device has been stopped, for example, by execution of a SLEEP instruction.

During normal operation, a WDT time-out generates a device RESET (Watchdog Timer Reset). If the device is in SLEEP mode, a WDT time-out causes the device to wake-up and continue with normal operation (Watchdog Timer Wake-up). The  $\overline{TO}$  bit in the STATUS register will be cleared upon a Watchdog Timer time-out.

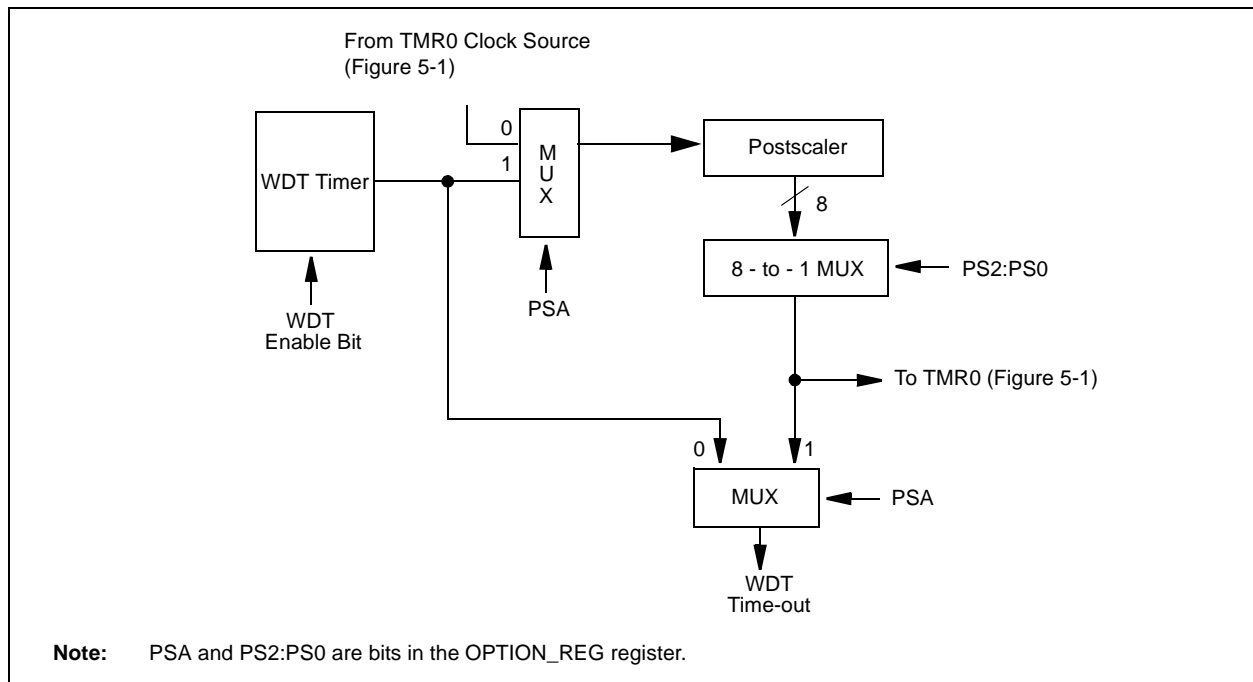
The WDT can be permanently disabled by clearing configuration bit WDTE (Section 12.1).

WDT time-out period values may be found in the Electrical Specifications section under parameter #31. Values for the WDT prescaler (actually a postscaler, but shared with the Timer0 prescaler) may be assigned using the OPTION\_REG register.

**Note 1:** The CLRWDT and SLEEP instructions clear the WDT and the postscaler, if assigned to the WDT, and prevent it from timing out and generating a device RESET condition.

**2:** When a CLRWDT instruction is executed and the prescaler is assigned to the WDT, the prescaler count will be cleared, but the prescaler assignment is not changed.

**FIGURE 12-10: WATCHDOG TIMER BLOCK DIAGRAM**



**TABLE 12-7: SUMMARY OF WATCHDOG TIMER REGISTERS**

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
2007h	Config. bits	(1)	BODEN <sup>(1)</sup>	CP1	CP0	$\overline{PWRTE}$ <sup>(1)</sup>	WDTE	FOSC1	FOSC0
81h,181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0

Legend: Shaded cells are not used by the Watchdog Timer.

**Note 1:** See Register 12-1 for operation of these bits.



# PIC16F87X

## 12.13 Power-down Mode (SLEEP)

Power-down mode is entered by executing a `SLEEP` instruction.

If enabled, the Watchdog Timer will be cleared but keeps running, the  $\overline{PD}$  bit (`STATUS<3>`) is cleared, the  $\overline{TO}$  (`STATUS<4>`) bit is set, and the oscillator driver is turned off. The I/O ports maintain the status they had before the `SLEEP` instruction was executed (driving high, low, or hi-impedance).

For lowest current consumption in this mode, place all I/O pins at either  $V_{DD}$  or  $V_{SS}$ , ensure no external circuitry is drawing current from the I/O pin, power-down the A/D and disable external clocks. Pull all I/O pins that are hi-impedance inputs, high or low externally, to avoid switching currents caused by floating inputs. The `T0CKI` input should also be at  $V_{DD}$  or  $V_{SS}$  for lowest current consumption. The contribution from on-chip pull-ups on `PORTB` should also be considered.

The  $\overline{MCLR}$  pin must be at a logic high level ( $V_{IHMC}$ ).

### 12.13.1 WAKE-UP FROM SLEEP

The device can wake-up from `SLEEP` through one of the following events:

1. External `RESET` input on  $\overline{MCLR}$  pin.
2. Watchdog Timer Wake-up (if `WDT` was enabled).
3. Interrupt from `INT` pin, `RB` port change or peripheral interrupt.

External  $\overline{MCLR}$  Reset will cause a device `RESET`. All other events are considered a continuation of program execution and cause a "wake-up". The  $\overline{TO}$  and  $\overline{PD}$  bits in the `STATUS` register can be used to determine the cause of device `RESET`. The  $\overline{PD}$  bit, which is set on power-up, is cleared when `SLEEP` is invoked. The  $\overline{TO}$  bit is cleared if a `WDT` time-out occurred and caused wake-up.

The following peripheral interrupts can wake the device from `SLEEP`:

1. `PSP` read or write (`PIC16F874/877` only).
2. `TMR1` interrupt. `Timer1` must be operating as an asynchronous counter.
3. `CCP` Capture mode interrupt.
4. Special event trigger (`Timer1` in Asynchronous mode using an external clock).
5. `SSP` (`START/STOP`) bit detect interrupt.
6. `SSP` transmit or receive in Slave mode (`SPI/I2C`).
7. `USART` `RX` or `TX` (Synchronous Slave mode).
8. A/D conversion (when A/D clock source is `RC`).
9. `EEPROM` write operation completion

Other peripherals cannot generate interrupts since during `SLEEP`, no on-chip clocks are present.

When the `SLEEP` instruction is being executed, the next instruction (`PC + 1`) is pre-fetched. For the device to wake-up through an interrupt event, the corresponding interrupt enable bit must be set (enabled). Wake-up is regardless of the state of the `GIE` bit. If the `GIE` bit is clear (disabled), the device continues execution at the instruction after the `SLEEP` instruction. If the `GIE` bit is set (enabled), the device executes the instruction after the `SLEEP` instruction and then branches to the interrupt address (`0004h`). In cases where the execution of the instruction following `SLEEP` is not desirable, the user should have a `NOP` after the `SLEEP` instruction.

### 12.13.2 WAKE-UP USING INTERRUPTS

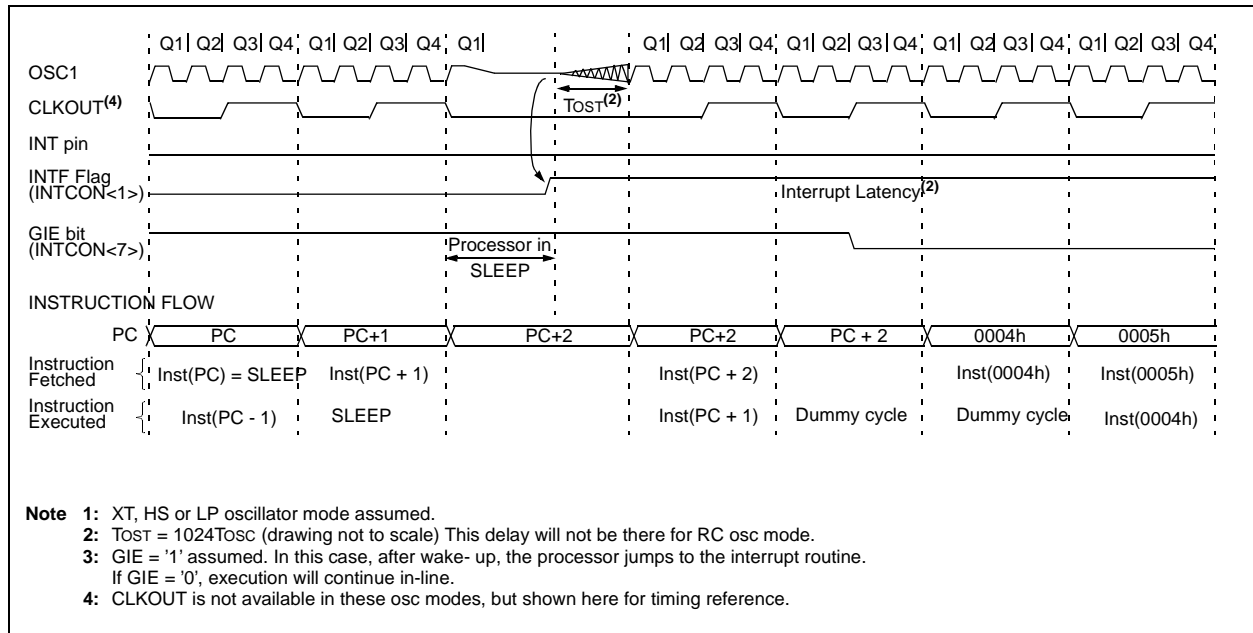
When global interrupts are disabled (`GIE` cleared) and any interrupt source has both its interrupt enable bit and interrupt flag bit set, one of the following will occur:

- If the interrupt occurs **before** the execution of a `SLEEP` instruction, the `SLEEP` instruction will complete as a `NOP`. Therefore, the `WDT` and `WDT` postscaler will not be cleared, the  $\overline{TO}$  bit will not be set and  $\overline{PD}$  bits will not be cleared.
- If the interrupt occurs **during or after** the execution of a `SLEEP` instruction, the device will immediately wake-up from `SLEEP`. The `SLEEP` instruction will be completely executed before the wake-up. Therefore, the `WDT` and `WDT` postscaler will be cleared, the  $\overline{TO}$  bit will be set and the  $\overline{PD}$  bit will be cleared.

Even if the flag bits were checked before executing a `SLEEP` instruction, it may be possible for flag bits to become set before the `SLEEP` instruction completes. To determine whether a `SLEEP` instruction executed, test the  $\overline{PD}$  bit. If the  $\overline{PD}$  bit is set, the `SLEEP` instruction was executed as a `NOP`.

To ensure that the `WDT` is cleared, a `CLRWDT` instruction should be executed before a `SLEEP` instruction.

**FIGURE 12-11: WAKE-UP FROM SLEEP THROUGH INTERRUPT**



## 12.14 In-Circuit Debugger

When the DEBUG bit in the configuration word is programmed to a '0', the In-Circuit Debugger functionality is enabled. This function allows simple debugging functions when used with MPLAB® ICD. When the microcontroller has this feature enabled, some of the resources are not available for general use. Table 12-8 shows which features are consumed by the background debugger.

**TABLE 12-8: DEBUGGER RESOURCES**

I/O pins	RB6, RB7
Stack	1 level
Program Memory	Address 0000h must be NOP Last 100h words
Data Memory	0x070 (0x0F0, 0x170, 0x1F0) 0x1EB - 0x1EF

To use the In-Circuit Debugger function of the microcontroller, the design must implement In-Circuit Serial Programming connections to MCLR/VPP, VDD, GND, RB7 and RB6. This will interface to the In-Circuit Debugger module available from Microchip, or one of the third party development tool companies.

## 12.15 Program Verification/Code Protection

If the code protection bit(s) have not been programmed, the on-chip program memory can be read out for verification purposes.

## 12.16 ID Locations

Four memory locations (2000h - 2003h) are designated as ID locations, where the user can store checksum or other code identification numbers. These locations are not accessible during normal execution, but are readable and writable during program/verify. It is recommended that only the 4 Least Significant bits of the ID location are used.

# PIC16F87X

## 12.17 In-Circuit Serial Programming

PIC16F87X microcontrollers can be serially programmed while in the end application circuit. This is simply done with two lines for clock and data and three other lines for power, ground, and the programming voltage. This allows customers to manufacture boards with unprogrammed devices, and then program the microcontroller just before shipping the product. This also allows the most recent firmware, or a custom firmware to be programmed.

When using ICSP, the part must be supplied at 4.5V to 5.5V, if a bulk erase will be executed. This includes reprogramming of the code protect, both from an on-state to off-state. For all other cases of ICSP, the part may be programmed at the normal operating voltages. This means calibration values, unique user IDs, or user code can be reprogrammed or added.

For complete details of serial programming, please refer to the EEPROM Memory Programming Specification for the PIC16F87X (DS39025).

## 12.18 Low Voltage ICSP Programming

The LVP bit of the configuration word enables low voltage ICSP programming. This mode allows the microcontroller to be programmed via ICSP using a  $V_{DD}$  source in the operating voltage range. This only means that  $V_{PP}$  does not have to be brought to  $V_{IHH}$ , but can instead be left at the normal operating voltage. In this mode, the RB3/PGM pin is dedicated to the programming function and ceases to be a general purpose I/O pin. During programming,  $V_{DD}$  is applied to the  $\overline{MCLR}$  pin. To enter Programming mode,  $V_{DD}$  must be applied to the RB3/PGM, provided the LVP bit is set. The LVP bit defaults to on ('1') from the factory.

**Note 1:** The High Voltage Programming mode is always available, regardless of the state of the LVP bit, by applying  $V_{IHH}$  to the  $\overline{MCLR}$  pin.

**2:** While in Low Voltage ICSP mode, the RB3 pin can no longer be used as a general purpose I/O pin.

**3:** When using low voltage ICSP programming (LVP) and the pull-ups on PORTB are enabled, bit 3 in the TRISB register must be cleared to disable the pull-up on RB3 and ensure the proper operation of the device.

**4:** RB3 should not be allowed to float if LVP is enabled. An external pull-down device should be used to default the device to normal operating mode. If RB3 floats high, the PIC16F87X device will enter Programming mode.

**5:** LVP mode is enabled by default on all devices shipped from Microchip. It can be disabled by clearing the LVP bit in the CONFIG register.

**6:** Disabling LVP will provide maximum compatibility to other PIC16CXXX devices.

If Low Voltage Programming mode is not used, the LVP bit can be programmed to a '0' and RB3/PGM becomes a digital I/O pin. However, the LVP bit may only be programmed when programming is entered with  $V_{IHH}$  on  $\overline{MCLR}$ . The LVP bit can only be changed when using high voltage on  $\overline{MCLR}$ .

It should be noted, that once the LVP bit is programmed to 0, only the High Voltage Programming mode is available and only High Voltage Programming mode can be used to program the device.

When using low voltage ICSP, the part must be supplied at 4.5V to 5.5V, if a bulk erase will be executed. This includes reprogramming of the code protect bits from an on-state to off-state. For all other cases of low voltage ICSP, the part may be programmed at the normal operating voltage. This means calibration values, unique user IDs, or user code can be reprogrammed or added.

## 13.0 INSTRUCTION SET SUMMARY

Each PIC16F87X instruction is a 14-bit word, divided into an OPCODE which specifies the instruction type and one or more operands which further specify the operation of the instruction. The PIC16F87X instruction set summary in Table 13-2 lists **byte-oriented**, **bit-oriented**, and **literal and control** operations. Table 13-1 shows the opcode field descriptions.

For **byte-oriented** instructions, 'f' represents a file register designator and 'd' represents a destination designator. The file register designator specifies which file register is to be used by the instruction.

The destination designator specifies where the result of the operation is to be placed. If 'd' is zero, the result is placed in the W register. If 'd' is one, the result is placed in the file register specified in the instruction.

For **bit-oriented** instructions, 'b' represents a bit field designator which selects the number of the bit affected by the operation, while 'f' represents the address of the file in which the bit is located.

For **literal and control** operations, 'k' represents an eight or eleven bit constant or literal value.

**TABLE 13-1: OPCODE FIELD DESCRIPTIONS**

Field	Description
f	Register file address (0x00 to 0x7F)
w	Working register (accumulator)
b	Bit address within an 8-bit file register
k	Literal field, constant data or label
x	Don't care location (= 0 or 1). The assembler will generate code with x = 0. It is the recommended form of use for compatibility with all Microchip software tools.
d	Destination select; d = 0: store result in W, d = 1: store result in file register f. Default is d = 1.
PC	Program Counter
TO	Time-out bit
PD	Power-down bit

The instruction set is highly orthogonal and is grouped into three basic categories:

- **Byte-oriented** operations
- **Bit-oriented** operations
- **Literal and control** operations

All instructions are executed within one single instruction cycle, unless a conditional test is true or the program counter is changed as a result of an instruction. In this case, the execution takes two instruction cycles with the second cycle executed as a NOP. One instruction cycle consists of four oscillator periods. Thus, for an oscillator frequency of 4 MHz, the normal instruction execution time is 1  $\mu$ s. If a conditional test is true, or the program counter is changed as a result of an instruction, the instruction execution time is 2  $\mu$ s.

Table 13-2 lists the instructions recognized by the MPASM™ assembler.

Figure 13-1 shows the general formats that the instructions can have.

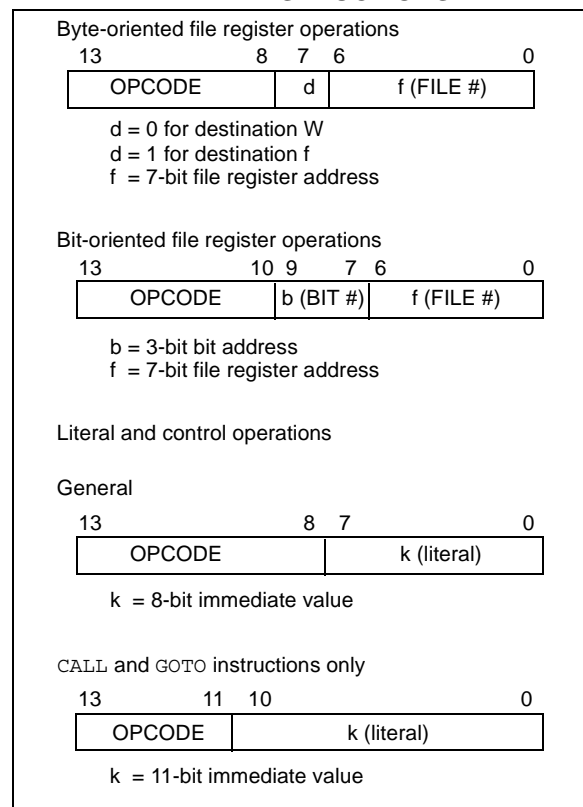
**Note:** To maintain upward compatibility with future PIC16F87X products, do not use the OPTION and TRIS instructions.

All examples use the following format to represent a hexadecimal number:

0xhh

where h signifies a hexadecimal digit.

**FIGURE 13-1: GENERAL FORMAT FOR INSTRUCTIONS**



A description of each instruction is available in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

# PIC16F87X

**TABLE 13-2: PIC16F87X INSTRUCTION SET**

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode			Status Affected	Notes
			MSb	LSb			
<b>BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>							
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111 dfff ffff	C,DC,Z	1,2
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101 dfff ffff	Z	1,2
CLRF	f	Clear f	1	00	0001 1fff ffff	Z	2
CLRW	-	Clear W	1	00	0001 0xxx xxxx	Z	
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001 dfff ffff	Z	1,2
DECf	f, d	Decrement f	1	00	0011 dfff ffff	Z	1,2
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011 dfff ffff		1,2,3
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010 dfff ffff	Z	1,2
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111 dfff ffff		1,2,3
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100 dfff ffff	Z	1,2
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000 dfff ffff	Z	1,2
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000 1fff ffff		
NOP	-	No Operation	1	00	0000 0xx0 0000		
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101 dfff ffff	C	1,2
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100 dfff ffff	C	1,2
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010 dfff ffff	C,DC,Z	1,2
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110 dfff ffff		1,2
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110 dfff ffff	Z	1,2
<b>BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>							
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb bfff ffff		1,2
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb bfff ffff		1,2
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb bfff ffff		3
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb bfff ffff		3
<b>LITERAL AND CONTROL OPERATIONS</b>							
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x kkkk kkkk	C,DC,Z	
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001 kkkk kkkk	Z	
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk kkkk kkkk		
CLRWD <sub>T</sub>	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000 0110 0100	$\overline{TO,PD}$	
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk kkkk kkkk		
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000 kkkk kkkk	Z	
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx kkkk kkkk		
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000 0000 1001		
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	01xx kkkk kkkk		
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000 0000 1000		
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000 0110 0011	$\overline{TO,PD}$	
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x kkkk kkkk	C,DC,Z	
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010 kkkk kkkk	Z	

- Note 1:** When an I/O register is modified as a function of itself ( e.g., MOVF PORTB, 1), the value used will be that value present on the pins themselves. For example, if the data latch is '1' for a pin configured as input and is driven low by an external device, the data will be written back with a '0'.
- 2:** If this instruction is executed on the TMR0 register (and, where applicable, d = 1), the prescaler will be cleared if assigned to the Timer0 module.
- 3:** If Program Counter (PC) is modified, or a conditional test is true, the instruction requires two cycles. The second cycle is executed as a NOP.

**Note:** Additional information on the mid-range instruction set is available in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

## 13.1 Instruction Descriptions

### **ADDLW**      **Add Literal and W**

**Syntax:**            *[label]* ADDLW    *k*

**Operands:**         $0 \leq k \leq 255$

**Operation:**         $(W) + k \rightarrow (W)$

**Status Affected:**    C, DC, Z

**Description:**      The contents of the W register are added to the eight bit literal 'k' and the result is placed in the W register.

### **ADDWF**      **Add W and f**

**Syntax:**            *[label]* ADDWF    *f,d*

**Operands:**         $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

**Operation:**         $(W) + (f) \rightarrow (\text{destination})$

**Status Affected:**    C, DC, Z

**Description:**      Add the contents of the W register with register 'f'. If 'd' is 0, the result is stored in the W register. If 'd' is 1, the result is stored back in register 'f'.

### **ANDLW**      **AND Literal with W**

**Syntax:**            *[label]* ANDLW    *k*

**Operands:**         $0 \leq k \leq 255$

**Operation:**         $(W) .\text{AND.} (k) \rightarrow (W)$

**Status Affected:**    Z

**Description:**      The contents of W register are AND'ed with the eight bit literal 'k'. The result is placed in the W register.

### **ANDWF**      **AND W with f**

**Syntax:**            *[label]* ANDWF    *f,d*

**Operands:**         $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

**Operation:**         $(W) .\text{AND.} (f) \rightarrow (\text{destination})$

**Status Affected:**    Z

**Description:**      AND the W register with register 'f'. If 'd' is 0, the result is stored in the W register. If 'd' is 1, the result is stored back in register 'f'.

### **BCF**            **Bit Clear f**

**Syntax:**            *[label]* BCF      *f,b*

**Operands:**         $0 \leq f \leq 127$   
 $0 \leq b \leq 7$

**Operation:**         $0 \rightarrow (f<b>)$

**Status Affected:**    None

**Description:**      Bit 'b' in register 'f' is cleared.

### **BSF**            **Bit Set f**

**Syntax:**            *[label]* BSF      *f,b*

**Operands:**         $0 \leq f \leq 127$   
 $0 \leq b \leq 7$

**Operation:**         $1 \rightarrow (f<b>)$

**Status Affected:**    None

**Description:**      Bit 'b' in register 'f' is set.

### **BTFSS**        **Bit Test f, Skip if Set**

**Syntax:**            *[label]* BTFSS    *f,b*

**Operands:**         $0 \leq f \leq 127$   
 $0 \leq b < 7$

**Operation:**        skip if  $(f<b>) = 1$

**Status Affected:**    None

**Description:**      If bit 'b' in register 'f' is '0', the next instruction is executed. If bit 'b' is '1', then the next instruction is discarded and a NOP is executed instead, making this a 2TCY instruction.

### **BTFSC**        **Bit Test, Skip if Clear**

**Syntax:**            *[label]* BTFSC    *f,b*

**Operands:**         $0 \leq f \leq 127$   
 $0 \leq b \leq 7$

**Operation:**        skip if  $(f<b>) = 0$

**Status Affected:**    None

**Description:**      If bit 'b' in register 'f' is '1', the next instruction is executed. If bit 'b', in register 'f', is '0', the next instruction is discarded, and a NOP is executed instead, making this a 2TCY instruction.

# PIC16F87X

---

---

## **CALL**                      **Call Subroutine**

---

Syntax:                    [ *label* ] CALL k  
Operands:                 $0 \leq k \leq 2047$   
Operation:                (PC)+ 1 → TOS,  
                              k → PC<10:0>,  
                              (PCLATH<4:3>) → PC<12:11>  
Status Affected:        None  
Description:              Call Subroutine. First, return address (PC+1) is pushed onto the stack. The eleven-bit immediate address is loaded into PC bits <10:0>. The upper bits of the PC are loaded from PCLATH. CALL is a two-cycle instruction.

## **CLRF**                      **Clear f**

---

Syntax:                    [ *label* ] CLRF f  
Operands:                 $0 \leq f \leq 127$   
Operation:                00h → (f)  
                              1 → Z  
Status Affected:        Z  
Description:              The contents of register 'f' are cleared and the Z bit is set.

## **CLRW**                      **Clear W**

---

Syntax:                    [ *label* ] CLRW  
Operands:                None  
Operation:                00h → (W)  
                              1 → Z  
Status Affected:        Z  
Description:              W register is cleared. Zero bit (Z) is set.

## **CLRWDT**                  **Clear Watchdog Timer**

---

Syntax:                    [ *label* ] CLRWDT  
Operands:                None  
Operation:                00h → WDT  
                              0 → WDT prescaler,  
                              1 →  $\overline{TO}$   
                              1 →  $\overline{PD}$   
Status Affected:         $\overline{TO}$ ,  $\overline{PD}$   
Description:              CLRWDT instruction resets the Watchdog Timer. It also resets the prescaler of the WDT. Status bits  $\overline{TO}$  and  $\overline{PD}$  are set.

## **COMF**                      **Complement f**

---

Syntax:                    [ *label* ] COMF f,d  
Operands:                 $0 \leq f \leq 127$   
                              d ∈ [0,1]  
Operation:                ( $\bar{f}$ ) → (destination)  
Status Affected:        Z  
Description:              The contents of register 'f' are complemented. If 'd' is 0, the result is stored in W. If 'd' is 1, the result is stored back in register 'f'.

## **DECf**                      **Decrement f**

---

Syntax:                    [ *label* ] DECf f,d  
Operands:                 $0 \leq f \leq 127$   
                              d ∈ [0,1]  
Operation:                (f) - 1 → (destination)  
Status Affected:        Z  
Description:              Decrement register 'f'. If 'd' is 0, the result is stored in the W register. If 'd' is 1, the result is stored back in register 'f'.

---

## DECFSZ      Decrement f, Skip if 0

---

Syntax:      [ *label* ] DECFSZ f,d

Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

Operation:     $(f) - 1 \rightarrow (\text{destination})$ ;  
 skip if result = 0

Status Affected: None

Description:    The contents of register 'f' are decremented. If 'd' is 0, the result is placed in the W register. If 'd' is 1, the result is placed back in register 'f'.  
 If the result is 1, the next instruction is executed. If the result is 0, then a NOP is executed instead making it a 2TCY instruction.

---

## INCFSZ      Increment f, Skip if 0

---

Syntax:      [ *label* ] INCFSZ f,d

Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

Operation:     $(f) + 1 \rightarrow (\text{destination})$ ,  
 skip if result = 0

Status Affected: None

Description:    The contents of register 'f' are incremented. If 'd' is 0, the result is placed in the W register. If 'd' is 1, the result is placed back in register 'f'.  
 If the result is 1, the next instruction is executed. If the result is 0, a NOP is executed instead, making it a 2TCY instruction.

---

## GOTO      Unconditional Branch

---

Syntax:      [ *label* ] GOTO k

Operands:     $0 \leq k \leq 2047$

Operation:     $k \rightarrow \text{PC}\langle 10:0 \rangle$   
 $\text{PCLATH}\langle 4:3 \rangle \rightarrow \text{PC}\langle 12:11 \rangle$

Status Affected: None

Description:    GOTO is an unconditional branch. The eleven-bit immediate value is loaded into PC bits  $\langle 10:0 \rangle$ . The upper bits of PC are loaded from PCLATH $\langle 4:3 \rangle$ . GOTO is a two-cycle instruction.

---

## IORLW      Inclusive OR Literal with W

---

Syntax:      [ *label* ] IORLW k

Operands:     $0 \leq k \leq 255$

Operation:     $(W) .OR. k \rightarrow (W)$

Status Affected: Z

Description:    The contents of the W register are OR'ed with the eight bit literal 'k'. The result is placed in the W register.

---

## INCF      Increment f

---

Syntax:      [ *label* ] INCF f,d

Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

Operation:     $(f) + 1 \rightarrow (\text{destination})$

Status Affected: Z

Description:    The contents of register 'f' are incremented. If 'd' is 0, the result is placed in the W register. If 'd' is 1, the result is placed back in register 'f'.

---

## IORWF      Inclusive OR W with f

---

Syntax:      [ *label* ] IORWF f,d

Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

Operation:     $(W) .OR. (f) \rightarrow (\text{destination})$

Status Affected: Z

Description:    Inclusive OR the W register with register 'f'. If 'd' is 0 the result is placed in the W register. If 'd' is 1 the result is placed back in register 'f'.



# PIC16F87X

---

---

## **MOVF**      **Move f**

---

Syntax:      [*label*] MOVF f,d  
Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
               $d \in [0,1]$   
Operation:    (f) → (destination)  
Status Affected: Z  
Description:    The contents of register f are moved to a destination dependant upon the status of d. If d = 0, destination is W register. If d = 1, the destination is file register f itself. d = 1 is useful to test a file register, since status flag Z is affected.

## **NOP**      **No Operation**

---

Syntax:      [*label*] NOP  
Operands:    None  
Operation:    No operation  
Status Affected: None  
Description:    No operation.

## **MOVLW**      **Move Literal to W**

---

Syntax:      [*label*] MOVLW k  
Operands:     $0 \leq k \leq 255$   
Operation:     $k \rightarrow (W)$   
Status Affected: None  
Description:    The eight bit literal 'k' is loaded into W register. The don't cares will assemble as 0's.

## **RETFIE**      **Return from Interrupt**

---

Syntax:      [*label*] RETFIE  
Operands:    None  
Operation:    TOS → PC,  
              1 → GIE  
Status Affected: None

## **MOVWF**      **Move W to f**

---

Syntax:      [*label*] MOVWF f  
Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
Operation:    (W) → (f)  
Status Affected: None  
Description:    Move data from W register to register 'f'.

## **RETLW**      **Return with Literal in W**

---

Syntax:      [*label*] RETLW k  
Operands:     $0 \leq k \leq 255$   
Operation:     $k \rightarrow (W)$ ;  
              TOS → PC  
Status Affected: None  
Description:    The W register is loaded with the eight bit literal 'k'. The program counter is loaded from the top of the stack (the return address). This is a two-cycle instruction.

## RLF Rotate Left f through Carry

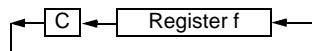
**Syntax:** [ *label* ] RLF f,d

**Operands:**  $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

**Operation:** See description below

**Status Affected:** C

**Description:** The contents of register 'f' are rotated one bit to the left through the Carry Flag. If 'd' is 0, the result is placed in the W register. If 'd' is 1, the result is stored back in register 'f'.



## SLEEP

**Syntax:** [ *label* ] SLEEP

**Operands:** None

**Operation:** 00h → WDT,  
 0 → WDT prescaler,  
 1 →  $\overline{TO}$ ,  
 0 →  $\overline{PD}$

**Status Affected:**  $\overline{TO}$ ,  $\overline{PD}$

**Description:** The power-down status bit,  $\overline{PD}$  is cleared. Time-out status bit,  $\overline{TO}$  is set. Watchdog Timer and its prescaler are cleared. The processor is put into SLEEP mode with the oscillator stopped.

## RETURN Return from Subroutine

**Syntax:** [ *label* ] RETURN

**Operands:** None

**Operation:** TOS → PC

**Status Affected:** None

**Description:** Return from subroutine. The stack is POPed and the top of the stack (TOS) is loaded into the program counter. This is a two-cycle instruction.

## SUBLW Subtract W from Literal

**Syntax:** [ *label* ] SUBLW k

**Operands:**  $0 \leq k \leq 255$

**Operation:**  $k - (W) \rightarrow (W)$

**Status Affected:** C, DC, Z

**Description:** The W register is subtracted (2's complement method) from the eight-bit literal 'k'. The result is placed in the W register.

## RRF Rotate Right f through Carry

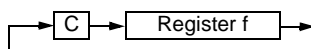
**Syntax:** [ *label* ] RRF f,d

**Operands:**  $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

**Operation:** See description below

**Status Affected:** C

**Description:** The contents of register 'f' are rotated one bit to the right through the Carry Flag. If 'd' is 0, the result is placed in the W register. If 'd' is 1, the result is placed back in register 'f'.



## SUBWF Subtract W from f

**Syntax:** [ *label* ] SUBWF f,d

**Operands:**  $0 \leq f \leq 127$   
 $d \in [0,1]$

**Operation:**  $(f) - (W) \rightarrow (\text{destination})$

**Status Affected:** C, DC, Z

**Description:** Subtract (2's complement method) W register from register 'f'. If 'd' is 0, the result is stored in the W register. If 'd' is 1, the result is stored back in register 'f'.

# PIC16F87X

---

---

## **SWAPF**      **Swap Nibbles in f**

---

Syntax:      [*label*] SWAPF f,d

Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
               $d \in [0,1]$

Operation:    ( $f<3:0>$ )  $\rightarrow$  (destination<7:4>),  
              ( $f<7:4>$ )  $\rightarrow$  (destination<3:0>)

Status Affected: None

Description:    The upper and lower nibbles of register 'f' are exchanged. If 'd' is 0, the result is placed in the W register. If 'd' is 1, the result is placed in register 'f'.

## **XORWF**      **Exclusive OR W with f**

---

Syntax:      [*label*] XORWF f,d

Operands:     $0 \leq f \leq 127$   
               $d \in [0,1]$

Operation:    (W) .XOR. (f)  $\rightarrow$  (destination)

Status Affected: Z

Description:    Exclusive OR the contents of the W register with register 'f'. If 'd' is 0, the result is stored in the W register. If 'd' is 1, the result is stored back in register 'f'.

## **XORLW**      **Exclusive OR Literal with W**

---

Syntax:      [*label*] XORLW k

Operands:     $0 \leq k \leq 255$

Operation:    (W) .XOR. k  $\rightarrow$  (W)

Status Affected: Z

Description:    The contents of the W register are XOR'ed with the eight-bit literal 'k'. The result is placed in the W register.

## 14.0 DEVELOPMENT SUPPORT

The PICmicro® microcontrollers are supported with a full range of hardware and software development tools:

- Integrated Development Environment
  - MPLAB® IDE Software
- Assemblers/Compilers/Linkers
  - MPASM™ Assembler
  - MPLAB C17 and MPLAB C18 C Compilers
  - MPLINK™ Object Linker/  
MPLIB™ Object Librarian
- Simulators
  - MPLAB SIM Software Simulator
- Emulators
  - MPLAB ICE 2000 In-Circuit Emulator
  - ICEPIC™ In-Circuit Emulator
- In-Circuit Debugger
  - MPLAB ICD for PIC16F87X
- Device Programmers
  - PRO MATE® II Universal Device Programmer
  - PICSTART® Plus Entry-Level Development Programmer
- Low Cost Demonstration Boards
  - PICDEM™ 1 Demonstration Board
  - PICDEM 2 Demonstration Board
  - PICDEM 3 Demonstration Board
  - PICDEM 17 Demonstration Board
  - KEELOQ® Demonstration Board

### 14.1 MPLAB Integrated Development Environment Software

The MPLAB IDE software brings an ease of software development previously unseen in the 8-bit microcontroller market. The MPLAB IDE is a Windows®-based application that contains:

- An interface to debugging tools
  - simulator
  - programmer (sold separately)
  - emulator (sold separately)
  - in-circuit debugger (sold separately)
- A full-featured editor
- A project manager
- Customizable toolbar and key mapping
- A status bar
- On-line help

The MPLAB IDE allows you to:

- Edit your source files (either assembly or 'C')
- One touch assemble (or compile) and download to PICmicro emulator and simulator tools (automatically updates all project information)
- Debug using:
  - source files
  - absolute listing file
  - machine code

The ability to use MPLAB IDE with multiple debugging tools allows users to easily switch from the cost-effective simulator to a full-featured emulator with minimal retraining.

### 14.2 MPASM Assembler

The MPASM assembler is a full-featured universal macro assembler for all PICmicro MCU's.

The MPASM assembler has a command line interface and a Windows shell. It can be used as a stand-alone application on a Windows 3.x or greater system, or it can be used through MPLAB IDE. The MPASM assembler generates relocatable object files for the MPLINK object linker, Intel® standard HEX files, MAP files to detail memory usage and symbol reference, an absolute LST file that contains source lines and generated machine code, and a COD file for debugging.

The MPASM assembler features include:

- Integration into MPLAB IDE projects.
- User-defined macros to streamline assembly code.
- Conditional assembly for multi-purpose source files.
- Directives that allow complete control over the assembly process.

### 14.3 MPLAB C17 and MPLAB C18 C Compilers

The MPLAB C17 and MPLAB C18 Code Development Systems are complete ANSI 'C' compilers for Microchip's PIC17CXXX and PIC18CXXX family of microcontrollers, respectively. These compilers provide powerful integration capabilities and ease of use not found with other compilers.

For easier source level debugging, the compilers provide symbol information that is compatible with the MPLAB IDE memory display.

## 14.4 MPLINK Object Linker/ MPLIB Object Librarian

The MPLINK object linker combines relocatable objects created by the MPASM assembler and the MPLAB C17 and MPLAB C18 C compilers. It can also link relocatable objects from pre-compiled libraries, using directives from a linker script.

The MPLIB object librarian is a librarian for pre-compiled code to be used with the MPLINK object linker. When a routine from a library is called from another source file, only the modules that contain that routine will be linked in with the application. This allows large libraries to be used efficiently in many different applications. The MPLIB object librarian manages the creation and modification of library files.

The MPLINK object linker features include:

- Integration with MPASM assembler and MPLAB C17 and MPLAB C18 C compilers.
- Allows all memory areas to be defined as sections to provide link-time flexibility.

The MPLIB object librarian features include:

- Easier linking because single libraries can be included instead of many smaller files.
- Helps keep code maintainable by grouping related modules together.
- Allows libraries to be created and modules to be added, listed, replaced, deleted or extracted.

## 14.5 MPLAB SIM Software Simulator

The MPLAB SIM software simulator allows code development in a PC-hosted environment by simulating the PICmicro series microcontrollers on an instruction level. On any given instruction, the data areas can be examined or modified and stimuli can be applied from a file, or user-defined key press, to any of the pins. The execution can be performed in single step, execute until break, or trace mode.

The MPLAB SIM simulator fully supports symbolic debugging using the MPLAB C17 and the MPLAB C18 C compilers and the MPASM assembler. The software simulator offers the flexibility to develop and debug code outside of the laboratory environment, making it an excellent multi-project software development tool.

## 14.6 MPLAB ICE High Performance Universal In-Circuit Emulator with MPLAB IDE

The MPLAB ICE universal in-circuit emulator is intended to provide the product development engineer with a complete microcontroller design tool set for PICmicro microcontrollers (MCUs). Software control of the MPLAB ICE in-circuit emulator is provided by the MPLAB Integrated Development Environment (IDE), which allows editing, building, downloading and source debugging from a single environment.

The MPLAB ICE 2000 is a full-featured emulator system with enhanced trace, trigger and data monitoring features. Interchangeable processor modules allow the system to be easily reconfigured for emulation of different processors. The universal architecture of the MPLAB ICE in-circuit emulator allows expansion to support new PICmicro microcontrollers.

The MPLAB ICE in-circuit emulator system has been designed as a real-time emulation system, with advanced features that are generally found on more expensive development tools. The PC platform and Microsoft® Windows environment were chosen to best make these features available to you, the end user.

## 14.7 ICEPIC In-Circuit Emulator

The ICEPIC low cost, in-circuit emulator is a solution for the Microchip Technology PIC16C5X, PIC16C6X, PIC16C7X and PIC16CXXX families of 8-bit One-Time-Programmable (OTP) microcontrollers. The modular system can support different subsets of PIC16C5X or PIC16CXXX products through the use of interchangeable personality modules, or daughter boards. The emulator is capable of emulating without target application circuitry being present.

## 14.8 MPLAB ICD In-Circuit Debugger

Microchip's In-Circuit Debugger, MPLAB ICD, is a powerful, low cost, run-time development tool. This tool is based on the FLASH PIC16F87X and can be used to develop for this and other PICmicro microcontrollers from the PIC16CXXX family. The MPLAB ICD utilizes the in-circuit debugging capability built into the PIC16F87X. This feature, along with Microchip's In-Circuit Serial Programming™ protocol, offers cost-effective in-circuit FLASH debugging from the graphical user interface of the MPLAB Integrated Development Environment. This enables a designer to develop and debug source code by watching variables, single-stepping and setting break points. Running at full speed enables testing hardware in real-time.

## 14.9 PRO MATE II Universal Device Programmer

The PRO MATE II universal device programmer is a full-featured programmer, capable of operating in stand-alone mode, as well as PC-hosted mode. The PRO MATE II device programmer is CE compliant.

The PRO MATE II device programmer has programmable VDD and VPP supplies, which allow it to verify programmed memory at VDD min and VDD max for maximum reliability. It has an LCD display for instructions and error messages, keys to enter commands and a modular detachable socket assembly to support various package types. In stand-alone mode, the PRO MATE II device programmer can read, verify, or program PICmicro devices. It can also set code protection in this mode.

## 14.10 PICSTART Plus Entry Level Development Programmer

The PICSTART Plus development programmer is an easy-to-use, low cost, prototype programmer. It connects to the PC via a COM (RS-232) port. MPLAB Integrated Development Environment software makes using the programmer simple and efficient.

The PICSTART Plus development programmer supports all PICmicro devices with up to 40 pins. Larger pin count devices, such as the PIC16C92X and PIC17C76X, may be supported with an adapter socket. The PICSTART Plus development programmer is CE compliant.

## 14.11 PICDEM 1 Low Cost PICmicro Demonstration Board

The PICDEM 1 demonstration board is a simple board which demonstrates the capabilities of several of Microchip's microcontrollers. The microcontrollers supported are: PIC16C5X (PIC16C54 to PIC16C58A), PIC16C61, PIC16C62X, PIC16C71, PIC16C8X, PIC17C42, PIC17C43 and PIC17C44. All necessary hardware and software is included to run basic demo programs. The user can program the sample microcontrollers provided with the PICDEM 1 demonstration board on a PRO MATE II device programmer, or a PICSTART Plus development programmer, and easily test firmware. The user can also connect the PICDEM 1 demonstration board to the MPLAB ICE in-circuit emulator and download the firmware to the emulator for testing. A prototype area is available for the user to build some additional hardware and connect it to the microcontroller socket(s). Some of the features include an RS-232 interface, a potentiometer for simulated analog input, push button switches and eight LEDs connected to PORTB.

## 14.12 PICDEM 2 Low Cost PIC16CXX Demonstration Board

The PICDEM 2 demonstration board is a simple demonstration board that supports the PIC16C62, PIC16C64, PIC16C65, PIC16C73 and PIC16C74 microcontrollers. All the necessary hardware and software is included to run the basic demonstration programs. The user can program the sample microcontrollers provided with the PICDEM 2 demonstration board on a PRO MATE II device programmer, or a PICSTART Plus development programmer, and easily test firmware. The MPLAB ICE in-circuit emulator may also be used with the PICDEM 2 demonstration board to test firmware. A prototype area has been provided to the user for adding additional hardware and connecting it to the microcontroller socket(s). Some of the features include a RS-232 interface, push button switches, a potentiometer for simulated analog input, a serial EEPROM to demonstrate usage of the I<sup>2</sup>C™ bus and separate headers for connection to an LCD module and a keypad.

# PIC16F87X

---

## 14.13 PICDEM 3 Low Cost PIC16CXXX Demonstration Board

The PICDEM 3 demonstration board is a simple demonstration board that supports the PIC16C923 and PIC16C924 in the PLCC package. It will also support future 44-pin PLCC microcontrollers with an LCD Module. All the necessary hardware and software is included to run the basic demonstration programs. The user can program the sample microcontrollers provided with the PICDEM 3 demonstration board on a PRO MATE II device programmer, or a PICSTART Plus development programmer with an adapter socket, and easily test firmware. The MPLAB ICE in-circuit emulator may also be used with the PICDEM 3 demonstration board to test firmware. A prototype area has been provided to the user for adding hardware and connecting it to the microcontroller socket(s). Some of the features include a RS-232 interface, push button switches, a potentiometer for simulated analog input, a thermistor and separate headers for connection to an external LCD module and a keypad. Also provided on the PICDEM 3 demonstration board is a LCD panel, with 4 commons and 12 segments, that is capable of displaying time, temperature and day of the week. The PICDEM 3 demonstration board provides an additional RS-232 interface and Windows software for showing the demultiplexed LCD signals on a PC. A simple serial interface allows the user to construct a hardware demultiplexer for the LCD signals.

## 14.14 PICDEM 17 Demonstration Board

The PICDEM 17 demonstration board is an evaluation board that demonstrates the capabilities of several Microchip microcontrollers, including PIC17C752, PIC17C756A, PIC17C762 and PIC17C766. All necessary hardware is included to run basic demo programs, which are supplied on a 3.5-inch disk. A programmed sample is included and the user may erase it and program it with the other sample programs using the PRO MATE II device programmer, or the PICSTART Plus development programmer, and easily debug and test the sample code. In addition, the PICDEM 17 demonstration board supports downloading of programs to and executing out of external FLASH memory on board. The PICDEM 17 demonstration board is also usable with the MPLAB ICE in-circuit emulator, or the PICMASTER emulator and all of the sample programs can be run and modified using either emulator. Additionally, a generous prototype area is available for user hardware.

## 14.15 KEELOQ Evaluation and Programming Tools

KEELOQ evaluation and programming tools support Microchip's HCS Secure Data Products. The HCS evaluation kit includes a LCD display to show changing codes, a decoder to decode transmissions and a programming interface to program test transmitters.

**TABLE 14-1: DEVELOPMENT TOOLS FROM MICROCHIP**

Tools	PIC12CXXX	PIC14000	PIC16C5X	PIC16C6X	PIC16CXXX	PIC16F62X	PIC16C7X	PIC16C7XX	PIC16C8X	PIC16F8XX	PIC16C9XX	PIC17C4X	PIC17C7XX	PIC18CXX2	24CX/25CX/93CX	HCSXX	MCRFXX	MCP2510
MPLAB® Integrated Development Environment	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
MPLAB® C17 C Compiler												✓						
MPLAB® C18 C Compiler														✓				
MPASM™ Assembler/ MPLINK™ Object Linker	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
MPLAB® ICE In-Circuit Emulator	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
ICEPIC™ In-Circuit Emulator	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓							
MPLAB® ICD In-Circuit Debugger				✓*			✓*			✓								
PICSTART® Plus Entry Level Development Programmer	✓	✓	✓	✓	✓	✓**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
PRO MATE® II Universal Device Programmer	✓	✓	✓	✓	✓	✓**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
PICDEM™ 1 Demonstration Board			✓		✓		†		✓									
PICDEM™ 2 Demonstration Board				†			†						✓					
PICDEM™ 3 Demonstration Board											✓							
PICDEM™ 14A Demonstration Board		✓																
PICDEM™ 17 Demonstration Board												✓						
KEELOQ® Evaluation Kit																✓		
KEELOQ® Transponder Kit																✓		
microID™ Programmer's Kit																	✓	
125 kHz microID™ Developer's Kit																	✓	
125 kHz Anticollision microID™ Developer's Kit																	✓	
13.56 MHz Anticollision microID™ Developer's Kit																	✓	
MCP2510 CAN Developer's Kit																	✓	✓

\* Contact the Microchip Technology Inc. web site at [www.microchip.com](http://www.microchip.com) for information on how to use the MPLAB® ICD In-Circuit Debugger (DV164001) with PIC16C62, 63, 64, 65, 72, 73, 74, 76, 77.

\*\* Contact Microchip Technology Inc. for availability date.

† Development tool is available on select devices.



# PIC16F87X

---

NOTES:

## 15.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### Absolute Maximum Ratings †

Ambient temperature under bias .....	-55 to +125°C
Storage temperature .....	-65°C to +150°C
Voltage on any pin with respect to V <sub>SS</sub> (except V <sub>DD</sub> , $\overline{\text{MCLR}}$ , and RA4) .....	-0.3 V to (V <sub>DD</sub> + 0.3 V)
Voltage on V <sub>DD</sub> with respect to V <sub>SS</sub> .....	-0.3 to +7.5 V
Voltage on $\overline{\text{MCLR}}$ with respect to V <sub>SS</sub> ( <b>Note 2</b> ) .....	0 to +14 V
Voltage on RA4 with respect to V <sub>SS</sub> .....	0 to +8.5 V
Total power dissipation ( <b>Note 1</b> ) .....	1.0 W
Maximum current out of V <sub>SS</sub> pin .....	300 mA
Maximum current into V <sub>DD</sub> pin .....	250 mA
Input clamp current, I <sub>IK</sub> (V <sub>I</sub> < 0 or V <sub>I</sub> > V <sub>DD</sub> ) .....	± 20 mA
Output clamp current, I <sub>OK</sub> (V <sub>O</sub> < 0 or V <sub>O</sub> > V <sub>DD</sub> ) .....	± 20 mA
Maximum output current sunk by any I/O pin .....	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin .....	25 mA
Maximum current sunk by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA
Maximum current sourced by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA
Maximum current sunk by PORTC and PORTD (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA
Maximum current sourced by PORTC and PORTD (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA

**Note 1:** Power dissipation is calculated as follows:  $P_{dis} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OI} \times I_{OL})$

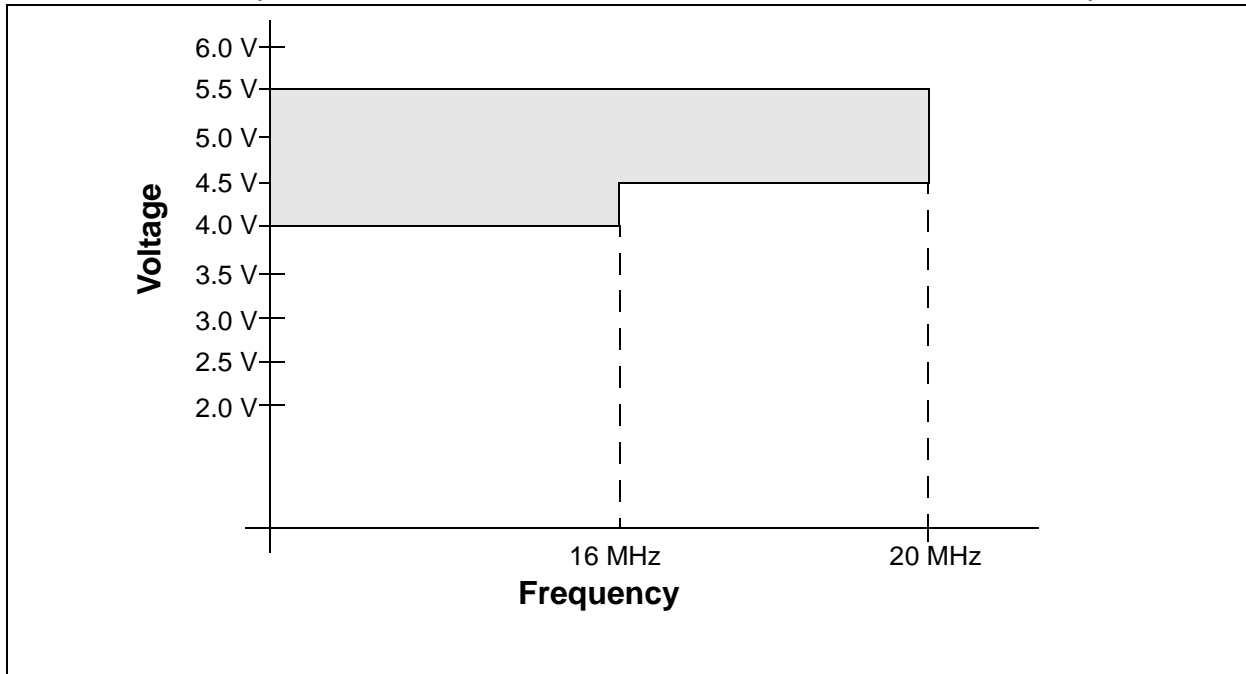
**2:** Voltage spikes below V<sub>SS</sub> at the  $\overline{\text{MCLR}}$  pin, inducing currents greater than 80 mA, may cause latch-up. Thus, a series resistor of 50-100Ω should be used when applying a “low” level to the  $\overline{\text{MCLR}}$  pin, rather than pulling this pin directly to V<sub>SS</sub>.

**3:** PORTD and PORTE are not implemented on PIC16F873/876 devices.

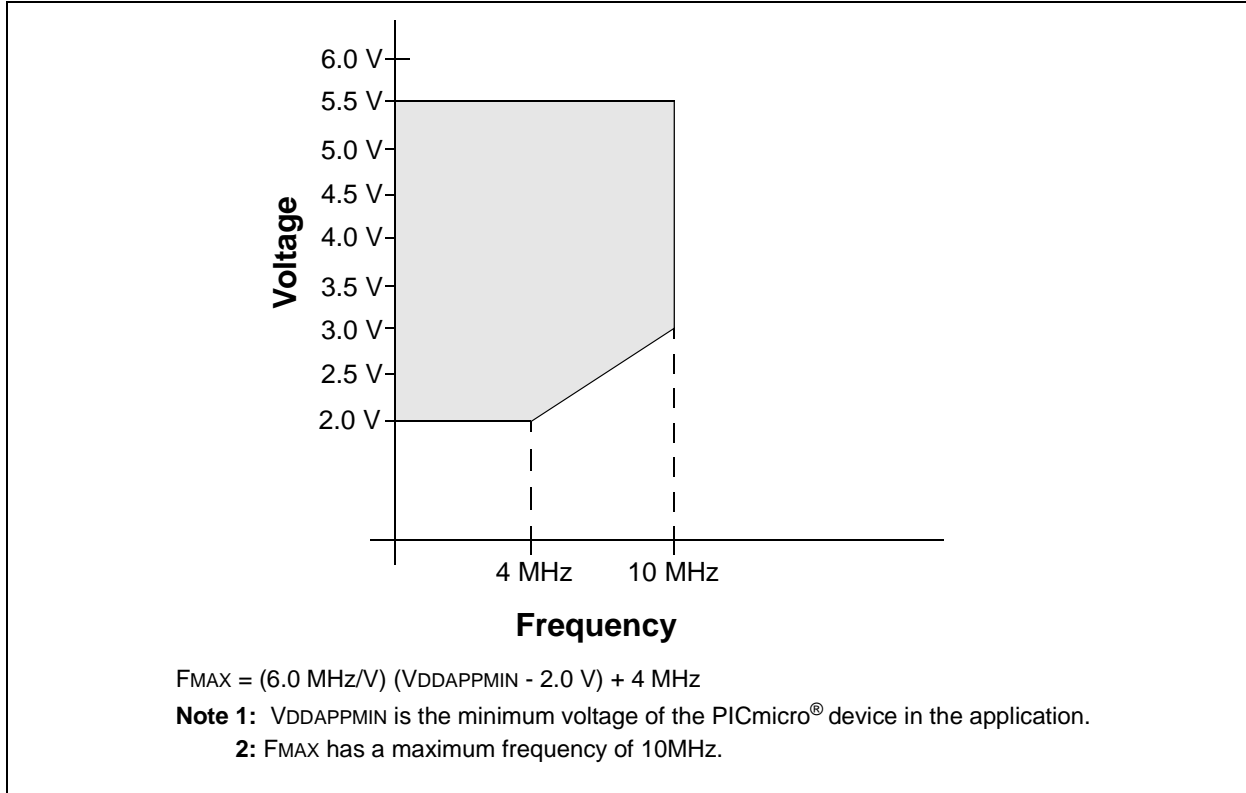
† NOTICE: Stresses above those listed under “Absolute Maximum Ratings” may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

# PIC16F87X

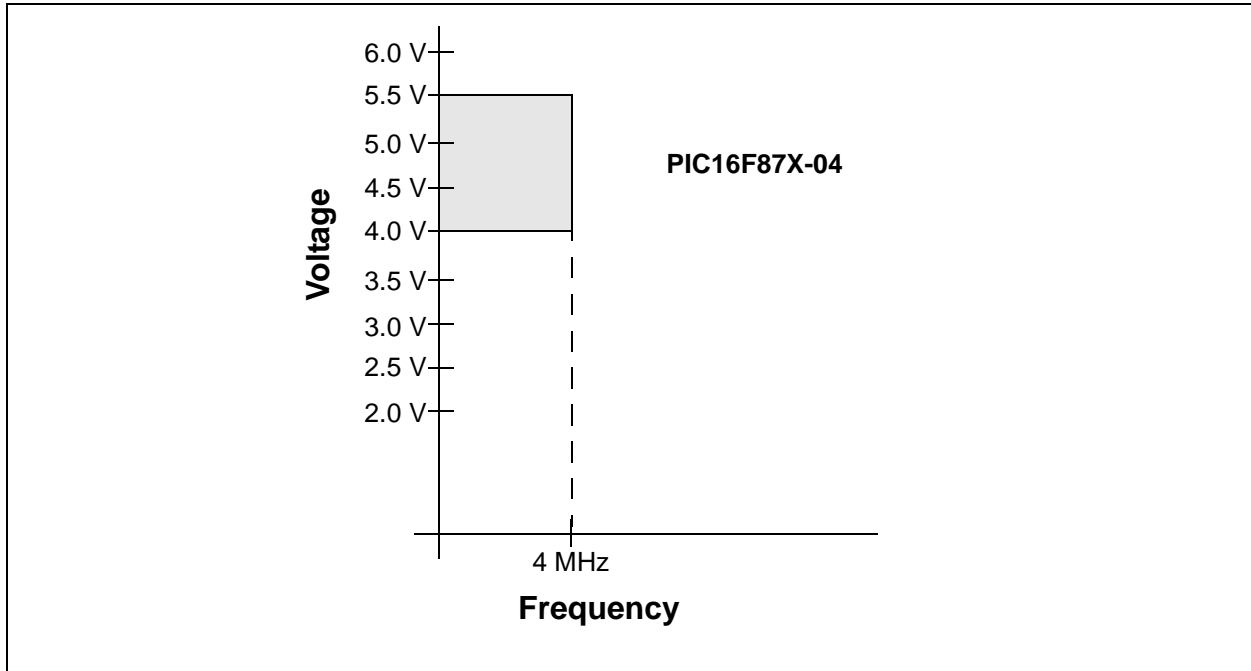
**FIGURE 15-1: PIC16F87X-20 VOLTAGE-FREQUENCY GRAPH  
(COMMERCIAL AND INDUSTRIAL TEMPERATURE RANGES ONLY)**



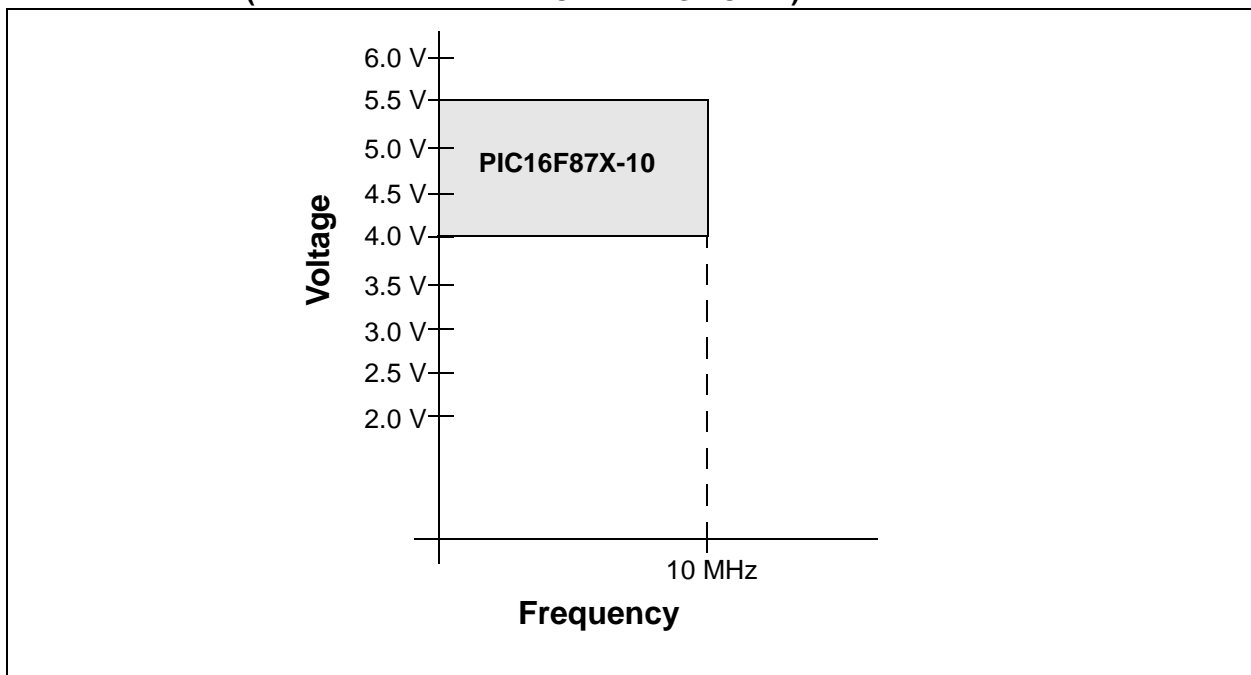
**FIGURE 15-2: PIC16LF87X-04 VOLTAGE-FREQUENCY GRAPH  
(COMMERCIAL AND INDUSTRIAL TEMPERATURE RANGES ONLY)**



**FIGURE 15-3: PIC16F87X-04 VOLTAGE-FREQUENCY GRAPH (ALL TEMPERATURE RANGES)**



**FIGURE 15-4: PIC16F87X-10 VOLTAGE-FREQUENCY GRAPH (EXTENDED TEMPERATURE RANGE ONLY)**



# PIC16F87X

## 15.1 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial) PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial) PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)

PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)		<b>Standard Operating Conditions (unless otherwise stated)</b> Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
PIC16F873/874/876/877-04 PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial)		<b>Standard Operating Conditions (unless otherwise stated)</b> Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
Param No.	Symbol	Characteristic/ Device	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
D001	VDD	<b>Supply Voltage</b>					
		16LF87X	2.0	—	5.5	V	LP, XT, RC osc configuration (DC to 4 MHz)
D001		16F87X	4.0	—	5.5	V	LP, XT, RC osc configuration
D001A			4.5		5.5	V	HS osc configuration
			V <sub>BOR</sub>		5.5	V	BOR enabled, F <sub>MAX</sub> = 14 MHz <sup>(7)</sup>
D002	VDR	<b>RAM Data Retention Voltage<sup>(1)</sup></b>	—	1.5	—	V	
D003	V <sub>POR</sub>	<b>VDD Start Voltage</b> to ensure internal Power-on Reset signal	—	V <sub>SS</sub>	—	V	See section on Power-on Reset for details
D004	S <sub>VDD</sub>	<b>VDD Rise Rate</b> to ensure internal Power-on Reset signal	0.05	—	—	V/ms	See section on Power-on Reset for details
D005	V <sub>BOR</sub>	<b>Brown-out Reset Voltage</b>	3.7	4.0	4.35	V	BODEN bit in configuration word enabled

Legend: Rows with standard voltage device data only are shaded for improved readability.

† Data in “Typ” column is at 5V, 25°C, unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only, and are not tested.

**Note 1:** This is the limit to which VDD can be lowered without losing RAM data.

**Note 2:** The supply current is mainly a function of the operating voltage and frequency. Other factors such as I/O pin loading, switching rate, oscillator type, internal code execution pattern and temperature also have an impact on the current consumption.

The test conditions for all I<sub>DD</sub> measurements in active operation mode are:

OSC1 = external square wave, from rail to rail; all I/O pins tri-stated, pulled to VDD;

MCLR = VDD; WDT enabled/disabled as specified.

- The power-down current in SLEEP mode does not depend on the oscillator type. Power-down current is measured with the part in SLEEP mode, with all I/O pins in hi-impedance state and tied to VDD and VSS.
- For RC osc configuration, current through R<sub>EXT</sub> is not included. The current through the resistor can be estimated by the formula  $I_r = V_{DD}/2R_{EXT}$  (mA) with R<sub>EXT</sub> in kOhm.
- Timer1 oscillator (when enabled) adds approximately 20 μA to the specification. This value is from characterization and is for design guidance only. This is not tested.
- The Δ current is the additional current consumed when this peripheral is enabled. This current should be added to the base I<sub>DD</sub> or I<sub>PD</sub> measurement.
- When BOR is enabled, the device will operate correctly until the V<sub>BOR</sub> voltage trip point is reached.

**15.1 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)  
 PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial)  
 PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)  
 (Continued)**

PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)		Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
PIC16F873/874/876/877-04 PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial)		Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
Param No.	Symbol	Characteristic/ Device	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
D010	IDD	<b>Supply Current<sup>(2,5)</sup></b>					
		16LF87X	—	0.6	2.0	mA	XT, RC osc configuration FOSC = 4 MHz, VDD = 3.0V
D010		16F87X	—	1.6	4	mA	RC osc configurations FOSC = 4 MHz, VDD = 5.5V
D010A		16LF87X	—	20	35	μA	LP osc configuration FOSC = 32 kHz, VDD = 3.0V, WDT disabled
D013		16F87X	—	7	15	mA	HS osc configuration, FOSC = 20 MHz, VDD = 5.5V
D015	ΔIBOR	<b>Brown-out Reset Current<sup>(6)</sup></b>	—	85	200	μA	BOR enabled, VDD = 5.0V

Legend: Rows with standard voltage device data only are shaded for improved readability.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C, unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only, and are not tested.

**Note 1:** This is the limit to which VDD can be lowered without losing RAM data.

**2:** The supply current is mainly a function of the operating voltage and frequency. Other factors such as I/O pin loading, switching rate, oscillator type, internal code execution pattern and temperature also have an impact on the current consumption.

The test conditions for all IDD measurements in active operation mode are:

OSC1 = external square wave, from rail to rail; all I/O pins tri-stated, pulled to VDD;

MCLR = VDD; WDT enabled/disabled as specified.

**3:** The power-down current in SLEEP mode does not depend on the oscillator type. Power-down current is measured with the part in SLEEP mode, with all I/O pins in hi-impedance state and tied to VDD and VSS.

**4:** For RC osc configuration, current through REXT is not included. The current through the resistor can be estimated by the formula  $I_r = V_{DD}/2R_{EXT}$  (mA) with REXT in kOhm.

**5:** Timer1 oscillator (when enabled) adds approximately 20 μA to the specification. This value is from characterization and is for design guidance only. This is not tested.

**6:** The Δ current is the additional current consumed when this peripheral is enabled. This current should be added to the base IDD or IPD measurement.

**7:** When BOR is enabled, the device will operate correctly until the VBOR voltage trip point is reached.

# PIC16F87X

**15.1 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)**  
**PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial)**  
**PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)**  
**(Continued)**

PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)		Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
PIC16F873/874/876/877-04 PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial)		Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
Param No.	Symbol	Characteristic/ Device	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
D020	IPD	<b>Power-down Current<sup>(3,5)</sup></b>					
		16LF87X	—	7.5	30	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 3.0\text{V}$ , WDT enabled, $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D020		16F87X	—	10.5	42	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 4.0\text{V}$ , WDT enabled, $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D021		16LF87X	—	0.9	5	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 3.0\text{V}$ , WDT enabled, $0^{\circ}\text{C}$ to $+70^{\circ}\text{C}$
		16F87X	—	1.5	16	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 4.0\text{V}$ , WDT enabled, $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D021A		16LF87X		0.9	5	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 3.0\text{V}$ , WDT enabled, $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D021A		16F87X		1.5	19	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 4.0\text{V}$ , WDT enabled, $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D023	$\Delta\text{IBOR}$	<b>Brown-out Reset Current<sup>(6)</sup></b>	—	85	200	$\mu\text{A}$	BOR enabled, $V_{DD} = 5.0\text{V}$

Legend: Rows with standard voltage device data only are shaded for improved readability.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C, unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only, and are not tested.

**Note 1:** This is the limit to which  $V_{DD}$  can be lowered without losing RAM data.

**Note 2:** The supply current is mainly a function of the operating voltage and frequency. Other factors such as I/O pin loading, switching rate, oscillator type, internal code execution pattern and temperature also have an impact on the current consumption.

The test conditions for all  $I_{DD}$  measurements in active operation mode are:

$\text{OSC1} = \text{external square wave, from rail to rail; all I/O pins tri-stated, pulled to } V_{DD}$ ;

$\text{MCLR} = V_{DD}$ ; WDT enabled/disabled as specified.

- The power-down current in SLEEP mode does not depend on the oscillator type. Power-down current is measured with the part in SLEEP mode, with all I/O pins in hi-impedance state and tied to  $V_{DD}$  and  $V_{SS}$ .
- For RC osc configuration, current through  $R_{EXT}$  is not included. The current through the resistor can be estimated by the formula  $I_r = V_{DD}/2R_{EXT}$  (mA) with  $R_{EXT}$  in kOhm.
- Timer1 oscillator (when enabled) adds approximately 20  $\mu\text{A}$  to the specification. This value is from characterization and is for design guidance only. This is not tested.
- The  $\Delta$  current is the additional current consumed when this peripheral is enabled. This current should be added to the base  $I_{DD}$  or  $I_{PD}$  measurement.
- When BOR is enabled, the device will operate correctly until the  $V_{BOR}$  voltage trip point is reached.

**15.2 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)**  
**PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial)**  
**PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)**

DC CHARACTERISTICS			Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial Operating voltage VDD range as described in DC specification (Section 15.1)				
Param No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
	V <sub>IL</sub>	<b>Input Low Voltage</b>					
D030 D030A		I/O ports with TTL buffer	V <sub>SS</sub>	—	0.15V <sub>DD</sub>	V	For entire VDD range
D031 D032 D033		with Schmitt Trigger buffer MCLR, OSC1 (in RC mode) OSC1 (in XT, HS and LP)	V <sub>SS</sub>	—	0.8V 0.2V <sub>DD</sub> 0.2V <sub>DD</sub>	V	4.5V ≤ VDD ≤ 5.5V
D034 D034A		Ports RC3 and RC4 with Schmitt Trigger buffer with SMBus	V <sub>SS</sub> -0.5	—	0.3V <sub>DD</sub> 0.6	V	(Note 1) For entire VDD range for VDD = 4.5 to 5.5V
	V <sub>IH</sub>	<b>Input High Voltage</b>					
D040 D040A		I/O ports with TTL buffer	2.0	—	V <sub>DD</sub>	V	4.5V ≤ VDD ≤ 5.5V
D041 D042 D042A D043		with Schmitt Trigger buffer MCLR OSC1 (XT, HS and LP) OSC1 (in RC mode)	0.25V <sub>DD</sub> + 0.8V 0.8V <sub>DD</sub> 0.8V <sub>DD</sub> 0.7V <sub>DD</sub> 0.9V <sub>DD</sub>	—	V <sub>DD</sub> V <sub>DD</sub> V <sub>DD</sub> V <sub>DD</sub> V <sub>DD</sub> V <sub>DD</sub>	V	For entire VDD range
D044 D044A		Ports RC3 and RC4 with Schmitt Trigger buffer with SMBus	0.7V <sub>DD</sub> 1.4	—	V <sub>DD</sub> 5.5	V	(Note 1) For entire VDD range for VDD = 4.5 to 5.5V
D070	IPURB	<b>PORTB Weak Pull-up Current</b>	50	250	400	μA	VDD = 5V, VPIN = VSS, -40°C TO +85°C
	I <sub>IL</sub>	<b>Input Leakage Current<sup>(2, 3)</sup></b>					
D060		I/O ports	—	—	±1	μA	VSS ≤ VPIN ≤ VDD, Pin at hi-impedance
D061		MCLR, RA4/T0CKI	—	—	±5	μA	VSS ≤ VPIN ≤ VDD
D063		OSC1	—	—	±5	μA	VSS ≤ VPIN ≤ VDD, XT, HS and LP osc configuration

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

**Note 1:** In RC oscillator configuration, the OSC1/CLKIN pin is a Schmitt Trigger input. It is not recommended that the PIC16F87X be driven with external clock in RC mode.

**2:** The leakage current on the MCLR pin is strongly dependent on the applied voltage level. The specified levels represent normal operating conditions. Higher leakage current may be measured at different input voltages.

**3:** Negative current is defined as current sourced by the pin.



# PIC16F87X

## 15.2 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial) PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial) PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial) (Continued)

DC CHARACTERISTICS			Standard Operating Conditions (unless otherwise stated)				
			Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial				
			Operating voltage $V_{DD}$ range as described in DC specification (Section 15.1)				
Param No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
<b>Output Low Voltage</b>							
D080	VOL	I/O ports	—	—	0.6	V	$I_{OL} = 8.5\text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D083		OSC2/CLKOUT (RC osc config)	—	—	0.6	V	$I_{OL} = 1.6\text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
<b>Output High Voltage</b>							
D090	VOH	I/O ports <sup>(3)</sup>	$V_{DD} - 0.7$	—	—	V	$I_{OH} = -3.0\text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D092		OSC2/CLKOUT (RC osc config)	$V_{DD} - 0.7$	—	—	V	$I_{OH} = -1.3\text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D150*	VOD	<b>Open-Drain High Voltage</b>	—	—	8.5	V	RA4 pin
<b>Capacitive Loading Specs on Output Pins</b>							
D100	Cosc2	OSC2 pin	—	—	15	pF	In XT, HS and LP modes when external clock is used to drive OSC1
D101	CIO	All I/O pins and OSC2 (RC mode)	—	—	50	pF	
D102	CB	SCL, SDA (I <sup>2</sup> C mode)	—	—	400	pF	
<b>Data EEPROM Memory</b>							
D120	Ed	Endurance	100K	—	—	E/W	25°C at 5V
D121	VDRW	VDD for read/write	V <sub>MIN</sub>	—	5.5	V	Using EECON to read/write V <sub>MIN</sub> = min. operating voltage
D122	TDEW	Erase/write cycle time	—	4	8	ms	
<b>Program FLASH Memory</b>							
D130	EP	Endurance	1000	—	—	E/W	25°C at 5V
D131	VPR	VDD for read	V <sub>MIN</sub>	—	5.5	V	V <sub>MIN</sub> = min operating voltage
D132A		VDD for erase/write	V <sub>MIN</sub>	—	5.5	V	Using EECON to read/write, V <sub>MIN</sub> = min. operating voltage
D133	TPEW	Erase/Write cycle time	—	4	8	ms	

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

- Note 1:** In RC oscillator configuration, the OSC1/CLKIN pin is a Schmitt Trigger input. It is not recommended that the PIC16F87X be driven with external clock in RC mode.
- Note 2:** The leakage current on the  $\overline{\text{MCLR}}$  pin is strongly dependent on the applied voltage level. The specified levels represent normal operating conditions. Higher leakage current may be measured at different input voltages.
- Note 3:** Negative current is defined as current sourced by the pin.

## 15.3 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Extended) PIC16F873/874/876/877-10 (Extended)

PIC16F873/874/876/877-04 PIC16F873/874/876/877-20 (Extended)			Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$				
Param No.	Symbol	Characteristic/ Device	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
	VDD	<b>Supply Voltage</b>					
D001			4.0	—	5.5	V	LP, XT, RC osc configuration
D001A			4.5		5.5	V	HS osc configuration
D001A			V <sub>BOR</sub>		5.5	V	BOR enabled, F <sub>MAX</sub> = 10 MHz <sup>(7)</sup>
D002	VDR	<b>RAM Data Retention Voltage<sup>(1)</sup></b>	—	1.5	—	V	
D003	VPOR	<b>VDD Start Voltage</b> to ensure internal Power-on Reset signal	—	V <sub>SS</sub>	—	V	See section on Power-on Reset for details
D004	SVDD	<b>VDD Rise Rate</b> to ensure internal Power-on Reset signal	0.05	—	—	V/ms	See section on Power-on Reset for details
D005	VBOR	<b>Brown-out Reset Voltage</b>	3.7	4.0	4.35	V	BODEN bit in configuration word enabled

† Data is "Typ" column is at 5V, 25°C, unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only, and are not tested.

**Note 1:** This is the limit to which VDD can be lowered without losing RAM data.

**2:** The supply current is mainly a function of the operating voltage and frequency. Other factors such as I/O pin loading, switching rate, oscillator type, internal code execution pattern and temperature also have an impact on the current consumption.

The test conditions for all I<sub>DD</sub> measurements in active operation mode are:

OSC1 = external square wave, from rail to rail; all I/O pins tri-stated, pulled to VDD;

MCLR = VDD; WDT enabled/disabled as specified.

**3:** The power-down current in SLEEP mode does not depend on the oscillator type. Power-down current is measured with the part in SLEEP mode, with all I/O pins in hi-impedance state and tied to VDD and VSS.

**4:** For RC osc configuration, current through R<sub>EXT</sub> is not included. The current through the resistor can be estimated by the formula  $I_r = V_{DD}/2R_{EXT}$  (mA) with R<sub>EXT</sub> in kOhm.

**5:** Timer1 oscillator (when enabled) adds approximately 20 µA to the specification. This value is from characterization and is for design guidance only. This is not tested.

**6:** The Δ current is the additional current consumed when this peripheral is enabled. This current should be added to the base I<sub>DD</sub> or I<sub>PD</sub> measurement.

**7:** When BOR is enabled, the device will operate correctly until the VBOR voltage trip point is reached.

# PIC16F87X

## 15.3 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Extended) PIC16F873/874/876/877-10 (Extended) (Continued)

PIC16F873/874/876/877-04 PIC16F873/874/876/877-20 (Extended)		Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
Param No.	Symbol	Characteristic/ Device	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
D010	IDD	<b>Supply Current<sup>(2,5)</sup></b>					
			—	1.6	4	mA	RC osc configurations FOSC = 4 MHz, VDD = 5.5V
D013			—	7	15	mA	HS osc configuration, FOSC = 10 MHz, VDD = 5.5V
D015	$\Delta$ IBOR	<b>Brown-out Reset Current<sup>(6)</sup></b>	—	85	200	$\mu\text{A}$	BOR enabled, VDD = 5.0V
D020A D021B	IPD	<b>Power-down Current<sup>(3,5)</sup></b>					
				10.5	60	$\mu\text{A}$	VDD = 4.0V, WDT enabled
				1.5	30	$\mu\text{A}$	VDD = 4.0V, WDT disabled
D023	$\Delta$ IBOR	<b>Brown-out Reset Current<sup>(6)</sup></b>	—	85	200	$\mu\text{A}$	BOR enabled, VDD = 5.0V

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C, unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only, and are not tested.

**Note 1:** This is the limit to which VDD can be lowered without losing RAM data.

**Note 2:** The supply current is mainly a function of the operating voltage and frequency. Other factors such as I/O pin loading, switching rate, oscillator type, internal code execution pattern and temperature also have an impact on the current consumption.

The test conditions for all IDD measurements in active operation mode are:

OSC1 = external square wave, from rail to rail; all I/O pins tri-stated, pulled to VDD;

MCLR = VDD; WDT enabled/disabled as specified.

**Note 3:** The power-down current in SLEEP mode does not depend on the oscillator type. Power-down current is measured with the part in SLEEP mode, with all I/O pins in hi-impedance state and tied to VDD and VSS.

**Note 4:** For RC osc configuration, current through REXT is not included. The current through the resistor can be estimated by the formula  $I_r = V_{DD}/2R_{EXT}$  (mA) with REXT in kOhm.

**Note 5:** Timer1 oscillator (when enabled) adds approximately 20  $\mu\text{A}$  to the specification. This value is from characterization and is for design guidance only. This is not tested.

**Note 6:** The  $\Delta$  current is the additional current consumed when this peripheral is enabled. This current should be added to the base IDD or IPD measurement.

**Note 7:** When BOR is enabled, the device will operate correctly until the VBOR voltage trip point is reached.

## 15.4 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Extended) PIC16F873/874/876/877-10 (Extended)

DC CHARACTERISTICS			Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ Operating voltage $V_{DD}$ range as described in DC specification (Section 15.1)				
Param No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
<b>Input Low Voltage</b>							
D030 D030A D031 D032 D033 D034 D034A	VIL	I/O ports					
		with TTL buffer	$V_{SS}$	—	$0.15V_{DD}$	V	For entire $V_{DD}$ range $4.5V \leq V_{DD} \leq 5.5V$
			$V_{SS}$	—	0.8V	V	
		with Schmitt Trigger buffer	$V_{SS}$	—	$0.2V_{DD}$	V	<b>(Note 1)</b>
		$\overline{\text{MCLR}}$ , OSC1 (in RC mode)	$V_{SS}$	—	$0.2V_{DD}$	V	
		OSC1 (in XT, HS and LP)	$V_{SS}$	—	$0.3V_{DD}$	V	
Ports RC3 and RC4	$V_{SS}$	—	$0.3V_{DD}$	V			
with Schmitt Trigger buffer	$V_{SS}$	—	$0.3V_{DD}$	V	For entire $V_{DD}$ range for $V_{DD} = 4.5$ to $5.5V$		
with SMBus	-0.5	—	0.6	V			
<b>Input High Voltage</b>							
D040 D040A D041 D042 D042A D043 D044 D044A	VIH	I/O ports		—			
		with TTL buffer	2.0	—	$V_{DD}$	V	$4.5V \leq V_{DD} \leq 5.5V$ For entire $V_{DD}$ range
			$0.25V_{DD} + 0.8V$	—	$V_{DD}$	V	
		with Schmitt Trigger buffer	$0.8V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V	<b>(Note 1)</b>
		$\overline{\text{MCLR}}$	$0.8V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V	
		OSC1 (XT, HS and LP)	$0.7V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V	
		OSC1 (in RC mode)	$0.9V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V	
		Ports RC3 and RC4	$0.7V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V	For entire $V_{DD}$ range for $V_{DD} = 4.5$ to $5.5V$
with Schmitt Trigger buffer	$0.7V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V			
with SMBus	1.4	—	5.5	V			
D070A	IPURB	<b>PORTB Weak Pull-up Current</b>	50	250	400	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 5V, V_{PIN} = V_{SS}$ ,
<b>Input Leakage Current<sup>(2, 3)</sup></b>							
D060 D061 D063	IIL	I/O ports	-	-	$\pm 1$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ , Pin at hi-impedance
		$\overline{\text{MCLR}}$ , RA4/T0CKI	-	-	$\pm 5$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$
		OSC1	-	-	$\pm 5$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ , XT, HS and LP osc configuration

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

**Note 1:** In RC oscillator configuration, the OSC1/CLKIN pin is a Schmitt Trigger input. It is not recommended that the PIC16F87X be driven with external clock in RC mode.

**2:** The leakage current on the  $\overline{\text{MCLR}}$  pin is strongly dependent on the applied voltage level. The specified levels represent normal operating conditions. Higher leakage current may be measured at different input voltages.

**3:** Negative current is defined as current sourced by the pin.

# PIC16F87X

## 15.4 DC Characteristics: PIC16F873/874/876/877-04 (Extended) PIC16F873/874/876/877-10 (Extended) (Continued)

DC CHARACTERISTICS			Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ Operating voltage $V_{DD}$ range as described in DC specification (Section 15.1)				
Param No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
<b>Output Low Voltage</b>							
D080A	VOL	I/O ports	—	—	0.6	V	$I_{OL} = 7.0 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$
D083A		OSC2/CLKOUT (RC osc config)	—	—	0.6	V	$I_{OL} = 1.2 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$
<b>Output High Voltage</b>							
D090A	VOH	I/O ports <sup>(3)</sup>	$V_{DD} - 0.7$	—	—	V	$I_{OH} = -2.5 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$
D092A		OSC2/CLKOUT (RC osc config)	$V_{DD} - 0.7$	—	—	V	$I_{OH} = -1.0 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5\text{V}$
D150*	VOD	<b>Open Drain High Voltage</b>	—	—	8.5	V	RA4 pin
<b>Capacitive Loading Specs on Output Pins</b>							
D100	Cosc2	OSC2 pin	—	—	15	pF	In XT, HS and LP modes when external clock is used to drive OSC1
D101	CI0	All I/O pins and OSC2 (RC mode)	—	—	50	pF	
D102	CB	SCL, SDA (I <sup>2</sup> C mode)	—	—	400	pF	
<b>Data EEPROM Memory</b>							
D120	ED	Endurance	100K	—	—	E/W	25°C at 5V
D121	VDRW	VDD for read/write	V <sub>MIN</sub>	—	5.5	V	Using EECON to read/write V <sub>MIN</sub> = min. operating voltage
D122	TDEW	Erase/write cycle time	—	4	8	ms	
<b>Program FLASH Memory</b>							
D130	EP	Endurance	1000	—	—	E/W	25°C at 5V
D131	VPR	VDD for read	V <sub>MIN</sub>	—	5.5	V	V <sub>MIN</sub> = min operating voltage
D132A		VDD for erase/write	V <sub>MIN</sub>	—	5.5	V	Using EECON to read/write, V <sub>MIN</sub> = min. operating voltage
D133	TPEW	Erase/Write cycle time	—	4	8	ms	

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

- Note 1:** In RC oscillator configuration, the OSC1/CLKIN pin is a Schmitt Trigger input. It is not recommended that the PIC16F87X be driven with external clock in RC mode.
- 2:** The leakage current on the MCLR pin is strongly dependent on the applied voltage level. The specified levels represent normal operating conditions. Higher leakage current may be measured at different input voltages.
- 3:** Negative current is defined as current sourced by the pin.

## 15.5 Timing Parameter Symbology

The timing parameter symbols have been created following one of the following formats:

1. TppS2ppS
2. TppS
3. TCC:ST (I<sup>2</sup>C specifications only)
4. Ts (I<sup>2</sup>C specifications only)

<b>T</b>			
F	Frequency	T	Time

Lowercase letters (pp) and their meanings:

<b>pp</b>			
cc	CCP1	osc	OSC1
ck	CLKOUT	rd	$\overline{RD}$
cs	$\overline{CS}$	rw	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$
di	SDI	sc	SCK
do	SDO	ss	$\overline{SS}$
dt	Data in	t0	T0CKI
io	I/O port	t1	T1CKI
mc	$\overline{MCLR}$	wr	$\overline{WR}$

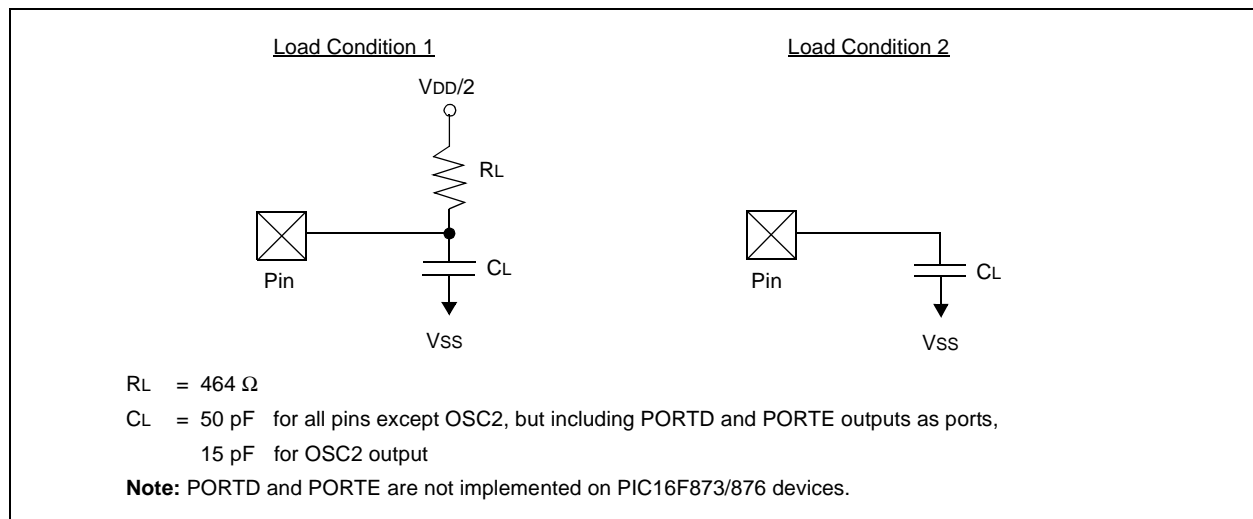
Uppercase letters and their meanings:

<b>S</b>			
F	Fall	P	Period
H	High	R	Rise
I	Invalid (Hi-impedance)	V	Valid
L	Low	Z	Hi-impedance
<b>I<sup>2</sup>C only</b>		High	High
AA	output access	Low	Low
BUF	Bus free		

TCC:ST (I<sup>2</sup>C specifications only)

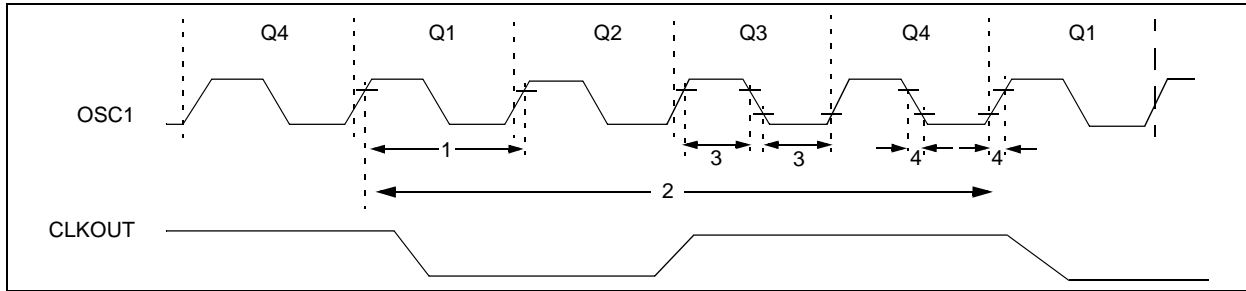
<b>CC</b>			
HD	Hold	SU	Setup
<b>ST</b>		STO	STOP condition
DAT	DATA input hold		
STA	START condition		

**FIGURE 15-5: LOAD CONDITIONS**



# PIC16F87X

**FIGURE 15-6: EXTERNAL CLOCK TIMING**



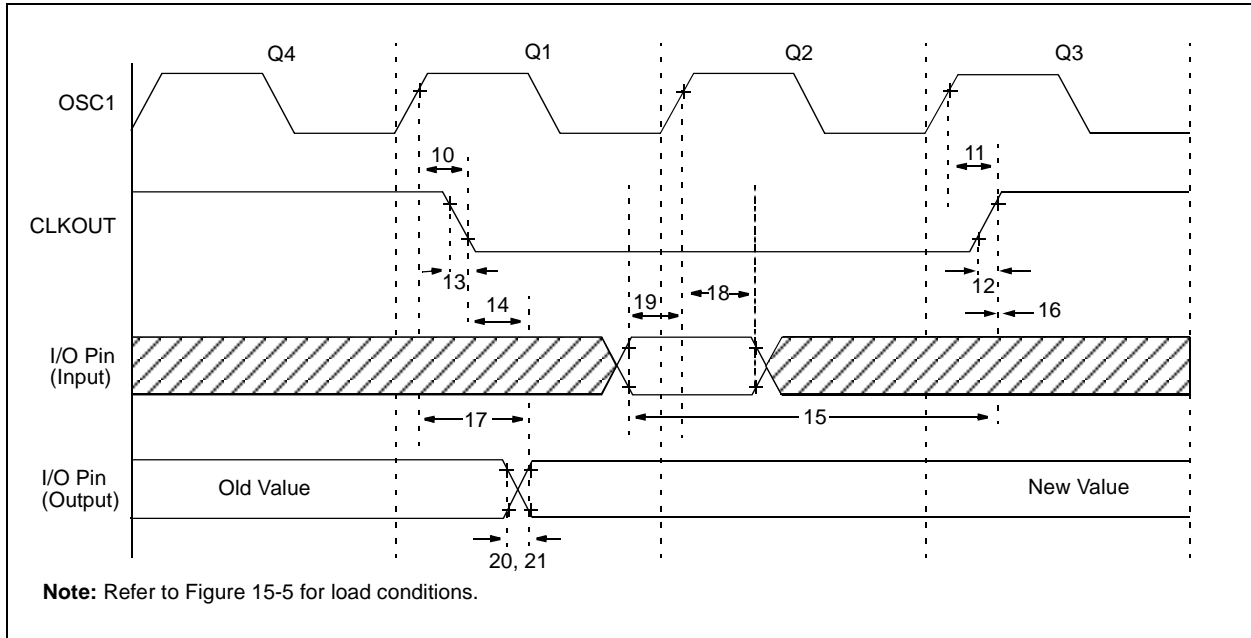
**TABLE 15-1: EXTERNAL CLOCK TIMING REQUIREMENTS**

Parameter No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
	FOSC	External CLKIN Frequency (Note 1)	DC	—	4	MHz	XT and RC osc mode
			DC	—	4	MHz	HS osc mode (-04)
			DC	—	10	MHz	HS osc mode (-10)
			DC	—	20	MHz	HS osc mode (-20)
			DC	—	200	kHz	LP osc mode
		Oscillator Frequency (Note 1)	DC	—	4	MHz	RC osc mode
			0.1	—	4	MHz	XT osc mode
			4	—	10	MHz	HS osc mode (-10)
			4	—	20	MHz	HS osc mode (-20)
			5	—	200	kHz	LP osc mode
1	TOSC	External CLKIN Period (Note 1)	250	—	—	ns	XT and RC osc mode
			250	—	—	ns	HS osc mode (-04)
		Oscillator Period (Note 1)	100	—	—	ns	HS osc mode (-10)
			50	—	—	ns	HS osc mode (-20)
			5	—	—	μs	LP osc mode
			250	—	—	ns	RC osc mode
			250	—	10,000	ns	XT osc mode
			250	—	—	ns	HS osc mode (-04)
			100	—	250	ns	HS osc mode (-10)
			50	—	250	ns	HS osc mode (-20)
			5	—	—	μs	LP osc mode
			5	—	—	μs	LP osc mode
2	TcY	Instruction Cycle Time (Note 1)	200	TcY	DC	ns	TcY = 4/FOSC
3	TosL, TosH	External Clock in (OSC1) High or Low Time	100	—	—	ns	XT oscillator
			2.5	—	—	μs	LP oscillator
			15	—	—	ns	HS oscillator
4	TosR, TosF	External Clock in (OSC1) Rise or Fall Time	—	—	25	ns	XT oscillator
			—	—	50	ns	LP oscillator
			—	—	15	ns	HS oscillator

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

**Note 1:** Instruction cycle period (TcY) equals four times the input oscillator time-base period. All specified values are based on characterization data for that particular oscillator type under standard operating conditions, with the device executing code. Exceeding these specified limits may result in an unstable oscillator operation and/or higher than expected current consumption. All devices are tested to operate at "min." values with an external clock applied to the OSC1/CLKIN pin. When an external clock input is used, the "max." cycle time limit is "DC" (no clock) for all devices.

**FIGURE 15-7: CLKOUT AND I/O TIMING**



**TABLE 15-2: CLKOUT AND I/O TIMING REQUIREMENTS**

Param No.	Symbol	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions	
10*	TosH2ckL	OSC1↑ to CLKOUT↓	—	75	200	ns	(Note 1)	
11*	TosH2ckH	OSC1↑ to CLKOUT↑	—	75	200	ns	(Note 1)	
12*	TckR	CLKOUT rise time	—	35	100	ns	(Note 1)	
13*	TckF	CLKOUT fall time	—	35	100	ns	(Note 1)	
14*	TckL2ioV	CLKOUT ↓ to Port out valid	—	—	0.5TCY + 20	ns	(Note 1)	
15*	TioV2ckH	Port in valid before CLKOUT ↑	Tosc + 200	—	—	ns	(Note 1)	
16*	TckH2ioI	Port in hold after CLKOUT ↑	0	—	—	ns	(Note 1)	
17*	TosH2ioV	OSC1↑ (Q1 cycle) to Port out valid	—	100	255	ns		
18*	TosH2ioI	OSC1↑ (Q2 cycle) to Port input invalid (I/O in hold time)	Standard (F)	100	—	—	ns	
			Extended (LF)	200	—	—	ns	
19*	TioV2osH	Port input valid to OSC1↑ (I/O in setup time)	0	—	—	ns		
20*	TioR	Port output rise time	Standard (F)	—	10	40	ns	
			Extended (LF)	—	—	145	ns	
21*	TioF	Port output fall time	Standard (F)	—	10	40	ns	
			Extended (LF)	—	—	145	ns	
22††*	Tinp	INT pin high or low time	TCY	—	—	ns		
23††*	Trbp	RB7:RB4 change INT high or low time	TCY	—	—	ns		

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

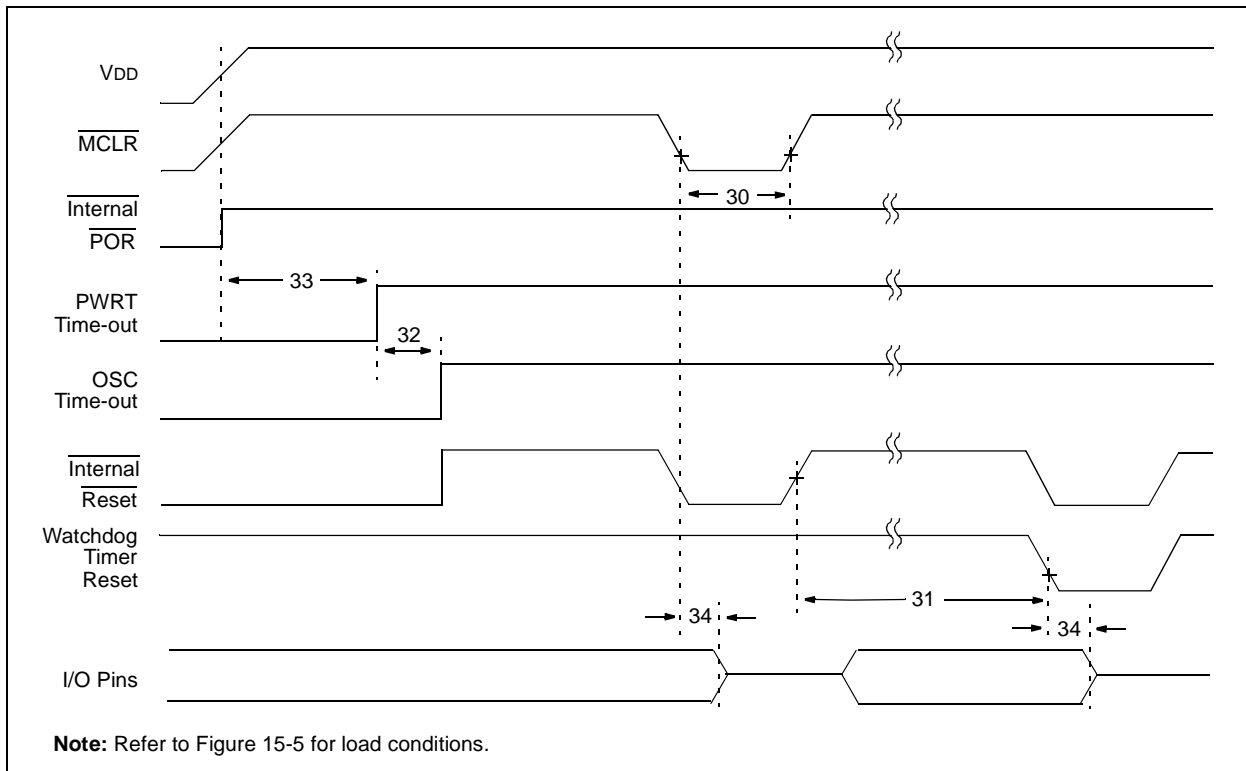
†† These parameters are asynchronous events not related to any internal clock edges.

**Note 1:** Measurements are taken in RC mode where CLKOUT output is 4 x TOSC.

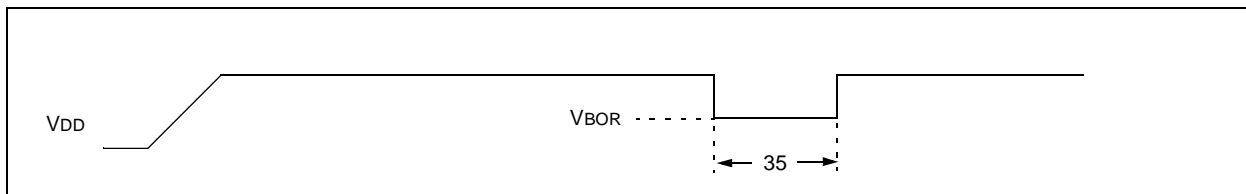


# PIC16F87X

**FIGURE 15-8: RESET, WATCHDOG TIMER, OSCILLATOR START-UP TIMER AND POWER-UP TIMER TIMING**



**FIGURE 15-9: BROWN-OUT RESET TIMING**



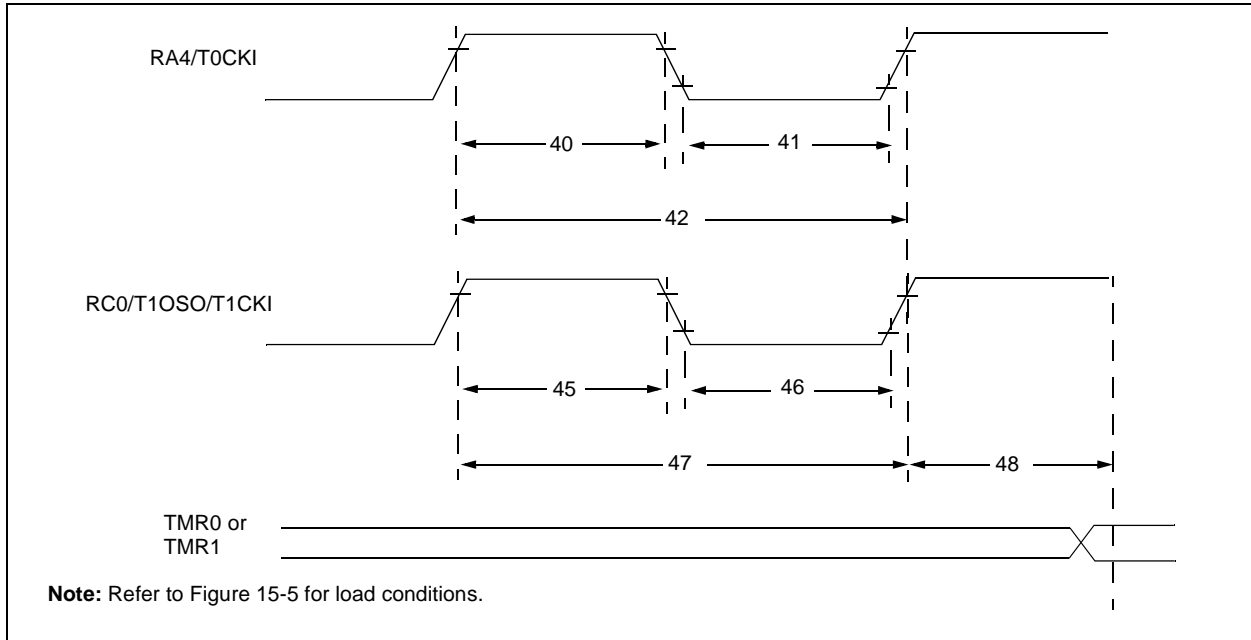
**TABLE 15-3: RESET, WATCHDOG TIMER, OSCILLATOR START-UP TIMER, POWER-UP TIMER, AND BROWN-OUT RESET REQUIREMENTS**

Parameter No.	Symbol	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
30	Tmcl	MCLR Pulse Width (low)	2	—	—	μs	V <sub>DD</sub> = 5V, -40°C to +85°C
31*	Twdt	Watchdog Timer Time-out Period (No Prescaler)	7	18	33	ms	V <sub>DD</sub> = 5V, -40°C to +85°C
32	Tost	Oscillation Start-up Timer Period	—	1024 T <sub>osc</sub>	—	—	T <sub>osc</sub> = OSC1 period
33*	Tpwrt	Power-up Timer Period	28	72	132	ms	V <sub>DD</sub> = 5V, -40°C to +85°C
34	Tioz	I/O Hi-impedance from MCLR Low or Watchdog Timer Reset	—	—	2.1	μs	
35	TBOR	Brown-out Reset pulse width	100	—	—	μs	V <sub>DD</sub> ≤ V <sub>BOR</sub> (D005)

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

**FIGURE 15-10: TIMER0 AND TIMER1 EXTERNAL CLOCK TIMINGS**



**TABLE 15-4: TIMER0 AND TIMER1 EXTERNAL CLOCK REQUIREMENTS**

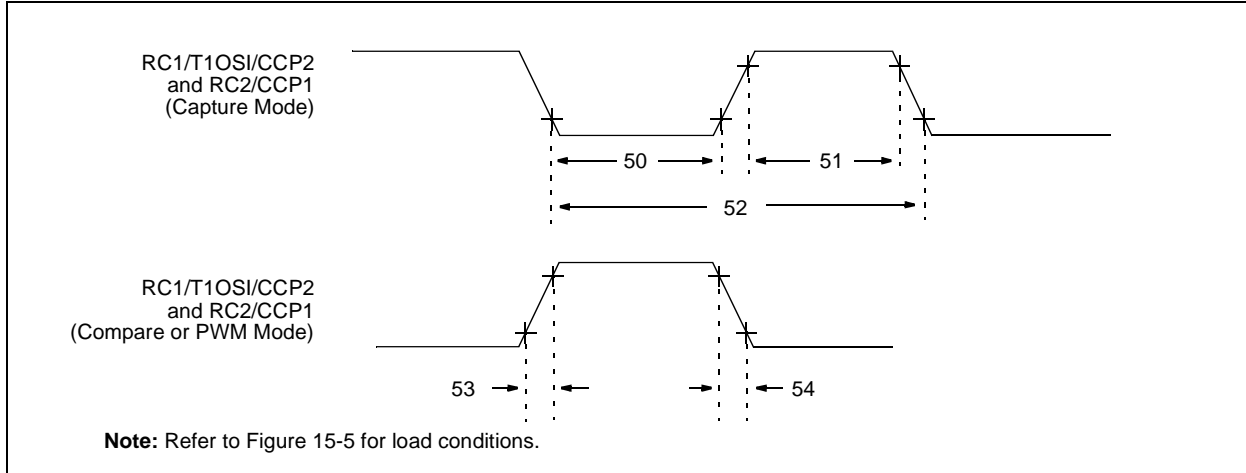
Param No.	Symbol	Characteristic		Min	Typ†	Max	Units	Conditions	
40*	Tt0H	T0CKI High Pulse Width	No Prescaler	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 42	
			With Prescaler	10	—	—	ns		
41*	Tt0L	T0CKI Low Pulse Width	No Prescaler	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 42	
			With Prescaler	10	—	—	ns		
42*	Tt0P	T0CKI Period	No Prescaler	$T_{CY} + 40$	—	—	ns	N = prescale value (2, 4, ..., 256)	
			With Prescaler	Greater of: $20$ or $\frac{T_{CY} + 40}{N}$	—	—	ns		
45*	Tt1H	T1CKI High Time	Synchronous, Prescaler = 1	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 47	
			Synchronous, Prescaler = 2,4,8	Standard(F)	15	—	ns		
				Extended(LF)	25	—	ns		
			Asynchronous	Standard(F)	30	—	ns		
				Extended(LF)	50	—	ns		
46*	Tt1L	T1CKI Low Time	Synchronous, Prescaler = 1	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 47	
			Synchronous, Prescaler = 2,4,8	Standard(F)	15	—	ns		
				Extended(LF)	25	—	ns		
			Asynchronous	Standard(F)	30	—	ns		
				Extended(LF)	50	—	ns		
47*	Tt1P	T1CKI input period	Synchronous	Standard(F)	Greater of: $30$ OR $\frac{T_{CY} + 40}{N}$	—	—	ns	N = prescale value (1, 2, 4, 8)
				Extended(LF)	Greater of: $50$ OR $\frac{T_{CY} + 40}{N}$	—	—	ns	N = prescale value (1, 2, 4, 8)
			Asynchronous	Standard(F)	60	—	—	ns	
				Extended(LF)	100	—	—	ns	
	Ft1	Timer1 oscillator input frequency range (oscillator enabled by setting bit T1OSCEN)		DC	—	200	kHz		
48	TCKEZtmr1	Delay from external clock edge to timer increment		$2T_{OSC}$	—	$7T_{OSC}$	—		

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

# PIC16F87X

**FIGURE 15-11: CAPTURE/COMPARE/PWM TIMINGS (CCP1 AND CCP2)**



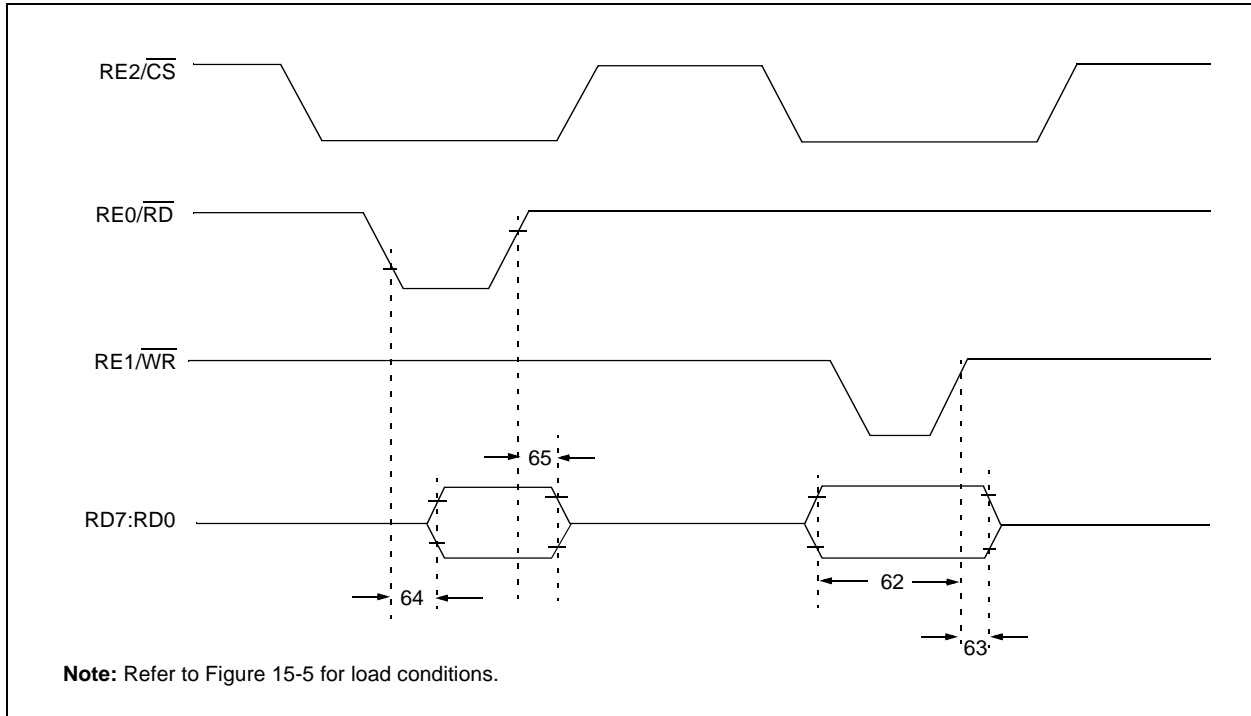
**TABLE 15-5: CAPTURE/COMPARE/PWM REQUIREMENTS (CCP1 AND CCP2)**

Param No.	Sym	Characteristic		Min	Typ†	Max	Units	Conditions	
50*	TccL	CCP1 and CCP2 input low time	No Prescaler	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns		
			With Prescaler	Standard(F)	10	—	—		ns
				Extended(LF)	20	—	—		ns
51*	TccH	CCP1 and CCP2 input high time	No Prescaler	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns		
			With Prescaler	Standard(F)	10	—	—		ns
				Extended(LF)	20	—	—		ns
52*	TccP	CCP1 and CCP2 input period		$\frac{3T_{CY} + 40}{N}$	—	—	ns	N = prescale value (1, 4 or 16)	
53*	TccR	CCP1 and CCP2 output rise time	Standard(F)	—	10	25	ns		
			Extended(LF)	—	25	50	ns		
54*	TccF	CCP1 and CCP2 output fall time	Standard(F)	—	10	25	ns		
			Extended(LF)	—	25	45	ns		

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

**FIGURE 15-12: PARALLEL SLAVE PORT TIMING (PIC16F874/877 ONLY)**



**TABLE 15-6: PARALLEL SLAVE PORT REQUIREMENTS (PIC16F874/877 ONLY)**

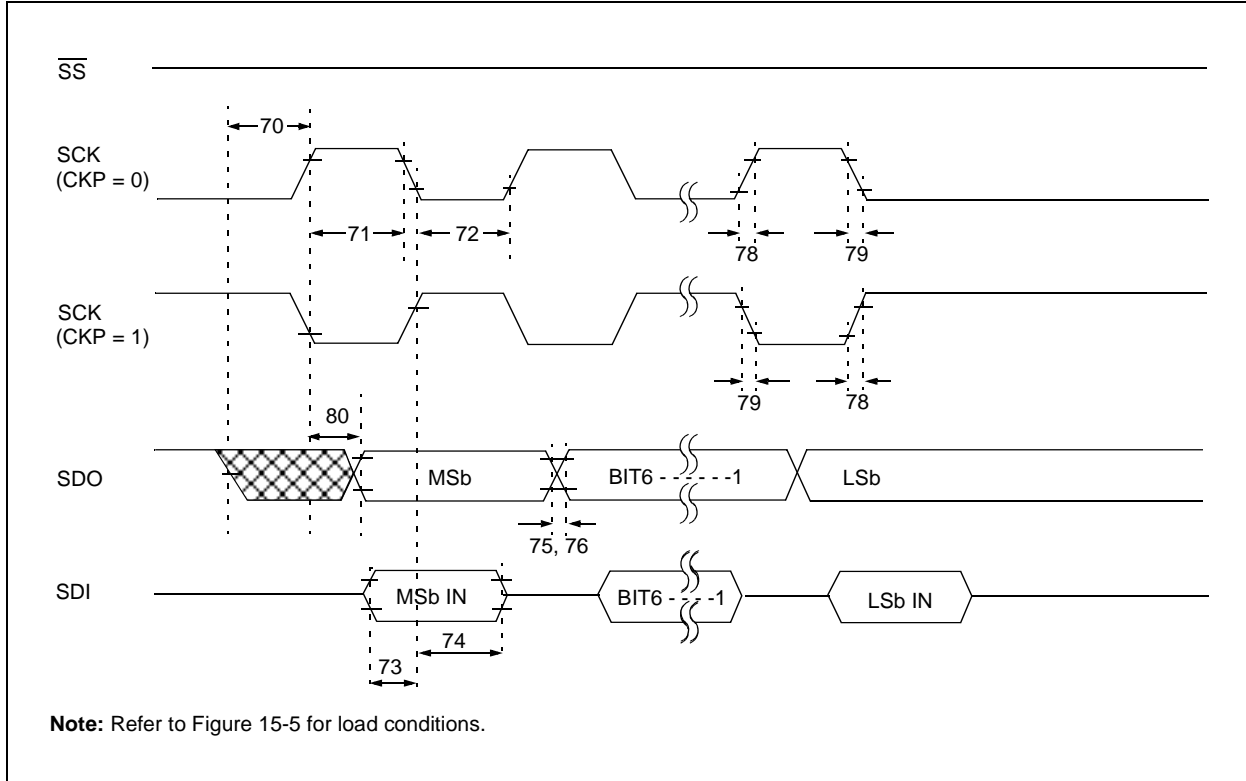
Parameter No.	Symbol	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions	
62	TdtV2wrH	Data in valid before $\overline{WR}\uparrow$ or $\overline{CS}\uparrow$ (setup time)	20	—	—	ns	Extended Range Only	
			25	—	—	ns		
63*	TwrH2dtI	$\overline{WR}\uparrow$ or $\overline{CS}\uparrow$ to data-in invalid (hold time)	Standard(F)	20	—	—	ns	
			Extended(LF)	35	—	—	ns	
64	TrdL2dtV	$\overline{RD}\downarrow$ and $\overline{CS}\downarrow$ to data-out valid	—	—	80	ns	Extended Range Only	
			—	—	90	ns		
65	TrdH2dtI	$\overline{RD}\uparrow$ or $\overline{CS}\downarrow$ to data-out invalid	10	—	30	ns		

\* These parameters are characterized but not tested.

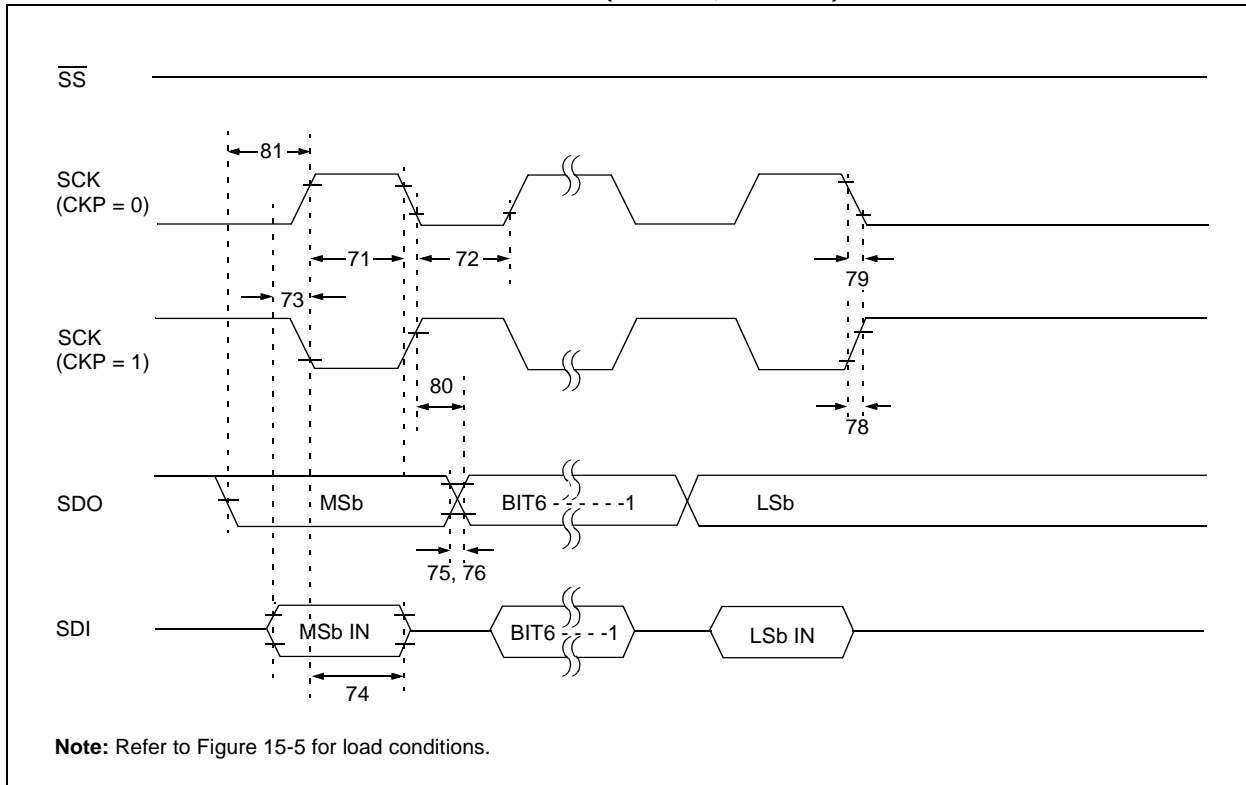
† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

# PIC16F87X

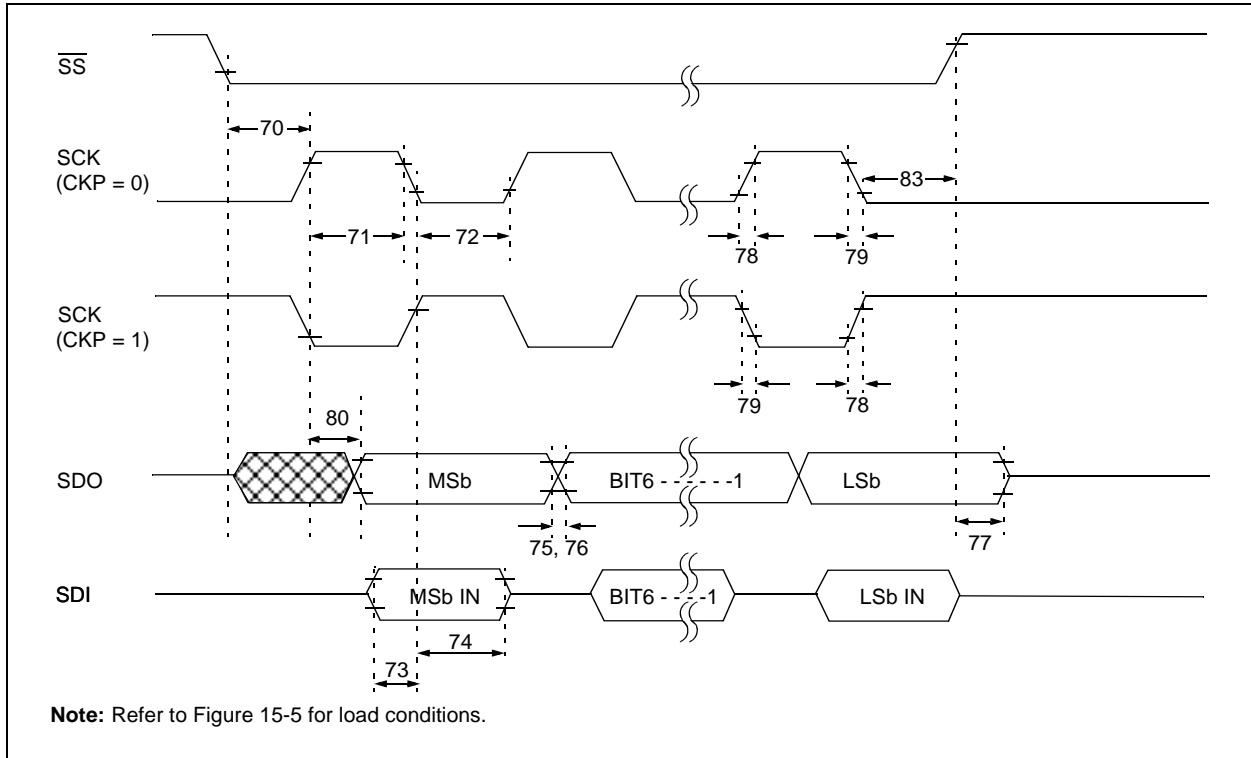
**FIGURE 15-13: SPI MASTER MODE TIMING (CKE = 0, SMP = 0)**



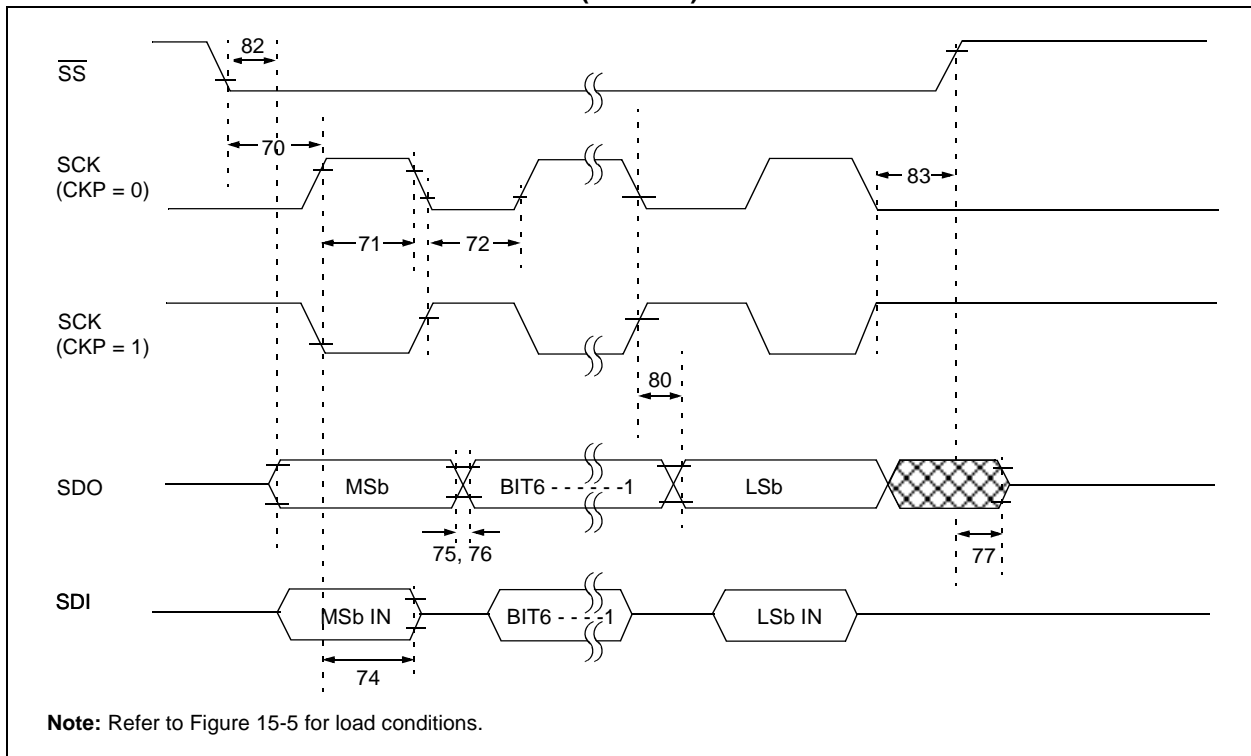
**FIGURE 15-14: SPI MASTER MODE TIMING (CKE = 1, SMP = 1)**



**FIGURE 15-15: SPI SLAVE MODE TIMING (CKE = 0)**



**FIGURE 15-16: SPI SLAVE MODE TIMING (CKE = 1)**



# PIC16F87X

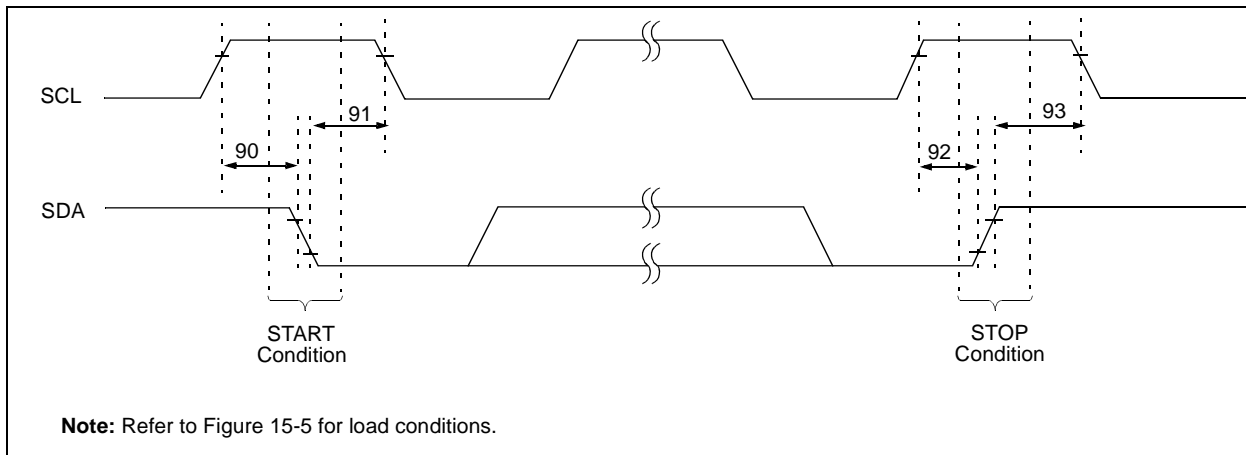
**TABLE 15-7: SPI MODE REQUIREMENTS**

Param No.	Symbol	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
70*	TssL2scH, TssL2scL	$\overline{SS}\downarrow$ to SCK $\downarrow$ or SCK $\uparrow$ input	Tcy	—	—	ns	
71*	TscH	SCK input high time (Slave mode)	Tcy + 20	—	—	ns	
72*	TscL	SCK input low time (Slave mode)	Tcy + 20	—	—	ns	
73*	TdiV2scH, TdiV2scL	Setup time of SDI data input to SCK edge	100	—	—	ns	
74*	Tsch2diL, TscL2diL	Hold time of SDI data input to SCK edge	100	—	—	ns	
75*	TdoR	SDO data output rise time	—	10	25	ns	Standard(F) Extended(LF)
76*	TdoF	SDO data output fall time	—	10	25	ns	
77*	TssH2doZ	$\overline{SS}\uparrow$ to SDO output hi-impedance	10	—	50	ns	
78*	TscR	SCK output rise time (Master mode)	—	10	25	ns	Standard(F) Extended(LF)
79*	TscF	SCK output fall time (Master mode)	—	10	25	ns	
80*	Tsch2doV, TscL2doV	SDO data output valid after SCK edge	—	—	50	ns	Standard(F) Extended(LF)
81*	TdoV2scH, TdoV2scL	SDO data output setup to SCK edge	Tcy	—	—	ns	
82*	TssL2doV	SDO data output valid after $\overline{SS}\downarrow$ edge	—	—	50	ns	
83*	Tsch2ssH, TscL2ssH	$\overline{SS}\uparrow$ after SCK edge	1.5Tcy + 40	—	—	ns	

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

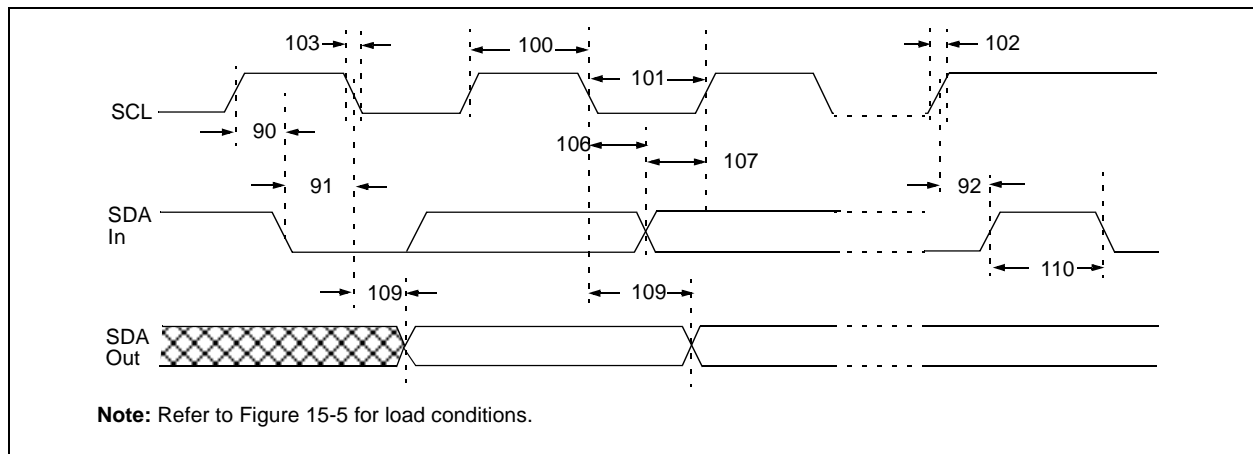
**FIGURE 15-17: I<sup>2</sup>C BUS START/STOP BITS TIMING**



**TABLE 15-8: I<sup>2</sup>C BUS START/STOP BITS REQUIREMENTS**

Parameter No.	Symbol	Characteristic	Min	Typ	Max	Units	Conditions	
90	Tsu:sta	START condition	100 kHz mode	4700	—	—	ns	Only relevant for Repeated START condition
		Setup time	400 kHz mode	600	—	—		
91	Thd:sta	START condition	100 kHz mode	4000	—	—	ns	After this period, the first clock pulse is generated
		Hold time	400 kHz mode	600	—	—		
92	Tsu:sto	STOP condition	100 kHz mode	4700	—	—	ns	
		Setup time	400 kHz mode	600	—	—		
93	Thd:sto	STOP condition	100 kHz mode	4000	—	—	ns	
		Hold time	400 kHz mode	600	—	—		

**FIGURE 15-18: I<sup>2</sup>C BUS DATA TIMING**





# PIC16F87X

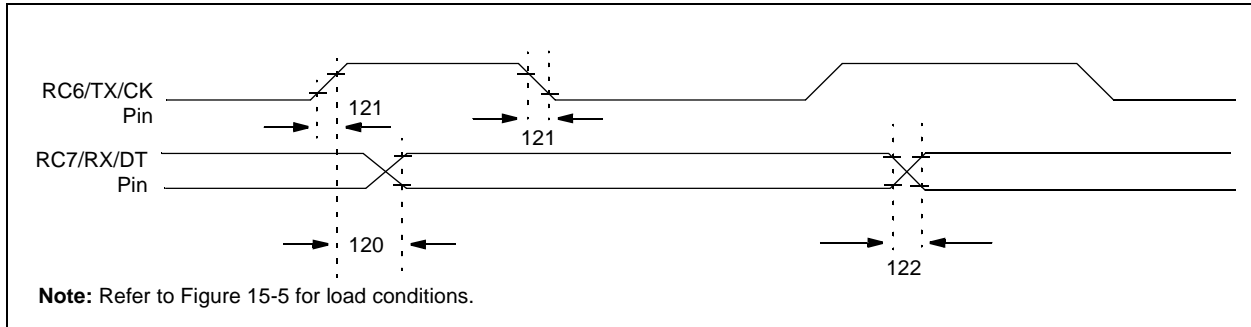
**TABLE 15-9: I<sup>2</sup>C BUS DATA REQUIREMENTS**

Param No.	Sym	Characteristic		Min	Max	Units	Conditions
100	Thigh	Clock high time	100 kHz mode	4.0	—	μs	Device must operate at a minimum of 1.5 MHz
			400 kHz mode	0.6	—	μs	Device must operate at a minimum of 10 MHz
			SSP Module	0.5Tcy	—		
101	Tlow	Clock low time	100 kHz mode	4.7	—	μs	Device must operate at a minimum of 1.5 MHz
			400 kHz mode	1.3	—	μs	Device must operate at a minimum of 10 MHz
			SSP Module	0.5Tcy	—		
102	Tr	SDA and SCL rise time	100 kHz mode	—	1000	ns	
			400 kHz mode	20 + 0.1Cb	300	ns	Cb is specified to be from 10 to 400 pF
103	Tf	SDA and SCL fall time	100 kHz mode	—	300	ns	
			400 kHz mode	20 + 0.1Cb	300	ns	Cb is specified to be from 10 to 400 pF
90	Tsu:sta	START condition setup time	100 kHz mode	4.7	—	μs	Only relevant for Repeated START condition
			400 kHz mode	0.6	—	μs	
91	Thd:sta	START condition hold time	100 kHz mode	4.0	—	μs	After this period, the first clock pulse is generated
			400 kHz mode	0.6	—	μs	
106	Thd:dat	Data input hold time	100 kHz mode	0	—	ns	
			400 kHz mode	0	0.9	μs	
107	Tsu:dat	Data input setup time	100 kHz mode	250	—	ns	<b>(Note 2)</b>
			400 kHz mode	100	—	ns	
92	Tsu:sto	STOP condition setup time	100 kHz mode	4.7	—	μs	
			400 kHz mode	0.6	—	μs	
109	Taa	Output valid from clock	100 kHz mode	—	3500	ns	<b>(Note 1)</b>
			400 kHz mode	—	—	ns	
110	Tbuf	Bus free time	100 kHz mode	4.7	—	μs	Time the bus must be free before a new transmission can start
			400 kHz mode	1.3	—	μs	
	Cb	Bus capacitive loading		—	400	pF	

**Note 1:** As a transmitter, the device must provide this internal minimum delay time to bridge the undefined region (min. 300 ns) of the falling edge of SCL to avoid unintended generation of START or STOP conditions.

**2:** A fast mode (400 kHz) I<sup>2</sup>C bus device can be used in a standard mode (100 kHz) I<sup>2</sup>C bus system, but the requirement that Tsu:dat ≥ 250 ns must then be met. This will automatically be the case if the device does not stretch the LOW period of the SCL signal. If such a device does stretch the LOW period of the SCL signal, it must output the next data bit to the SDA line TR max.+ Tsu:dat = 1000 + 250 = 1250 ns (according to the standard mode I<sup>2</sup>C bus specification) before the SCL line is released.

**FIGURE 15-19: USART SYNCHRONOUS TRANSMISSION (MASTER/SLAVE) TIMING**

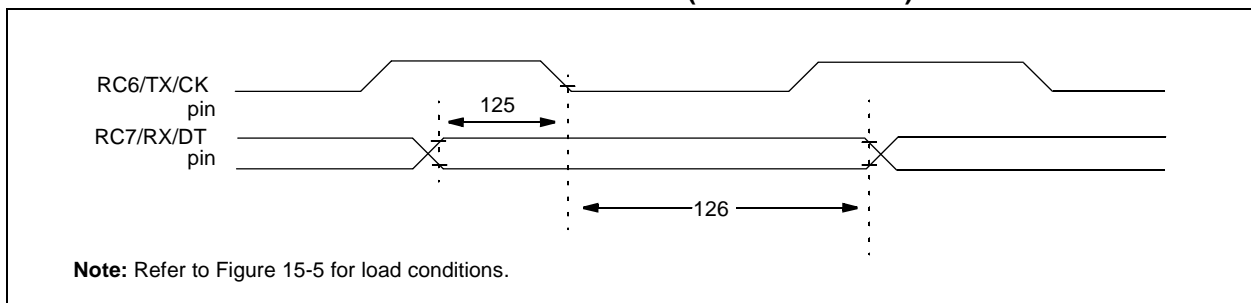


**TABLE 15-10: USART SYNCHRONOUS TRANSMISSION REQUIREMENTS**

Param No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
120	TckH2dtV	SYNC XMIT (MASTER & SLAVE) Clock high to data out valid	Standard(F)	—	—	80	ns
			Extended(LF)	—	—	100	ns
121	Tckrf	Clock out rise time and fall time (Master mode)	Standard(F)	—	—	45	ns
			Extended(LF)	—	—	50	ns
122	Tdtrf	Data out rise time and fall time	Standard(F)	—	—	45	ns
			Extended(LF)	—	—	50	ns

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

**FIGURE 15-20: USART SYNCHRONOUS RECEIVE (MASTER/SLAVE) TIMING**



**TABLE 15-11: USART SYNCHRONOUS RECEIVE REQUIREMENTS**

Parameter No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
125	TdtV2ckL	SYNC RCV (MASTER & SLAVE) Data setup before CK ↓ (DT setup time)	15	—	—	ns	
126	TckL2dtI	Data hold after CK ↓ (DT hold time)	15	—	—	ns	

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

# PIC16F87X

**TABLE 15-12: PIC16F87X-04 (COMMERCIAL, INDUSTRIAL, EXTENDED)  
PIC16F87X-10 (EXTENDED)  
PIC16F87X-20 (COMMERCIAL, INDUSTRIAL)  
PIC16LF87X-04 (COMMERCIAL, INDUSTRIAL)**

Param No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
A01	NR	Resolution	—	—	10-bits	bit	$V_{REF} = V_{DD} = 5.12V$ , $V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A03	EIL	Integral linearity error	—	—	$< \pm 1$	LSb	$V_{REF} = V_{DD} = 5.12V$ , $V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A04	EDL	Differential linearity error	—	—	$< \pm 1$	LSb	$V_{REF} = V_{DD} = 5.12V$ , $V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A06	E0FF	Offset error	—	—	$< \pm 2$	LSb	$V_{REF} = V_{DD} = 5.12V$ , $V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A07	EGN	Gain error	—	—	$< \pm 1$	LSb	$V_{REF} = V_{DD} = 5.12V$ , $V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A10	—	Monotonicity <sup>(3)</sup>	—	guaranteed	—	—	$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A20	VREF	Reference voltage ( $V_{REF+} - V_{REF-}$ )	2.0	—	$V_{DD} + 0.3$	V	Absolute minimum electrical spec. To ensure 10-bit accuracy.
A21	VREF+	Reference voltage High	$AV_{DD} - 2.5V$	—	$AV_{DD} + 0.3V$	V	
A22	VREF-	Reference voltage low	$AV_{SS} - 0.3V$	—	$V_{REF+} - 2.0V$	V	
A25	VAIN	Analog input voltage	$V_{SS} - 0.3V$	—	$V_{REF} + 0.3V$	V	
A30	ZAIN	Recommended impedance of analog voltage source	—	—	10.0	k $\Omega$	
A40	IAD	A/D conversion current ( $V_{DD}$ )	Standard	220	—	$\mu A$	Average current consumption when A/D is on ( <b>Note 1</b> )
			Extended	90	—	$\mu A$	
A50	IREF	VREF input current ( <b>Note 2</b> )	10	—	1000	$\mu A$	During $V_{AIN}$ acquisition. Based on differential of $V_{HOLD}$ to $V_{AIN}$ to charge $CHOLD$ , see Section 11.1.
			—	—	10	$\mu A$	During A/D Conversion cycle

\* These parameters are characterized but not tested.

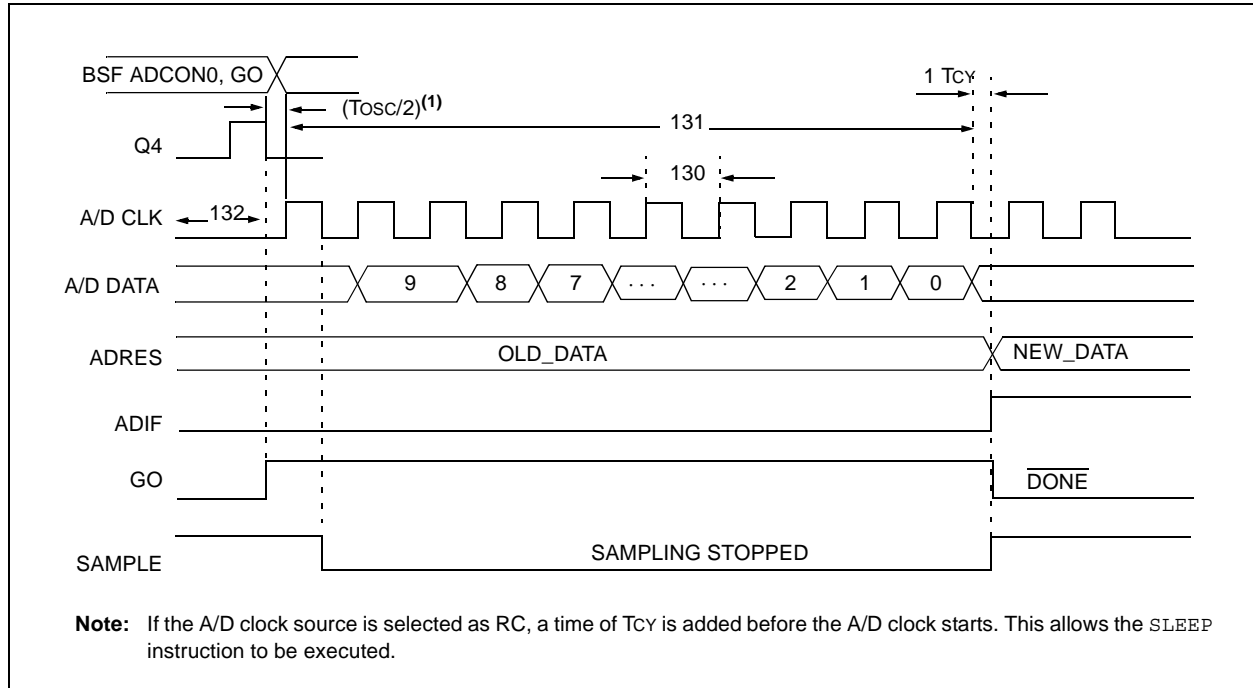
† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

**Note 1:** When A/D is off, it will not consume any current other than minor leakage current. The power-down current spec includes any such leakage from the A/D module.

**2:**  $V_{REF}$  current is from RA3 pin or  $V_{DD}$  pin, whichever is selected as reference input.

**3:** The A/D conversion result never decreases with an increase in the input voltage, and has no missing codes.

**FIGURE 15-21: A/D CONVERSION TIMING**



**TABLE 15-13: A/D CONVERSION REQUIREMENTS**

Param No.	Sym	Characteristic	Min	Typ†	Max	Units	Conditions	
130	TAD	A/D clock period	Standard(F)	1.6	—	—	$\mu s$	TOSC based, $V_{REF} \geq 3.0V$
			Extended(LF)	3.0	—	—	$\mu s$	TOSC based, $V_{REF} \geq 2.0V$
			Standard(F)	2.0	4.0	6.0	$\mu s$	A/D RC mode
			Extended(LF)	3.0	6.0	9.0	$\mu s$	A/D RC mode
131	TCNV	Conversion time (not including S/H time) (Note 1)		—	12	TAD		
132	TACQ	Acquisition time	(Note 2)	40	—	$\mu s$	The minimum time is the amplifier settling time. This may be used if the "new" input voltage has not changed by more than 1 LSB (i.e., 20.0 mV @ 5.12V) from the last sampled voltage (as stated on CHOLD).	
			10*	—	—	$\mu s$		
134	TGO	Q4 to A/D clock start	—	$T_{osc}/2$ §	—	—	If the A/D clock source is selected as RC, a time of $T_{cy}$ is added before the A/D clock starts. This allows the <code>SLEEP</code> instruction to be executed.	

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

§ This specification ensured by design.

**Note 1:** ADRES register may be read on the following  $T_{cy}$  cycle.

**Note 2:** See Section 11.1 for minimum conditions.

# PIC16F87X

---

NOTES:

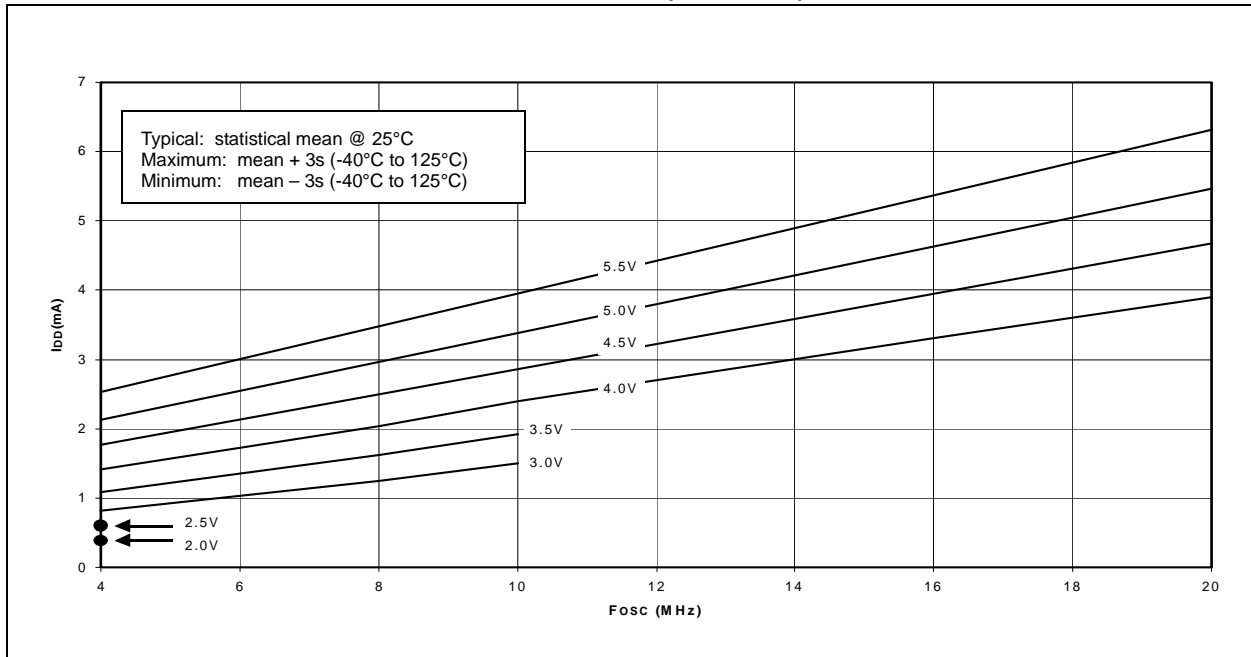
## 16.0 DC AND AC CHARACTERISTICS GRAPHS AND TABLES

The graphs and tables provided in this section are for **design guidance** and are **not tested**.

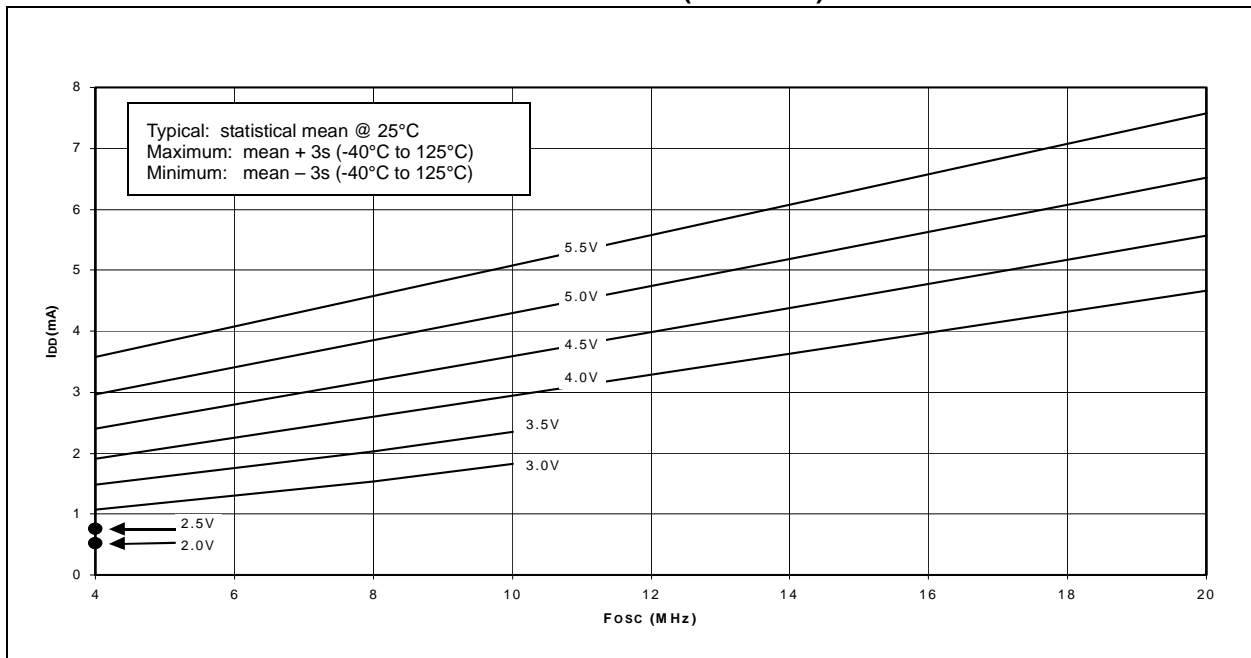
In some graphs or tables, the data presented is **outside specified operating range** (i.e., outside specified  $V_{DD}$  range). This is for **information only** and devices are ensured to operate properly only within the specified range.

The data presented in this section is a **statistical summary** of data collected on units from different lots over a period of time and matrix samples. 'Typical' represents the mean of the distribution at 25°C. 'max' or 'min' represents (mean + 3 $\sigma$ ) or (mean - 3 $\sigma$ ) respectively, where  $\sigma$  is standard deviation, over the whole temperature range.

**FIGURE 16-1: TYPICAL  $I_{DD}$  vs.  $F_{osc}$  OVER  $V_{DD}$  (HS MODE)**



**FIGURE 16-2: MAXIMUM  $I_{DD}$  vs.  $F_{osc}$  OVER  $V_{DD}$  (HS MODE)**



# PIC16F87X

FIGURE 16-3: TYPICAL  $I_{DD}$  vs.  $F_{osc}$  OVER  $V_{DD}$  (XT MODE)

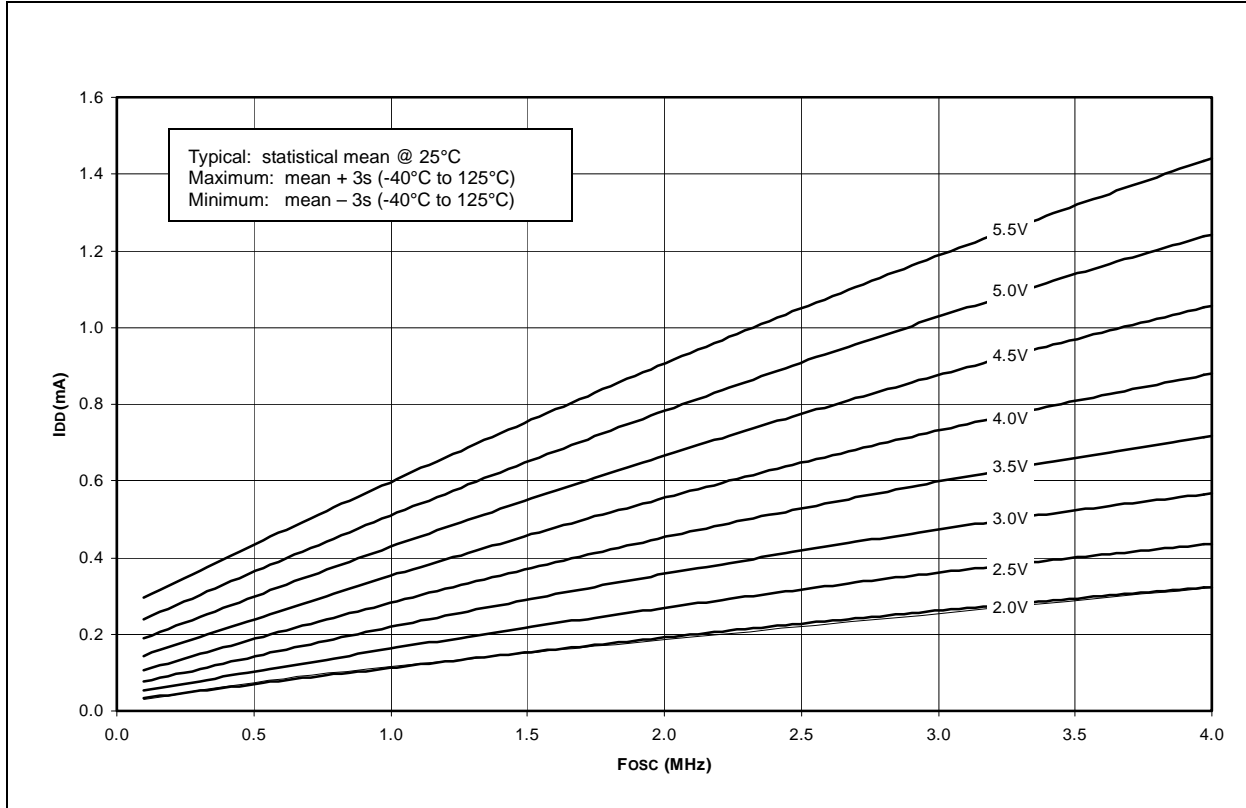
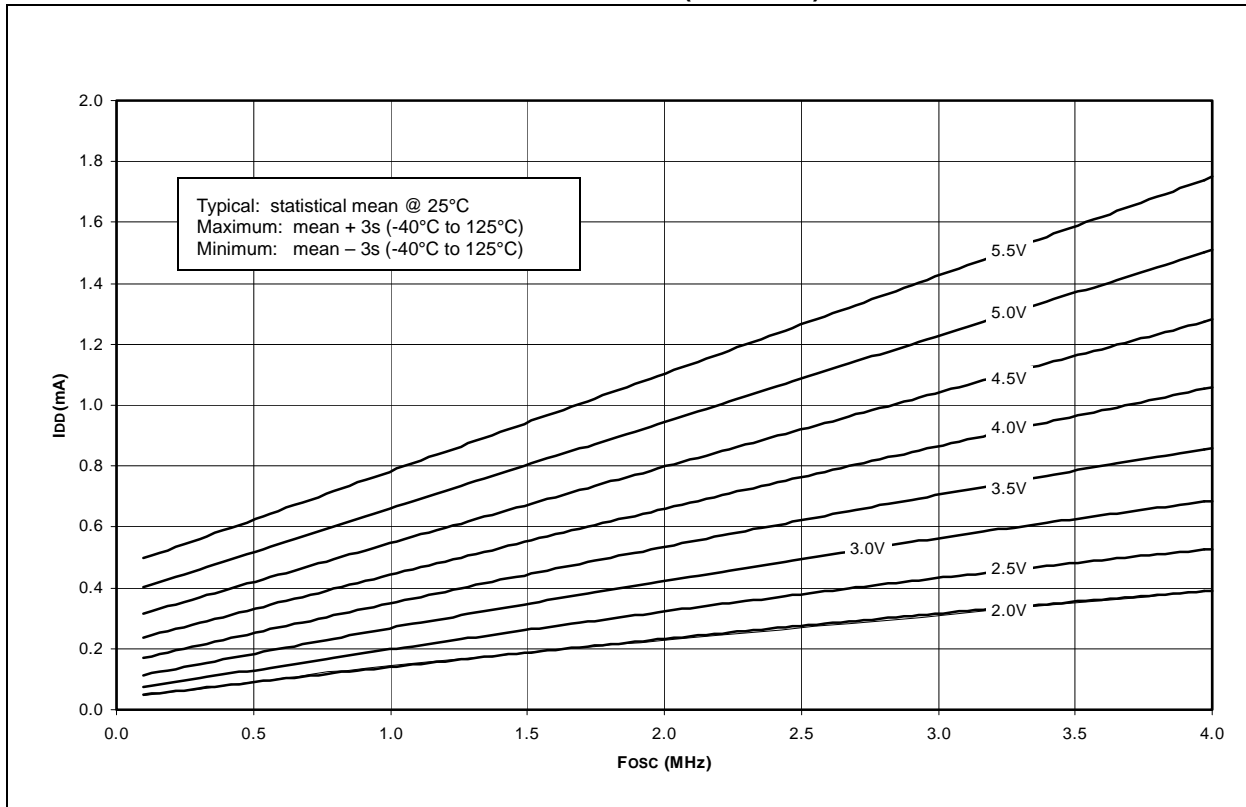
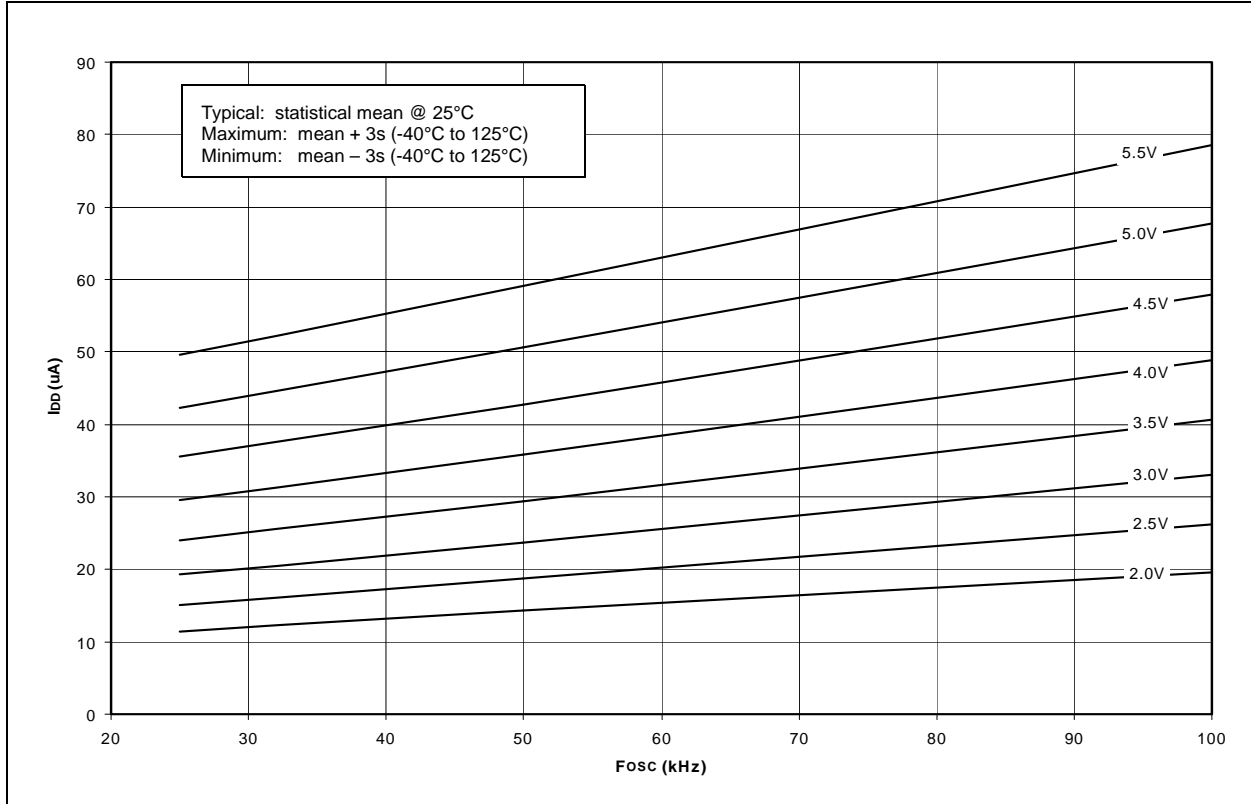


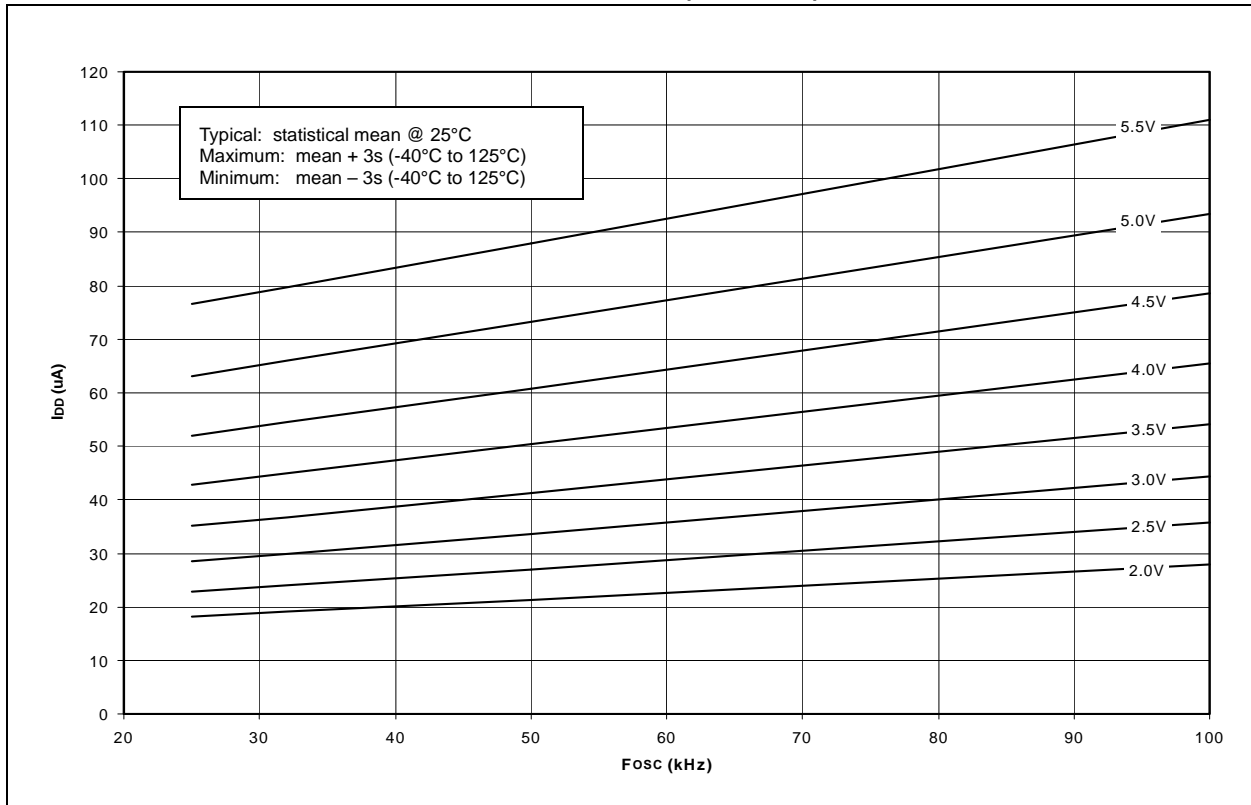
FIGURE 16-4: MAXIMUM  $I_{DD}$  vs.  $F_{osc}$  OVER  $V_{DD}$  (LP MODE)



**FIGURE 16-5: TYPICAL  $I_{DD}$  vs.  $F_{osc}$  OVER  $V_{DD}$  (LP MODE)**



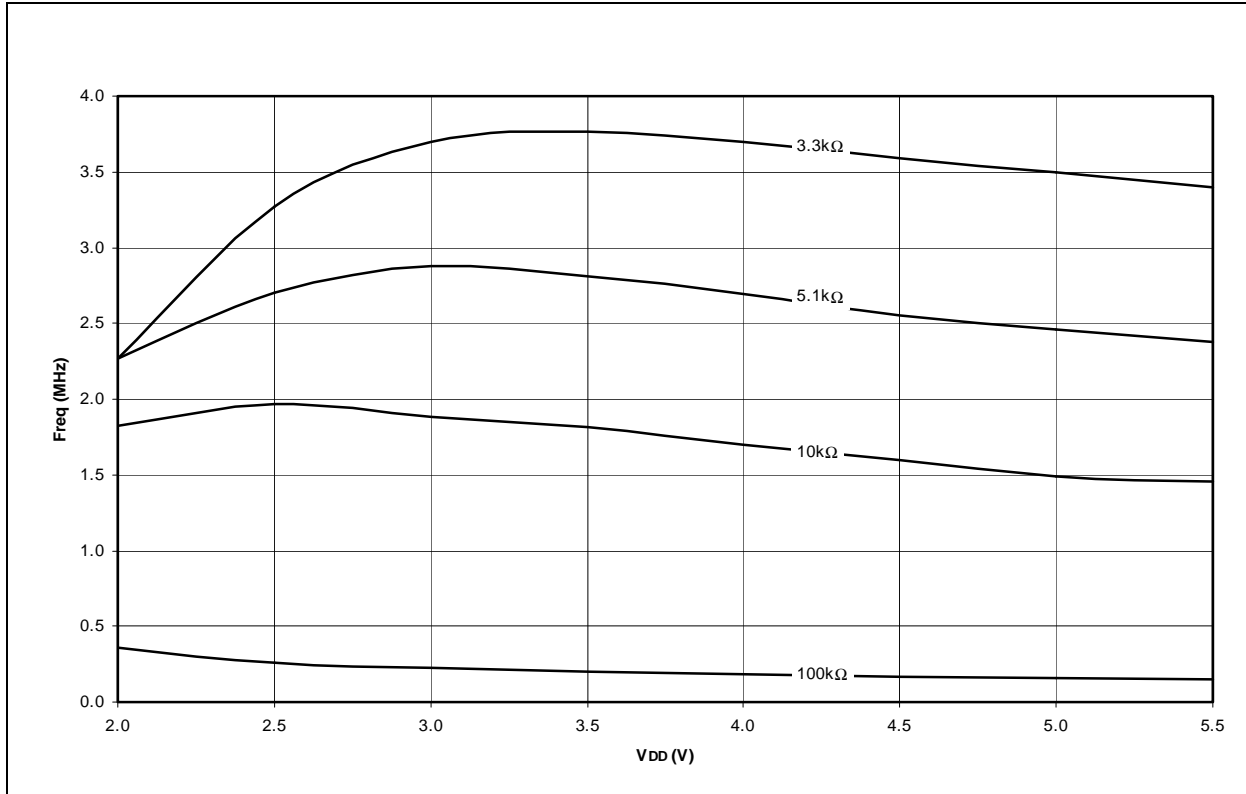
**FIGURE 16-6: MAXIMUM  $I_{DD}$  vs.  $F_{osc}$  OVER  $V_{DD}$  (XT MODE)**



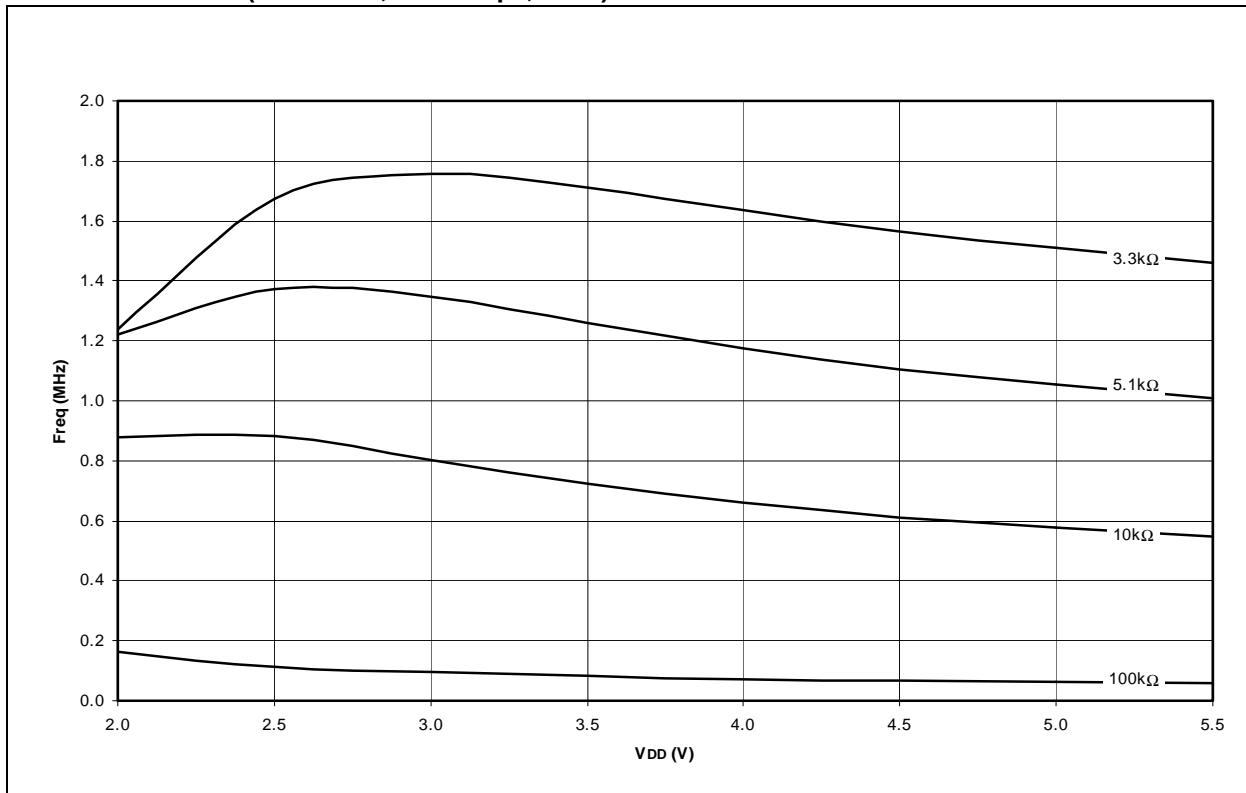


# PIC16F87X

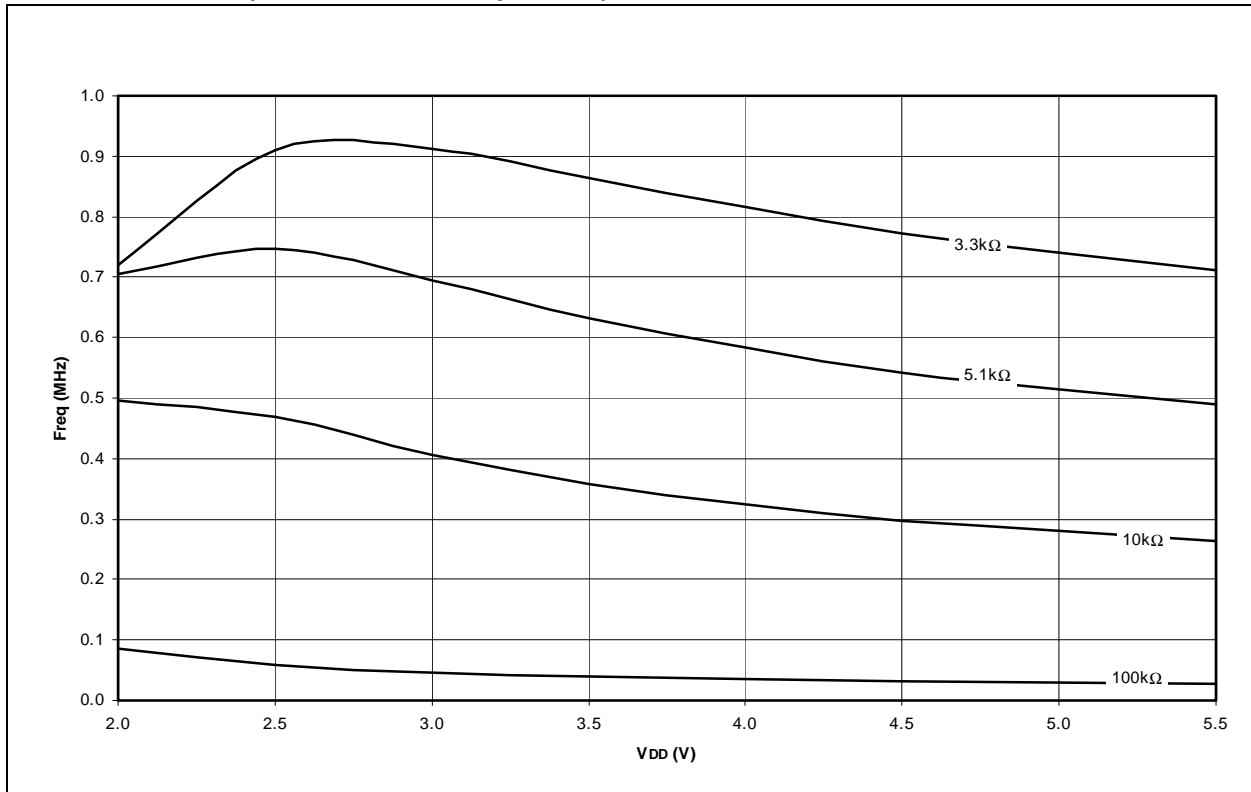
**FIGURE 16-7: AVERAGE  $F_{osc}$  vs.  $V_{DD}$  FOR VARIOUS VALUES OF R (RC MODE, C = 20 pF, 25°C)**



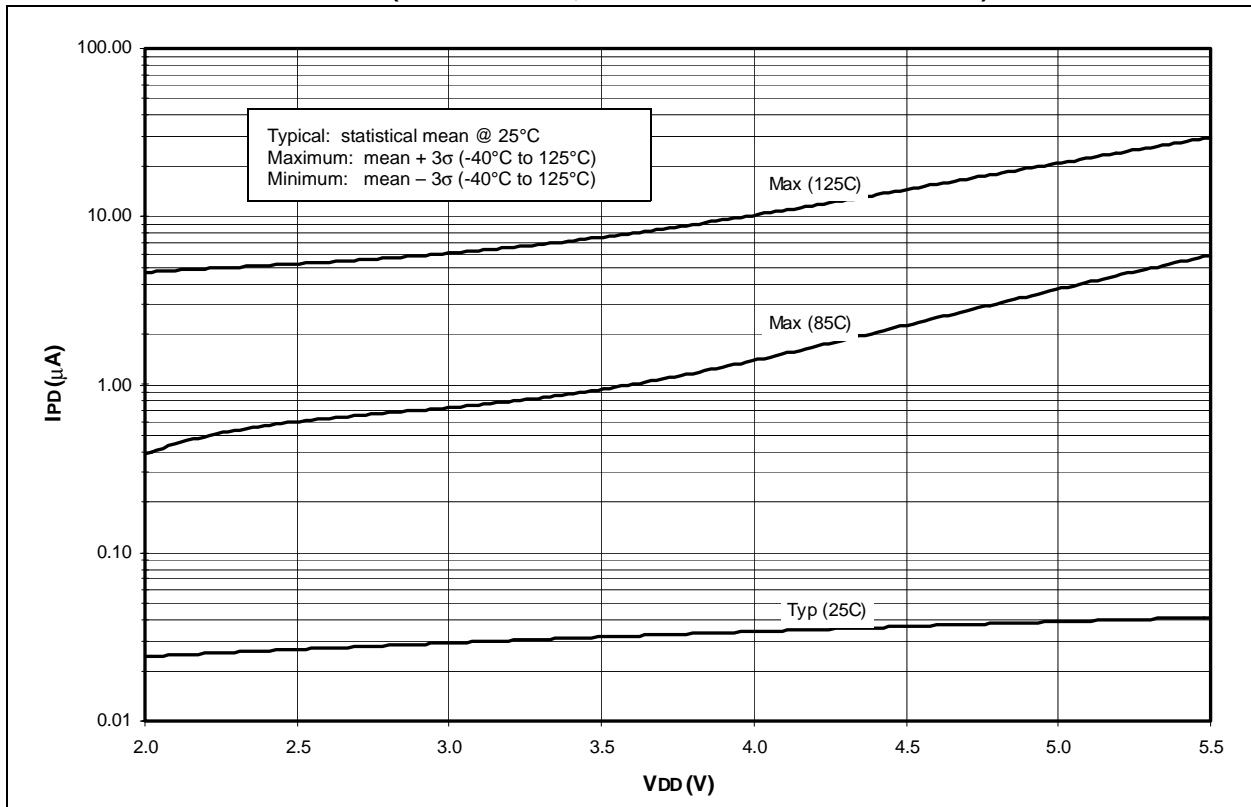
**FIGURE 16-8: AVERAGE  $F_{osc}$  vs.  $V_{DD}$  FOR VARIOUS VALUES OF R (RC MODE, C = 100 pF, 25°C)**



**FIGURE 16-9: AVERAGE  $F_{osc}$  vs.  $V_{DD}$  FOR VARIOUS VALUES OF R (RC MODE,  $C = 300\text{ pF}$ ,  $25^\circ\text{C}$ )**

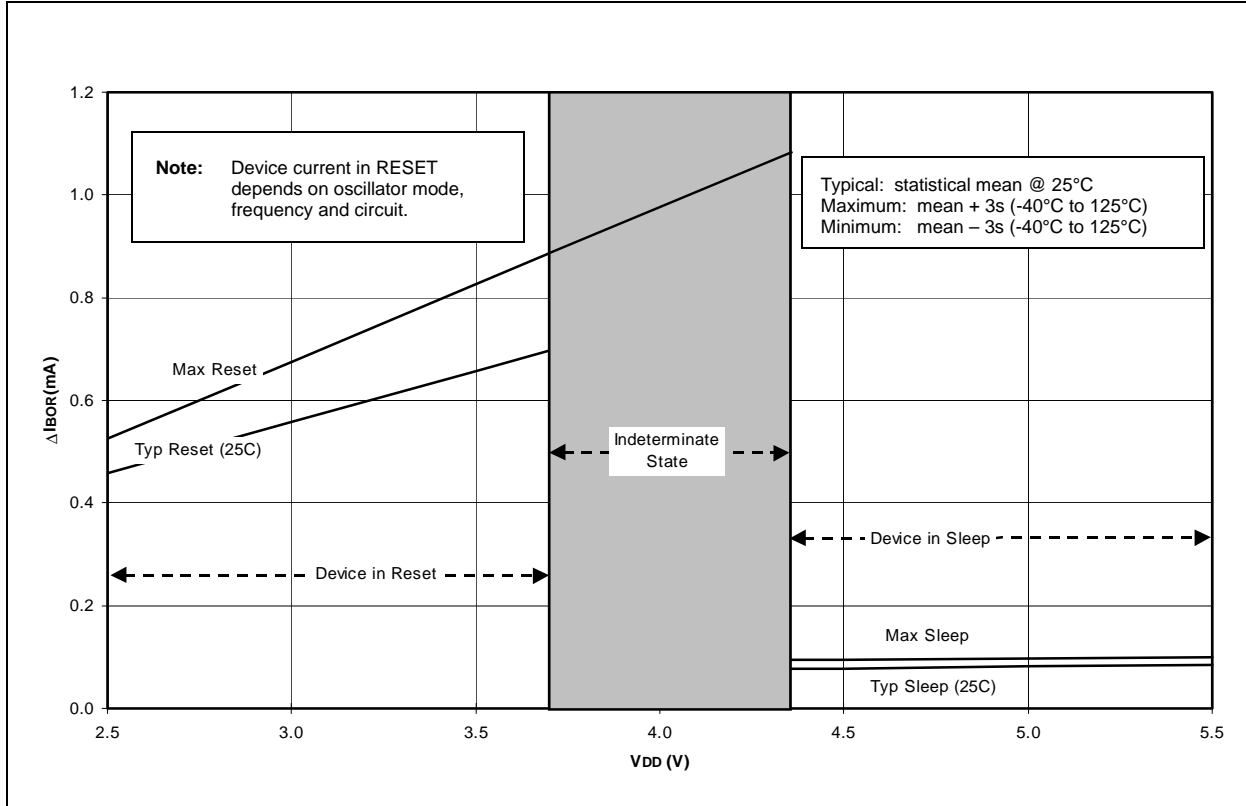


**FIGURE 16-10: IPD vs.  $V_{DD}$  (SLEEP MODE, ALL PERIPHERALS DISABLED)**

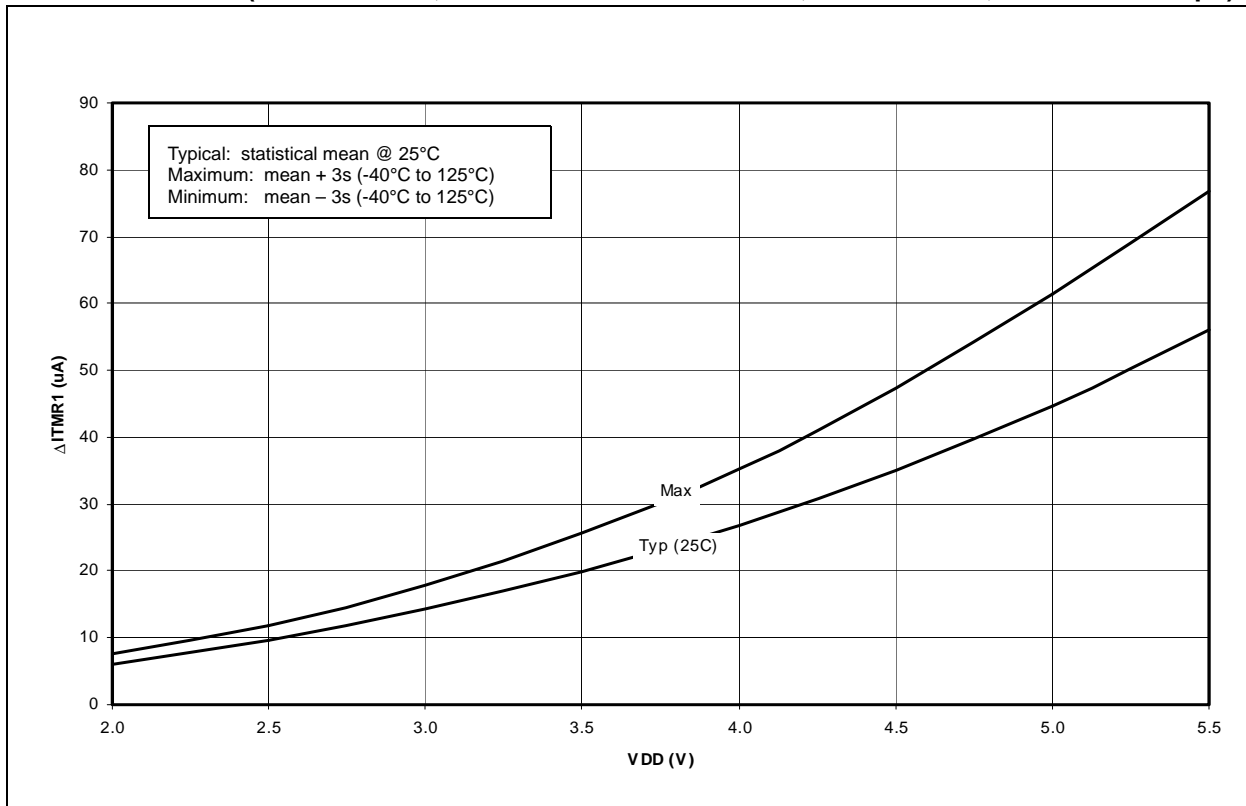


# PIC16F87X

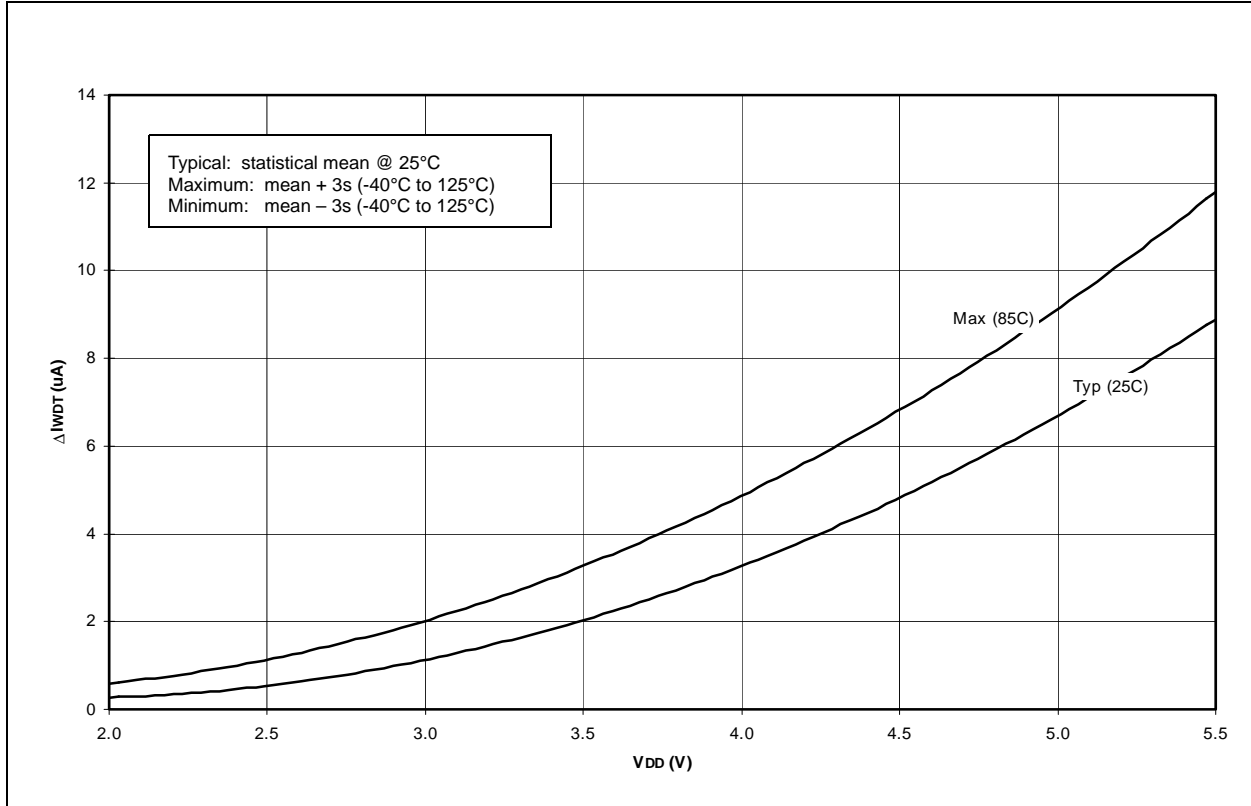
**FIGURE 16-11:  $\Delta I_{BOR}$  vs.  $V_{DD}$  OVER TEMPERATURE**



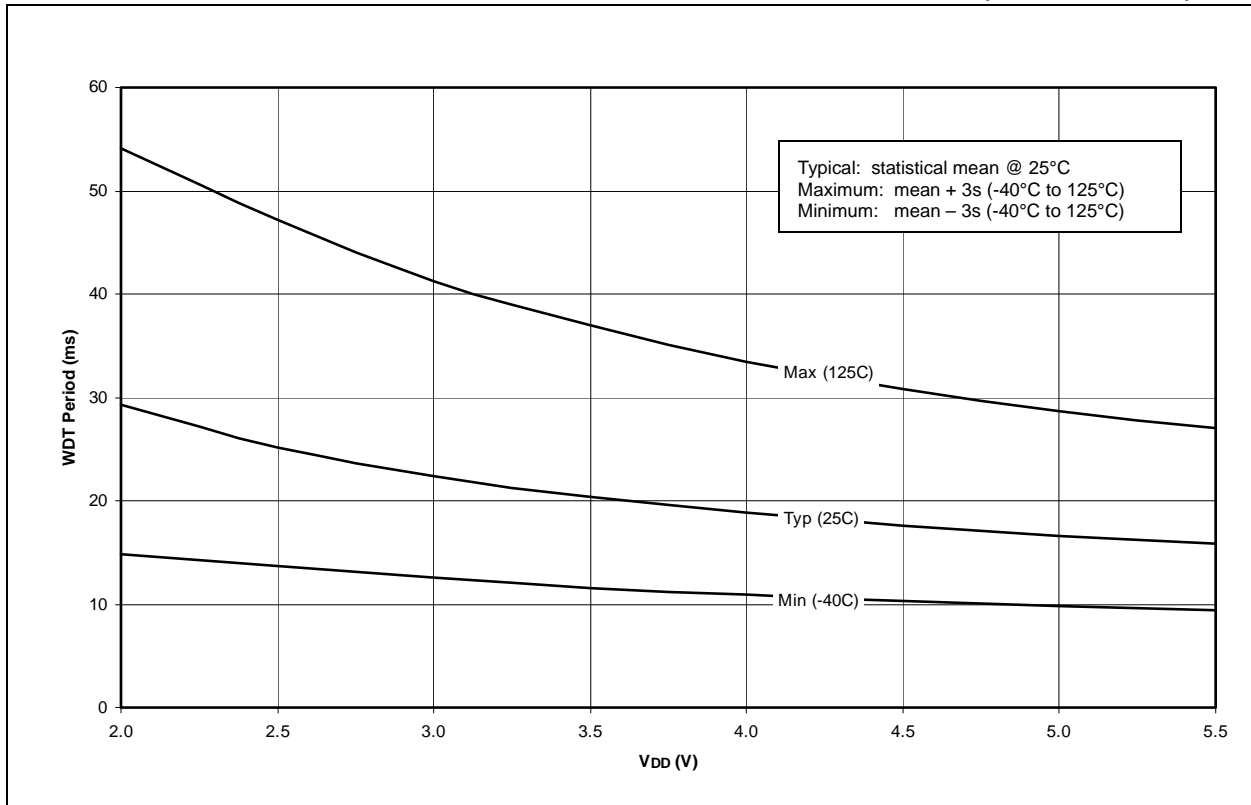
**FIGURE 16-12: TYPICAL AND MAXIMUM  $\Delta I_{TMR1}$  vs.  $V_{DD}$  OVER TEMPERATURE (-10°C TO 70°C, TIMER1 WITH OSCILLATOR, XTAL=32 kHz, C1 AND C2=50 pF)**



**FIGURE 16-13: TYPICAL AND MAXIMUM  $\Delta I_{WDT}$  vs.  $V_{DD}$  OVER TEMPERATURE**

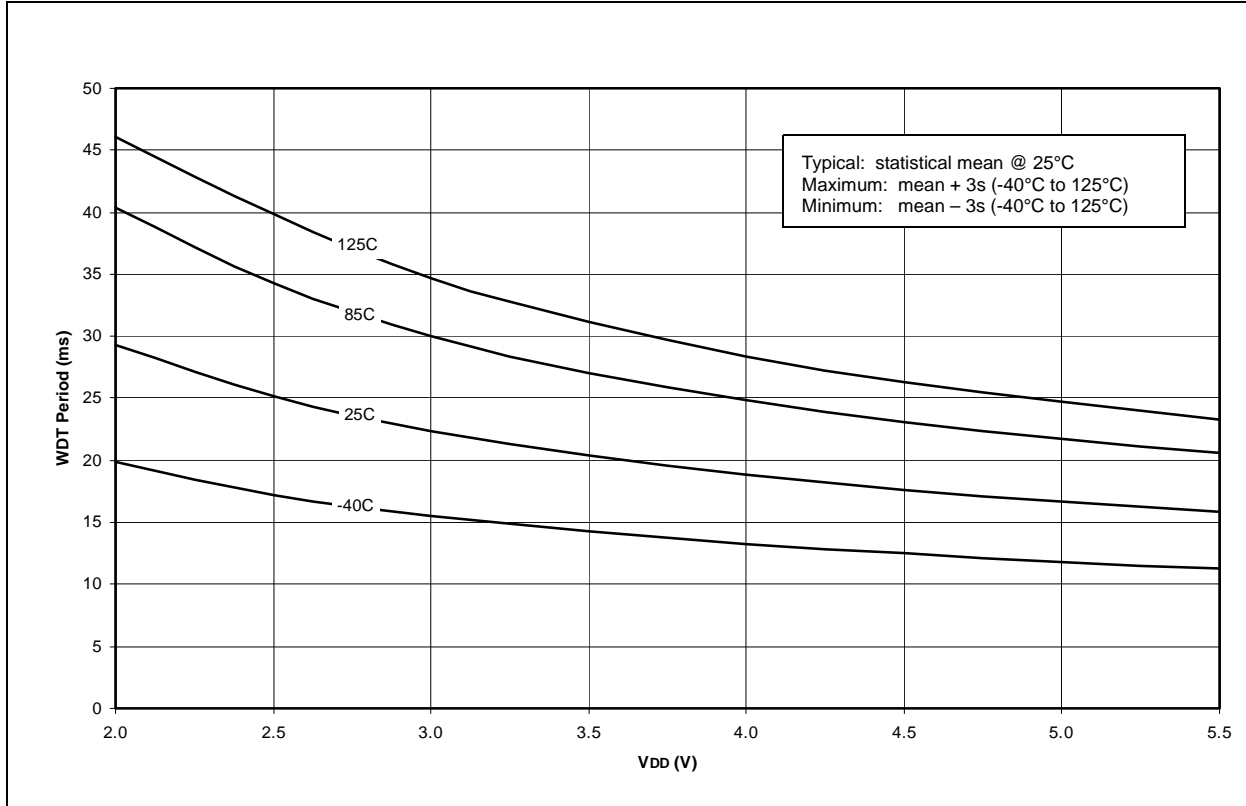


**FIGURE 16-14: TYPICAL, MINIMUM AND MAXIMUM WDT PERIOD vs.  $V_{DD}$  (-40°C TO 125°C)**

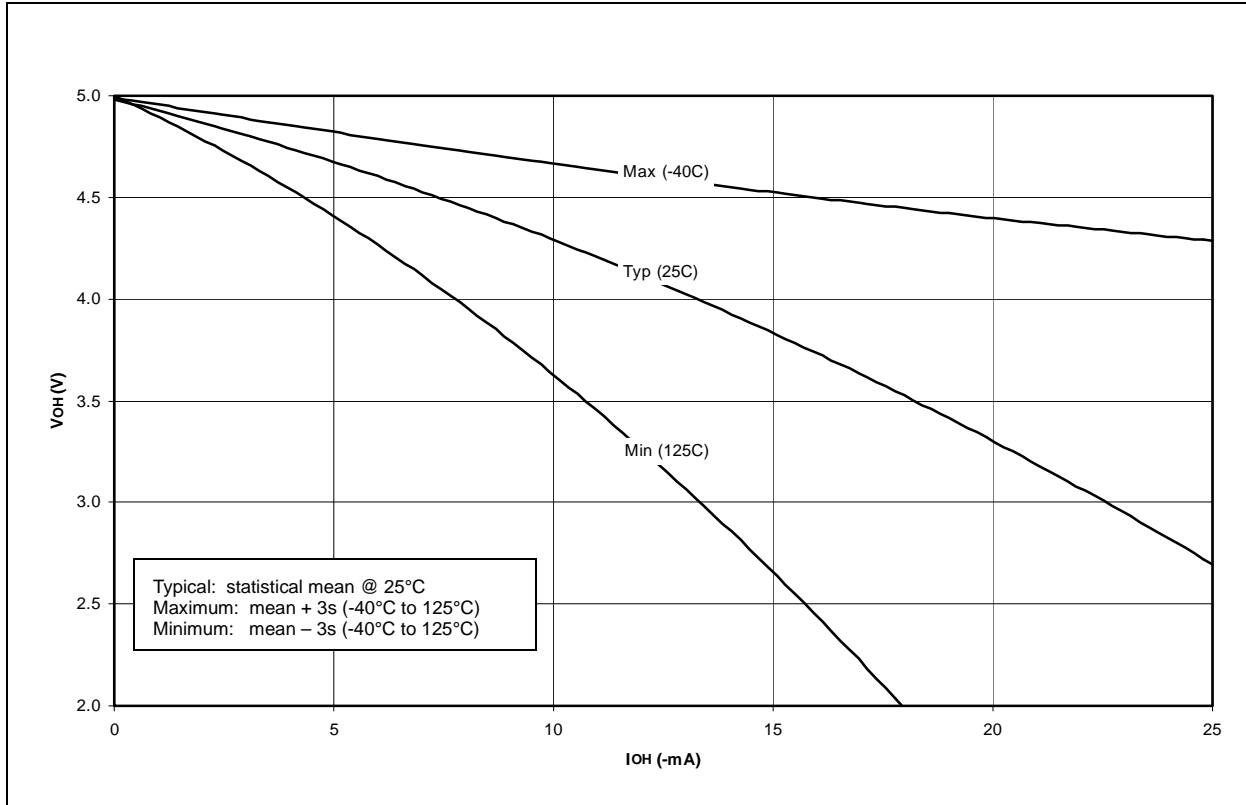


# PIC16F87X

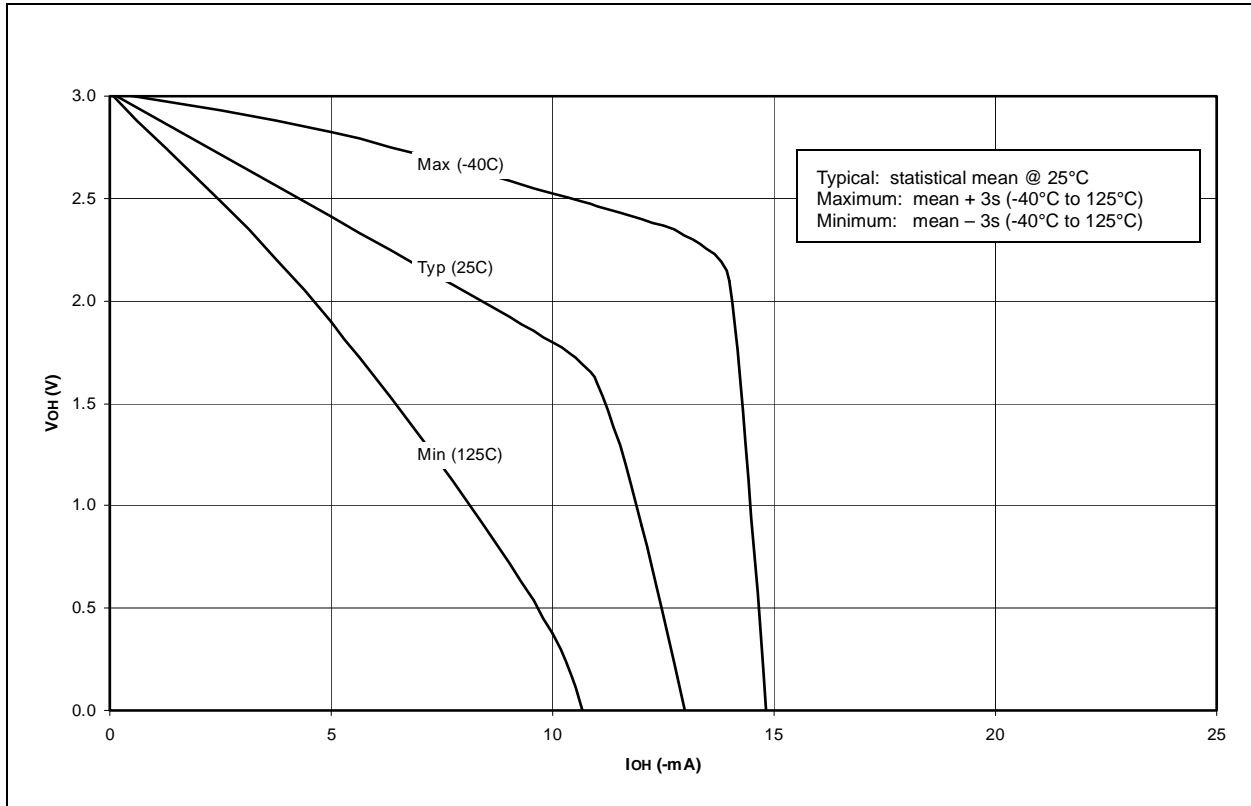
**FIGURE 16-15: AVERAGE WDT PERIOD vs. VDD OVER TEMPERATURE (-40°C TO 125°C)**



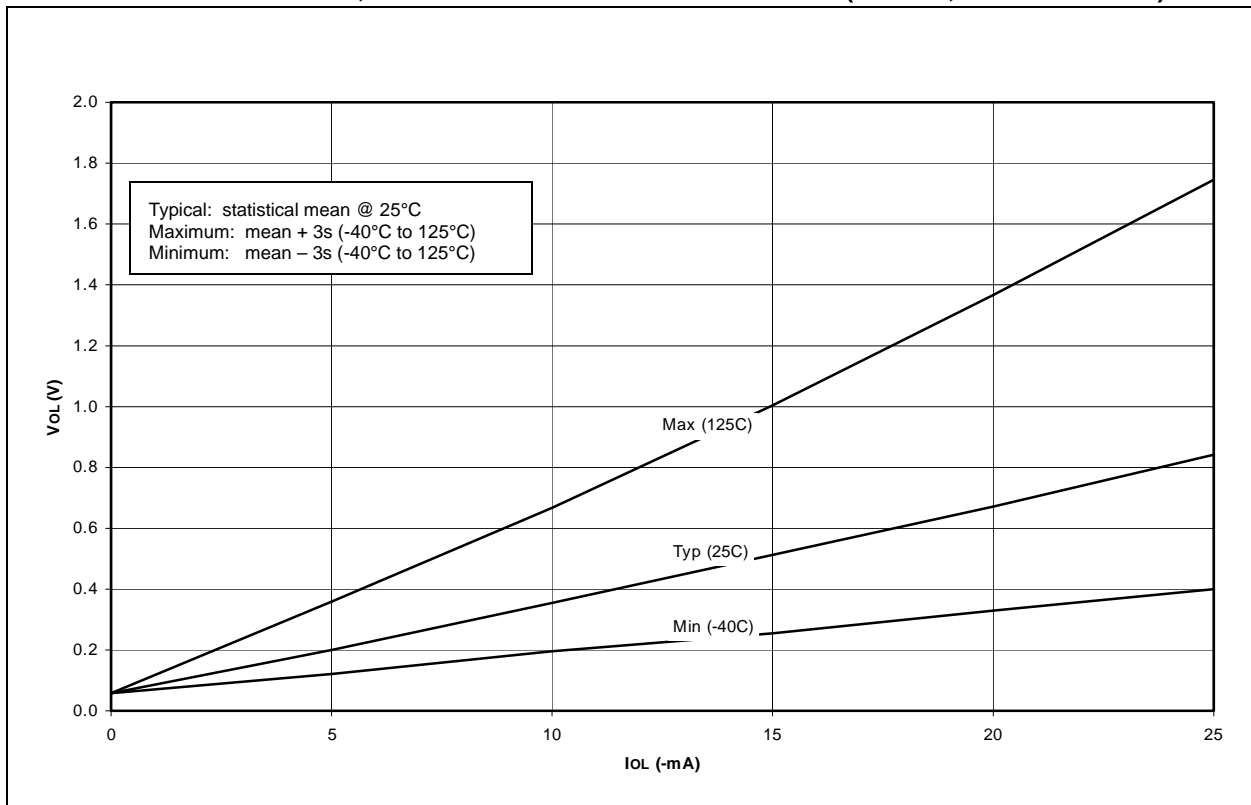
**FIGURE 16-16: TYPICAL, MINIMUM AND MAXIMUM VOH vs. IOH (VDD=5V, -40°C TO 125°C)**



**FIGURE 16-17: TYPICAL, MINIMUM AND MAXIMUM  $V_{OH}$  vs.  $I_{OH}$  ( $V_{DD}=3V$ ,  $-40^{\circ}C$  TO  $125^{\circ}C$ )**



**FIGURE 16-18: TYPICAL, MINIMUM AND MAXIMUM  $V_{OL}$  vs.  $I_{OL}$  ( $V_{DD}=5V$ ,  $-40^{\circ}C$  TO  $125^{\circ}C$ )**



# PIC16F87X

FIGURE 16-19: TYPICAL, MINIMUM AND MAXIMUM  $V_{OL}$  vs.  $I_{OL}$  ( $V_{DD}=3V$ ,  $-40^{\circ}C$  TO  $125^{\circ}C$ )

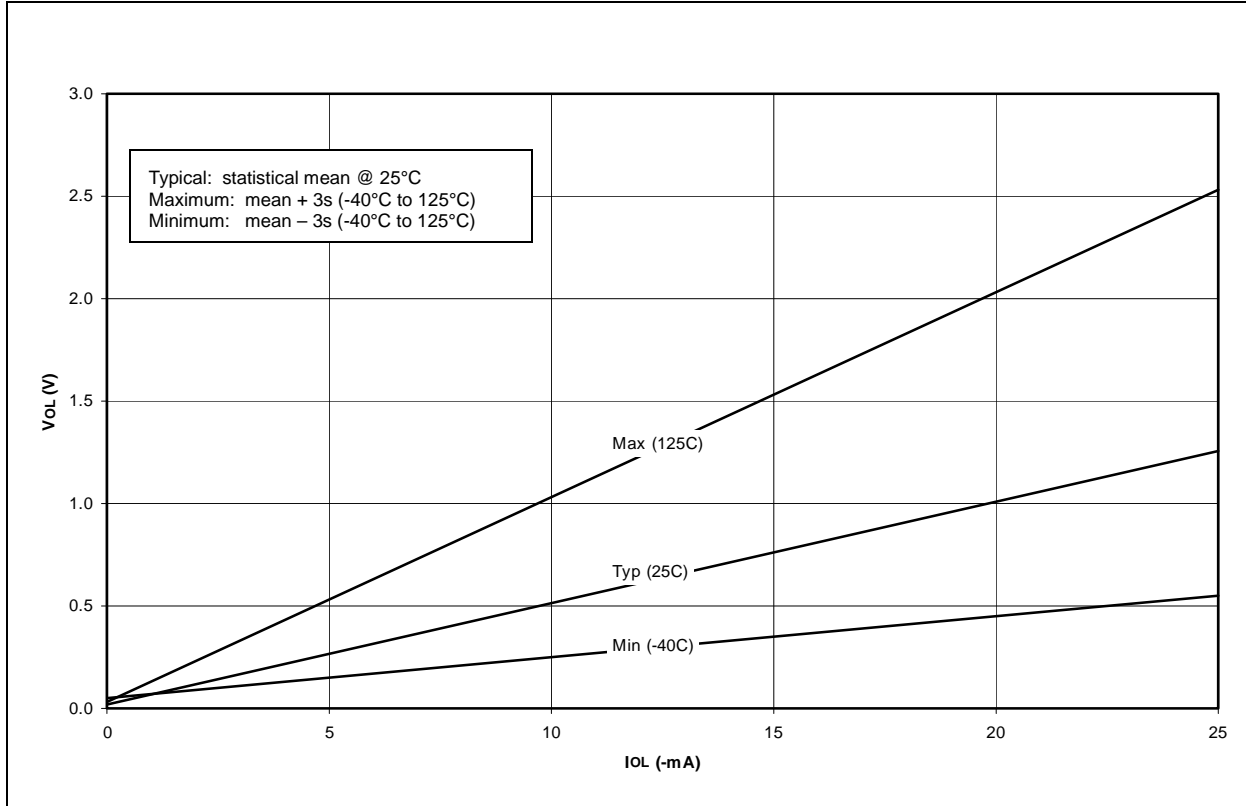
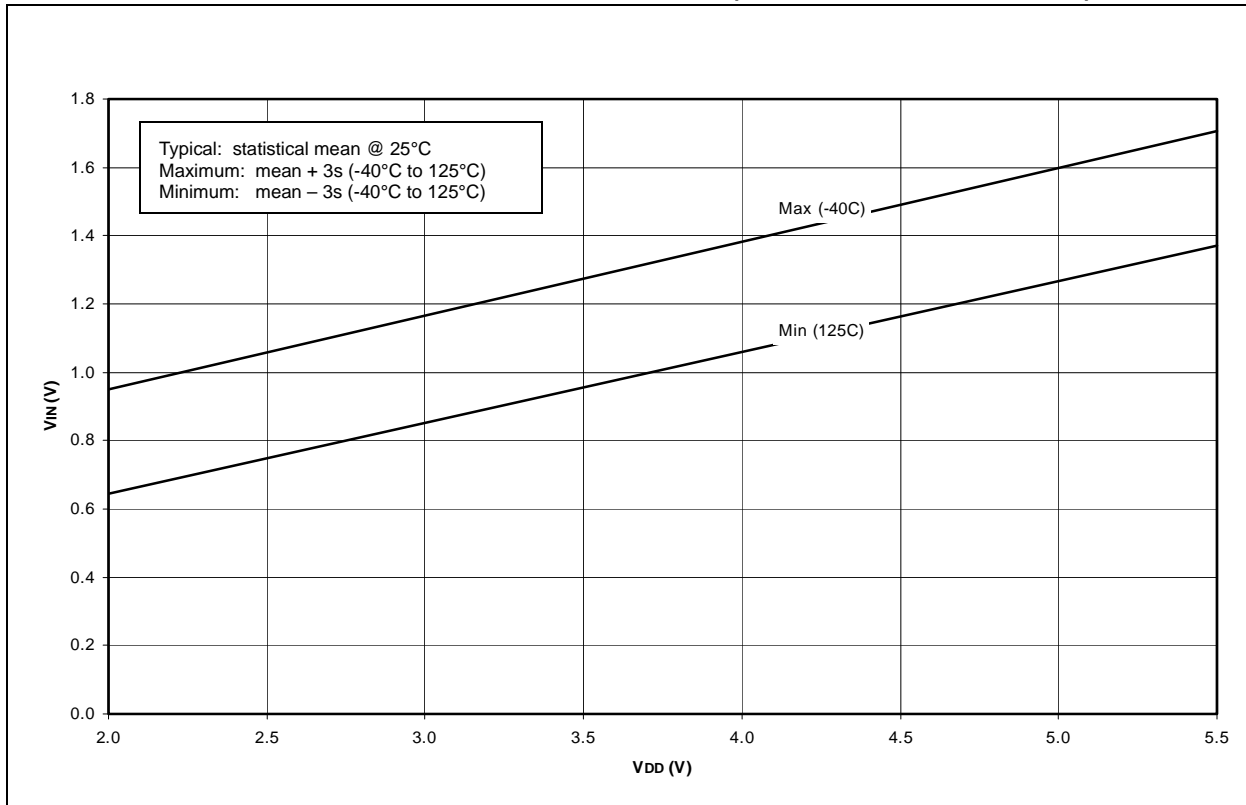
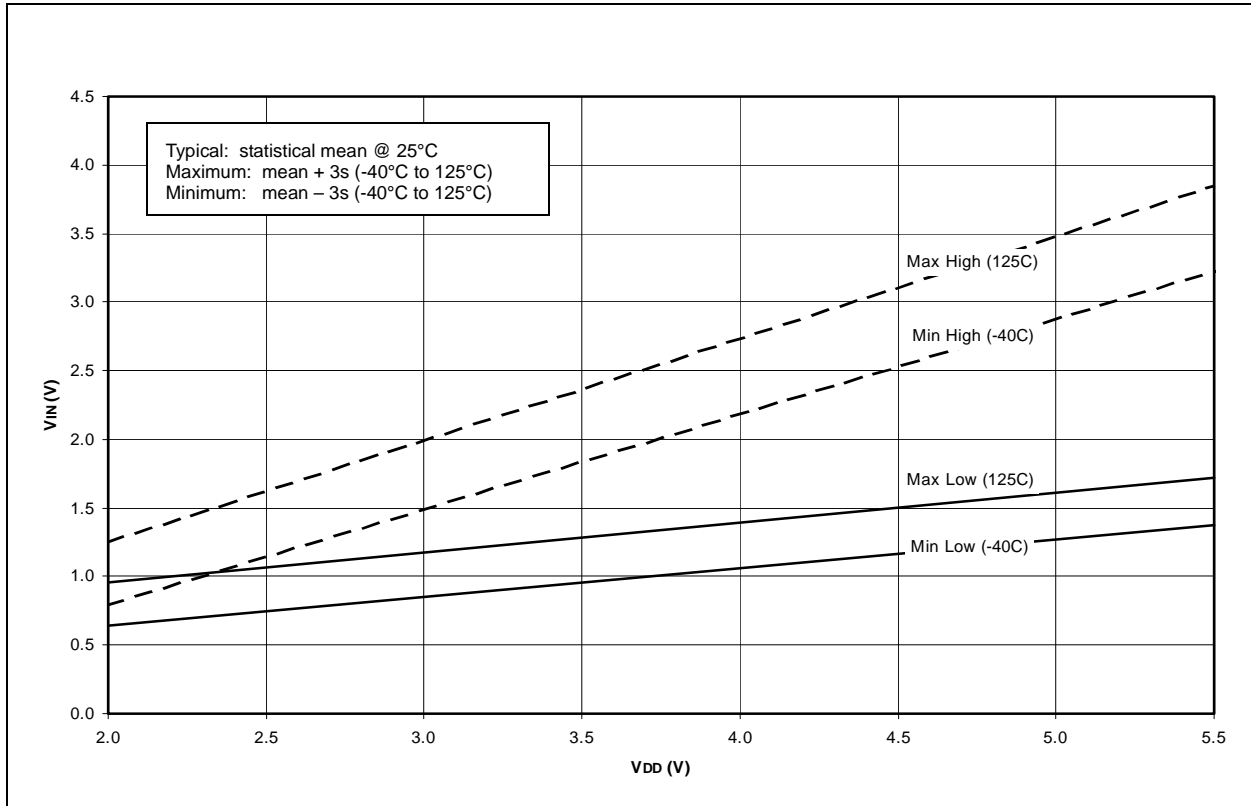


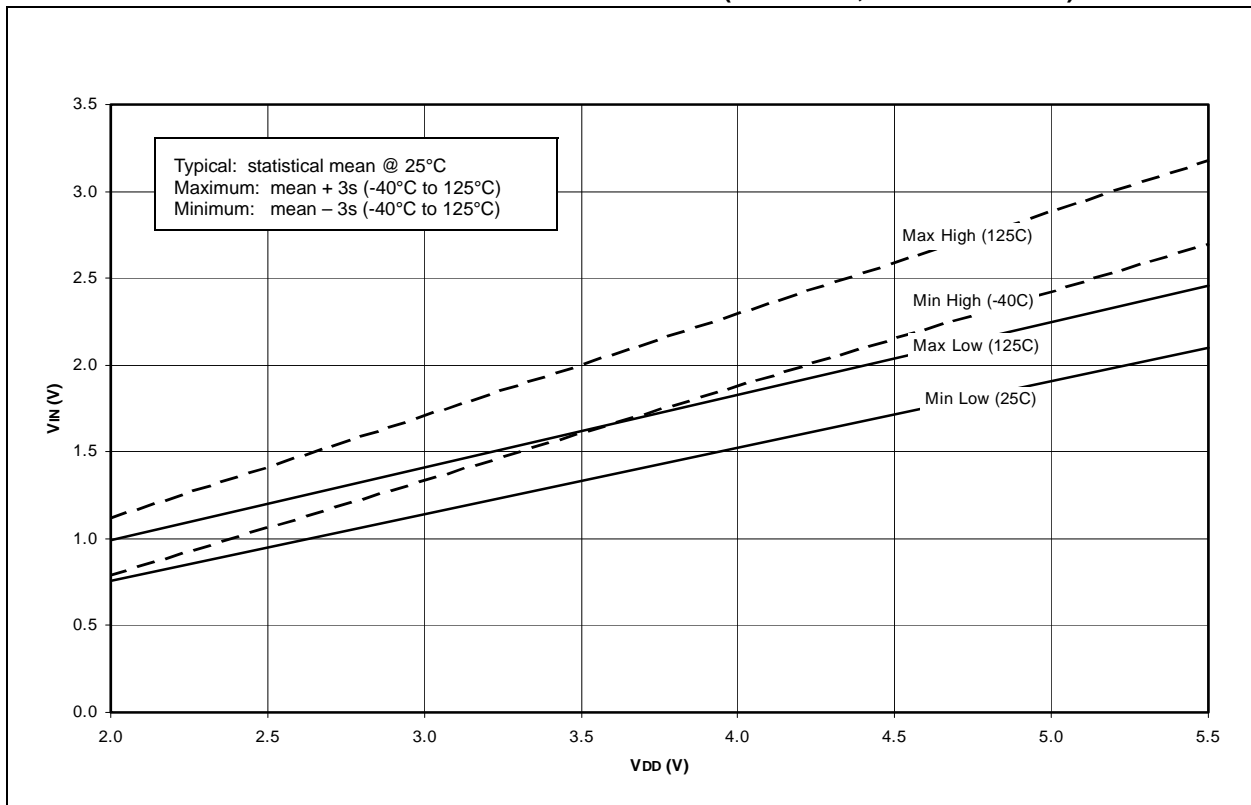
FIGURE 16-20: MINIMUM AND MAXIMUM  $V_{IN}$  vs.  $V_{DD}$ , (TTL INPUT,  $-40^{\circ}C$  TO  $125^{\circ}C$ )



**FIGURE 16-21: MINIMUM AND MAXIMUM  $V_{IN}$  vs.  $V_{DD}$  (ST INPUT,  $-40^{\circ}\text{C}$  TO  $125^{\circ}\text{C}$ )**



**FIGURE 16-22: MINIMUM AND MAXIMUM  $V_{IN}$  vs.  $V_{DD}$  ( $I^2C$  INPUT,  $-40^{\circ}\text{C}$  TO  $125^{\circ}\text{C}$ )**





# PIC16F87X

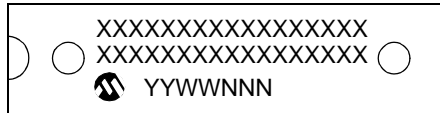
---

NOTES:

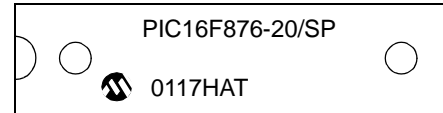
## 17.0 PACKAGING INFORMATION

### 17.1 Package Marking Information

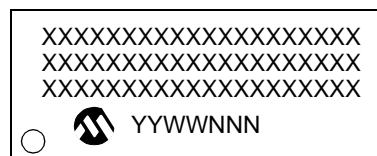
28-Lead PDIP (Skinny DIP)



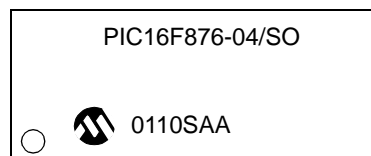
Example



28-Lead SOIC



Example



**Legend:** XX...X Customer specific information\*  
YY Year code (last 2 digits of calendar year)  
WW Week code (week of January 1 is week '01')  
NNN Alphanumeric traceability code

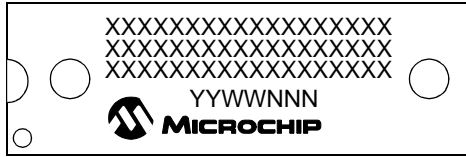
**Note:** In the event the full Microchip part number cannot be marked on one line, it will be carried over to the next line thus limiting the number of available characters for customer specific information.

\* Standard OTP marking consists of Microchip part number, year code, week code, facility code, mask rev#, and assembly code. For OTP marking beyond this, certain price adders apply. Please check with your Microchip Sales Office. For QTP devices, any special marking adders are included in QTP price.

# PIC16F87X

## Package Marking Information (Cont'd)

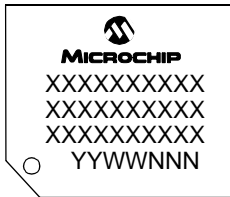
40-Lead PDIP



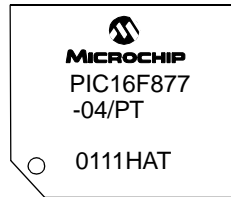
Example



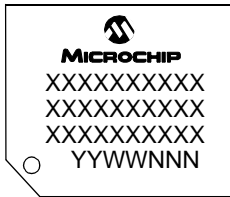
44-Lead TQFP



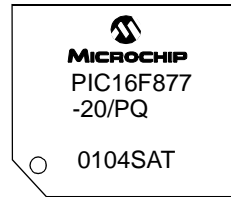
Example



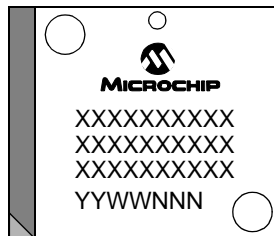
44-Lead MQFP



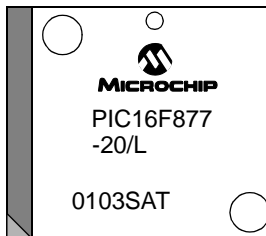
Example



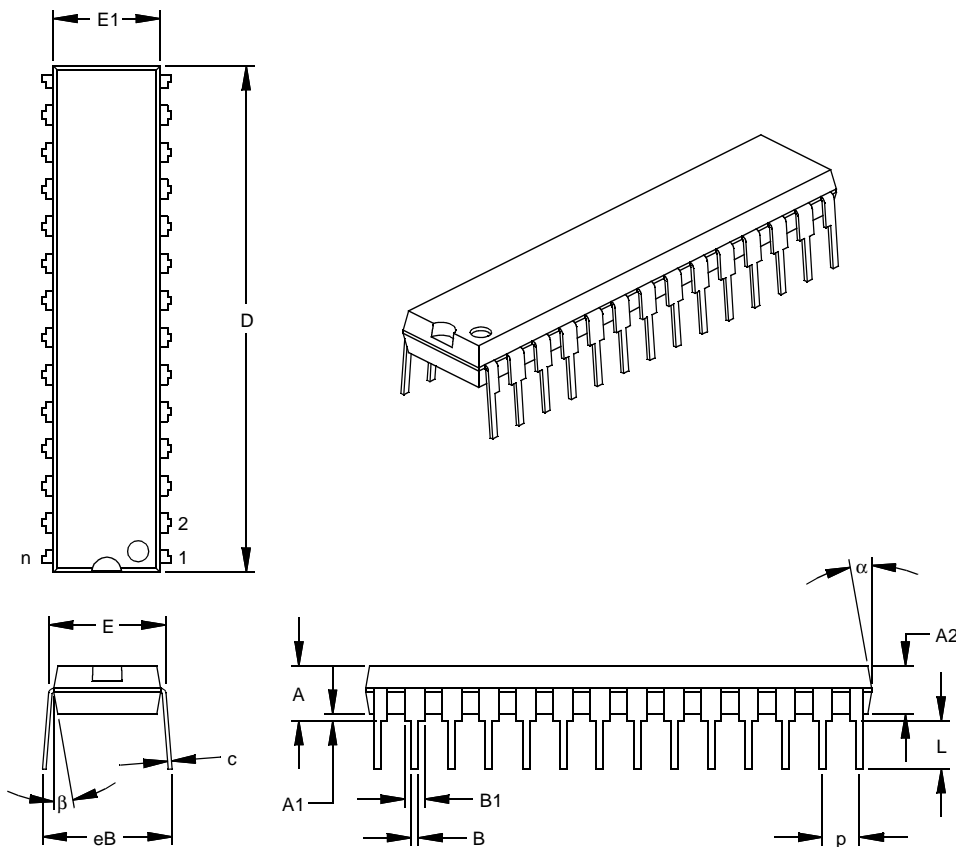
44-Lead PLCC



Example



## 28-Lead Skinny Plastic Dual In-line (SP) – 300 mil (PDIP)



		Units	INCHES*			MILLIMETERS		
Dimension Limits			MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n			28			28	
Pitch	p			.100			2.54	
Top to Seating Plane	A		.140	.150	.160	3.56	3.81	4.06
Molded Package Thickness	A2		.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
Base to Seating Plane	A1		.015			0.38		
Shoulder to Shoulder Width	E		.300	.310	.325	7.62	7.87	8.26
Molded Package Width	E1		.275	.285	.295	6.99	7.24	7.49
Overall Length	D		1.345	1.365	1.385	34.16	34.67	35.18
Tip to Seating Plane	L		.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
Lead Thickness	c		.008	.012	.015	0.20	0.29	0.38
Upper Lead Width	B1		.040	.053	.065	1.02	1.33	1.65
Lower Lead Width	B		.016	.019	.022	0.41	0.48	0.56
Overall Row Spacing	§ eB		.320	.350	.430	8.13	8.89	10.92
Mold Draft Angle Top	α		5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β		5	10	15	5	10	15

\* Controlling Parameter

§ Significant Characteristic

Notes:

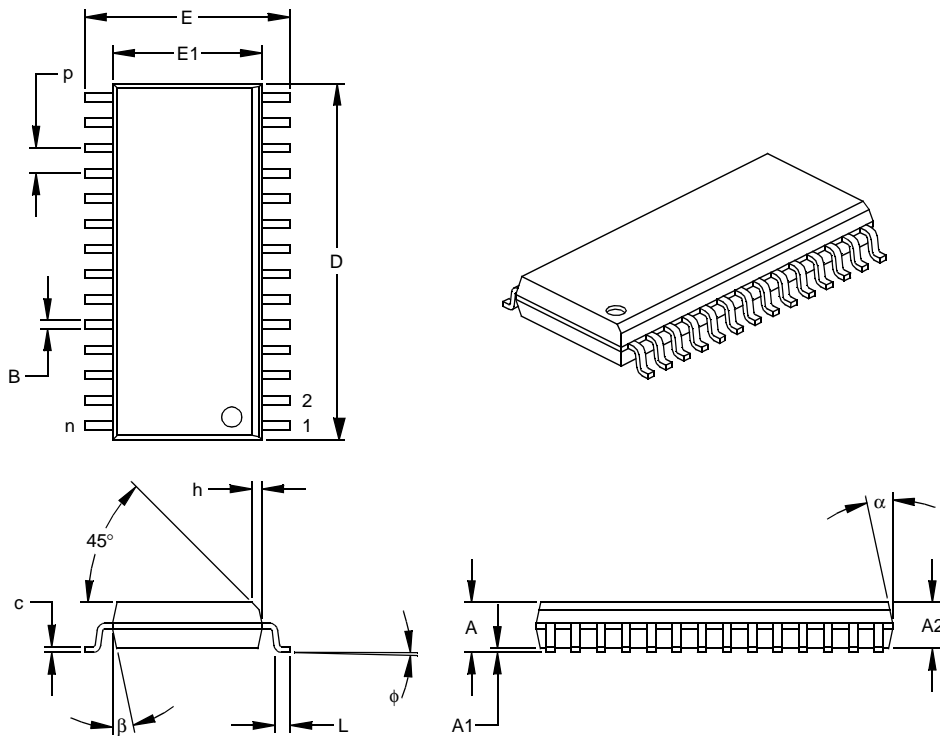
Dimension D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" (0.254mm) per side.

JEDEC Equivalent: MO-095

Drawing No. C04-070

# PIC16F87X

## 28-Lead Plastic Small Outline (SO) – Wide, 300 mil (SOIC)



Dimension Limits	Units	INCHES*			MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		28			28	
Pitch	p		.050			1.27	
Overall Height	A	.093	.099	.104	2.36	2.50	2.64
Molded Package Thickness	A2	.088	.091	.094	2.24	2.31	2.39
Standoff §	A1	.004	.008	.012	0.10	0.20	0.30
Overall Width	E	.394	.407	.420	10.01	10.34	10.67
Molded Package Width	E1	.288	.295	.299	7.32	7.49	7.59
Overall Length	D	.695	.704	.712	17.65	17.87	18.08
Chamfer Distance	h	.010	.020	.029	0.25	0.50	0.74
Foot Length	L	.016	.033	.050	0.41	0.84	1.27
Foot Angle Top	φ	0	4	8	0	4	8
Lead Thickness	c	.009	.011	.013	0.23	0.28	0.33
Lead Width	B	.014	.017	.020	0.36	0.42	0.51
Mold Draft Angle Top	α	0	12	15	0	12	15
Mold Draft Angle Bottom	β	0	12	15	0	12	15

\* Controlling Parameter  
 § Significant Characteristic

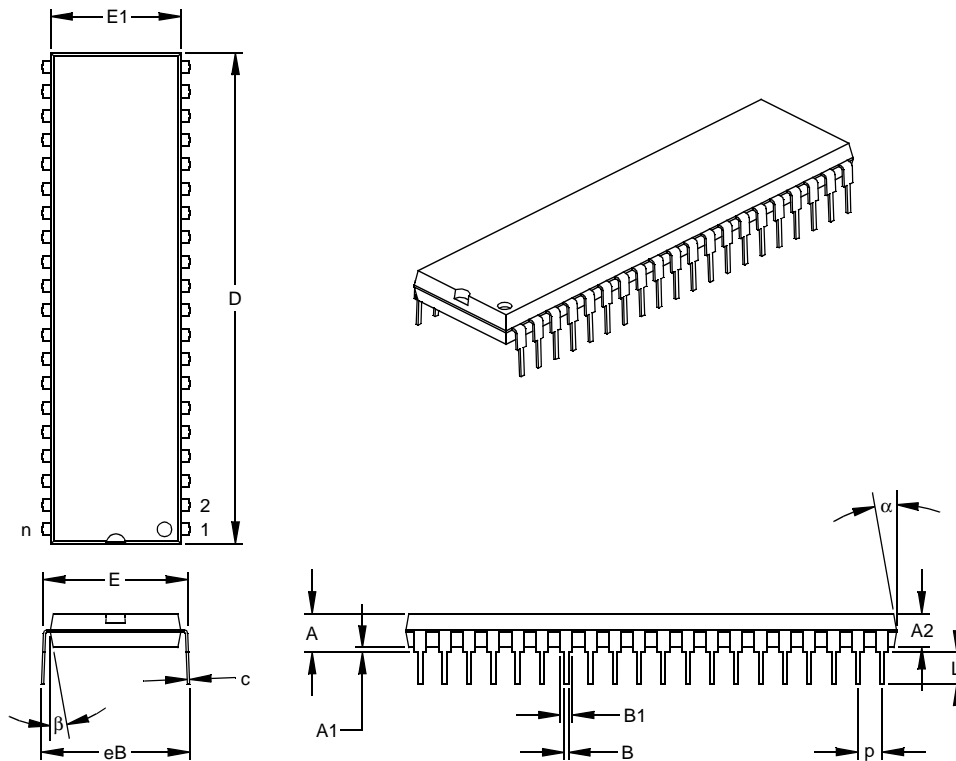
**Notes:**

Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" (0.254mm) per side.

JEDEC Equivalent: MS-013

Drawing No. C04-052

## 40-Lead Plastic Dual In-line (P) – 600 mil (PDIP)



Units		INCHES*			MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		40			40	
Pitch	p		.100			2.54	
Top to Seating Plane	A	.160	.175	.190	4.06	4.45	4.83
Molded Package Thickness	A2	.140	.150	.160	3.56	3.81	4.06
Base to Seating Plane	A1	.015			0.38		
Shoulder to Shoulder Width	E	.595	.600	.625	15.11	15.24	15.88
Molded Package Width	E1	.530	.545	.560	13.46	13.84	14.22
Overall Length	D	2.045	2.058	2.065	51.94	52.26	52.45
Tip to Seating Plane	L	.120	.130	.135	3.05	3.30	3.43
Lead Thickness	c	.008	.012	.015	0.20	0.29	0.38
Upper Lead Width	B1	.030	.050	.070	0.76	1.27	1.78
Lower Lead Width	B	.014	.018	.022	0.36	0.46	0.56
Overall Row Spacing	§ eB	.620	.650	.680	15.75	16.51	17.27
Mold Draft Angle Top	α	5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β	5	10	15	5	10	15

\* Controlling Parameter

§ Significant Characteristic

Notes:

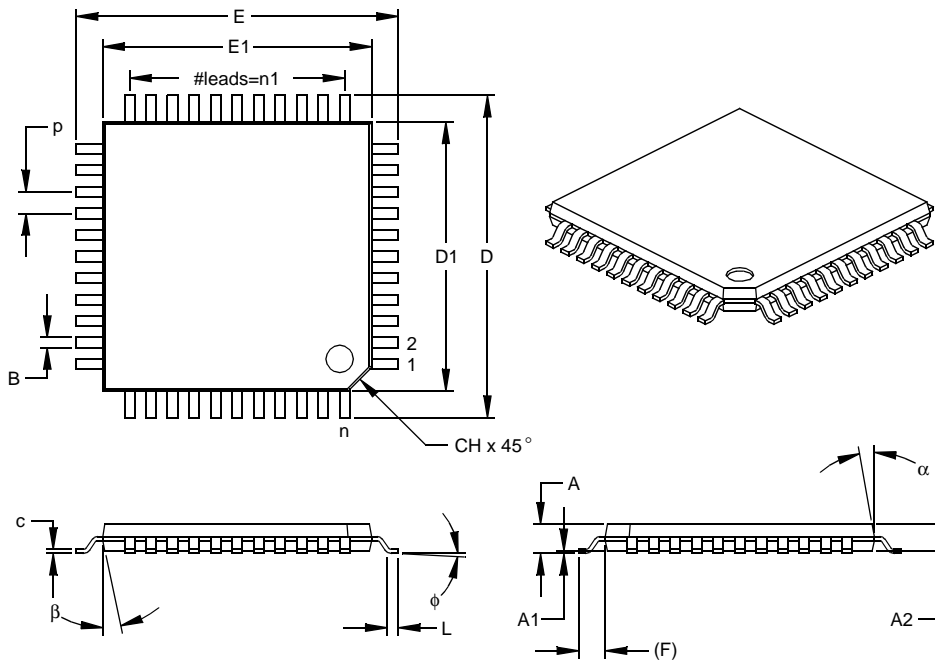
Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" (0.254mm) per side.

JEDEC Equivalent: MO-011

Drawing No. C04-016

# PIC16F87X

## 44-Lead Plastic Thin Quad Flatpack (PT) 10x10x1 mm Body, 1.0/0.10 mm Lead Form (TQFP)



Dimension Limits	Units	INCHES			MILLIMETERS*		
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		44			44	
Pitch	p		.031			0.80	
Pins per Side	n1		11			11	
Overall Height	A	.039	.043	.047	1.00	1.10	1.20
Molded Package Thickness	A2	.037	.039	.041	0.95	1.00	1.05
Standoff §	A1	.002	.004	.006	0.05	0.10	0.15
Foot Length	L	.018	.024	.030	0.45	0.60	0.75
Footprint (Reference)	(F)		.039		1.00		
Foot Angle	φ	0	3.5	7	0	3.5	7
Overall Width	E	.463	.472	.482	11.75	12.00	12.25
Overall Length	D	.463	.472	.482	11.75	12.00	12.25
Molded Package Width	E1	.390	.394	.398	9.90	10.00	10.10
Molded Package Length	D1	.390	.394	.398	9.90	10.00	10.10
Lead Thickness	c	.004	.006	.008	0.09	0.15	0.20
Lead Width	B	.012	.015	.017	0.30	0.38	0.44
Pin 1 Corner Chamfer	CH	.025	.035	.045	0.64	0.89	1.14
Mold Draft Angle Top	α	5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β	5	10	15	5	10	15

\* Controlling Parameter

§ Significant Characteristic

### Notes:

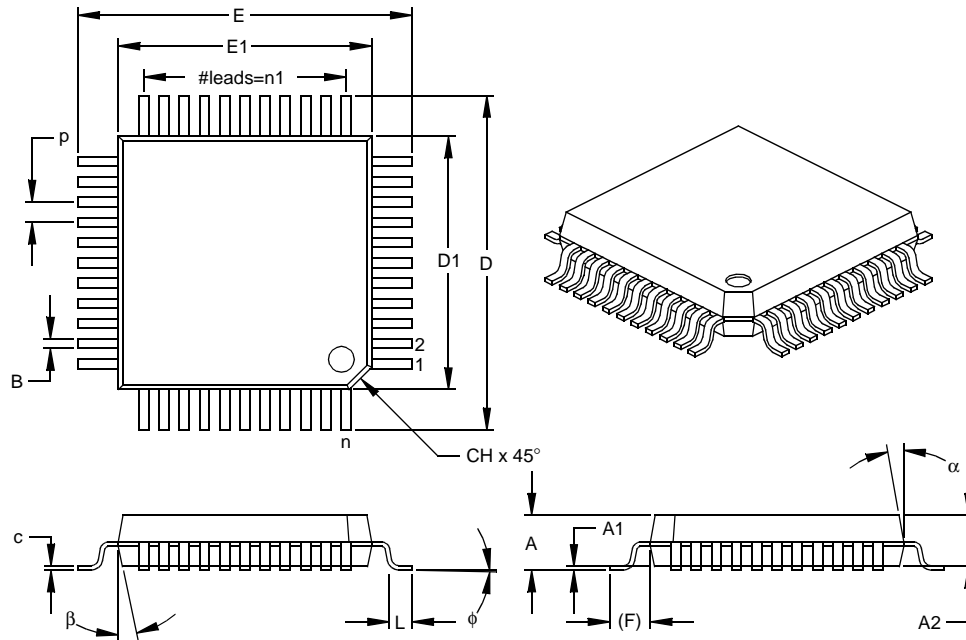
Dimensions D1 and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed

.010" (0.254mm) per side.

JEDEC Equivalent: MS-026

Drawing No. C04-076

## 44-Lead Plastic Metric Quad Flatpack (PQ) 10x10x2 mm Body, 1.6/0.15 mm Lead Form (MQFP)



Units		INCHES			MILLIMETERS*		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		44			44	
Pitch	p		.031			0.80	
Pins per Side	n1		11			11	
Overall Height	A	.079	.086	.093	2.00	2.18	2.35
Molded Package Thickness	A2	.077	.080	.083	1.95	2.03	2.10
Standoff §	A1	.002	.006	.010	0.05	0.15	0.25
Foot Length	L	.029	.035	.041	0.73	0.88	1.03
Footprint (Reference)	(F)		.063			1.60	
Foot Angle	φ	0	3.5	7	0	3.5	7
Overall Width	E	.510	.520	.530	12.95	13.20	13.45
Overall Length	D	.510	.520	.530	12.95	13.20	13.45
Molded Package Width	E1	.390	.394	.398	9.90	10.00	10.10
Molded Package Length	D1	.390	.394	.398	9.90	10.00	10.10
Lead Thickness	c	.005	.007	.009	0.13	0.18	0.23
Lead Width	B	.012	.015	.018	0.30	0.38	0.45
Pin 1 Corner Chamfer	CH	.025	.035	.045	0.64	0.89	1.14
Mold Draft Angle Top	α	5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β	5	10	15	5	10	15

\* Controlling Parameter

§ Significant Characteristic

Notes:

Dimensions D1 and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" (0.254mm) per side.

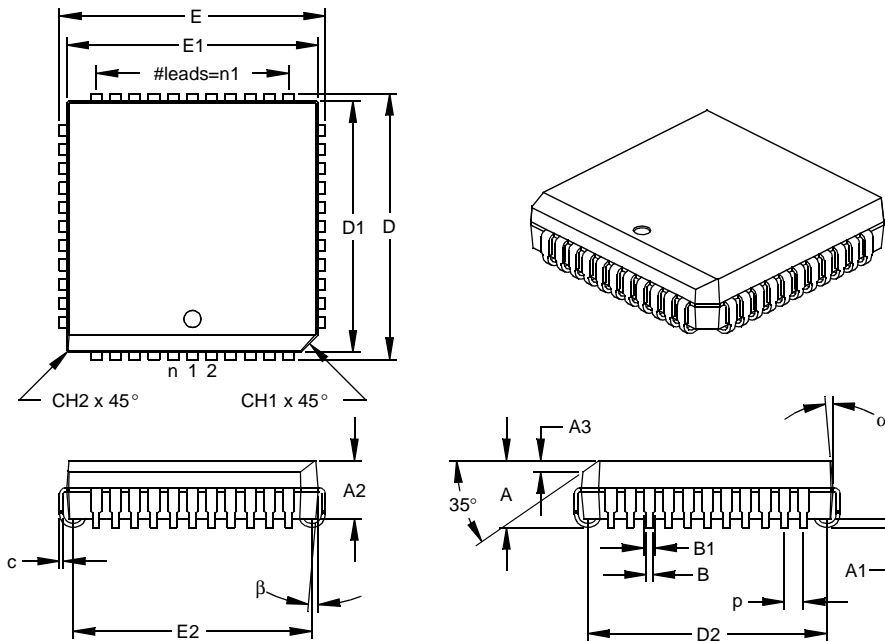
JEDEC Equivalent: MS-022

Drawing No. C04-071



# PIC16F87X

## 44-Lead Plastic Leaded Chip Carrier (L) – Square (PLCC)



Dimension Limits	Units	INCHES*			MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		44			44	
Pitch	p		.050			1.27	
Pins per Side	n1		11			11	
Overall Height	A	.165	.173	.180	4.19	4.39	4.57
Molded Package Thickness	A2	.145	.153	.160	3.68	3.87	4.06
Standoff §	A1	.020	.028	.035	0.51	0.71	0.89
Side 1 Chamfer Height	A3	.024	.029	.034	0.61	0.74	0.86
Corner Chamfer 1	CH1	.040	.045	.050	1.02	1.14	1.27
Corner Chamfer (others)	CH2	.000	.005	.010	0.00	0.13	0.25
Overall Width	E	.685	.690	.695	17.40	17.53	17.65
Overall Length	D	.685	.690	.695	17.40	17.53	17.65
Molded Package Width	E1	.650	.653	.656	16.51	16.59	16.66
Molded Package Length	D1	.650	.653	.656	16.51	16.59	16.66
Footprint Width	E2	.590	.620	.630	14.99	15.75	16.00
Footprint Length	D2	.590	.620	.630	14.99	15.75	16.00
Lead Thickness	c	.008	.011	.013	0.20	0.27	0.33
Upper Lead Width	B1	.026	.029	.032	0.66	0.74	0.81
Lower Lead Width	B	.013	.020	.021	0.33	0.51	0.53
Mold Draft Angle Top	α	0	5	10	0	5	10
Mold Draft Angle Bottom	β	0	5	10	0	5	10

\* Controlling Parameter

§ Significant Characteristic

Notes:

Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" (0.254mm) per side.

JEDEC Equivalent: MO-047

Drawing No. C04-048

## APPENDIX A: REVISION HISTORY

Version	Date	Revision Description
A	1998	This is a new data sheet. However, these devices are similar to the PIC16C7X devices found in the PIC16C7X Data Sheet (DS30390). Data Memory Map for PIC16F873/874, moved ADFM bit from ADCON1<5> to ADCON1<7>.
B	1999	FLASH EEPROM access information.
C	2000	DC characteristics updated. DC performance graphs added.

## APPENDIX B: DEVICE DIFFERENCES

The differences between the devices in this data sheet are listed in Table B-1.

**TABLE B-1: DEVICE DIFFERENCES**

Difference	PIC16F876/873	PIC16F877/874
A/D	5 channels, 10-bits	8 channels, 10-bits
Parallel Slave Port	no	yes
Packages	28-pin PDIP, 28-pin windowed CERDIP, 28-pin SOIC	40-pin PDIP, 44-pin TQFP, 44-pin MQFP, 44-pin PLCC

# PIC16F87X

---

## APPENDIX C: CONVERSION CONSIDERATIONS

Considerations for converting from previous versions of devices to the ones listed in this data sheet are listed in Table C-1.

**TABLE C-1: CONVERSION  
CONSIDERATIONS**

Characteristic	PIC16C7X	PIC16F87X
Pins	28/40	28/40
Timers	3	3
Interrupts	11 or 12	13 or 14
Communication	PSP, USART, SSP (SPI, I <sup>2</sup> C Slave)	PSP, USART, SSP (SPI, I <sup>2</sup> C Master/Slave)
Frequency	20 MHz	20 MHz
Voltage	2.5V - 5.5V	2.0V - 5.5V
A/D	8-bit	10-bit
CCP	2	2
Program Memory	4K, 8K EPROM	4K, 8K FLASH
RAM	192, 368 bytes	192, 368 bytes
EEPROM data	None	128, 256 bytes
Other	—	In-Circuit Debugger, Low Voltage Programming

## INDEX

### A

A/D	111
Acquisition Requirements	114
ADCON0 Register	111
ADCON1 Register	112
ADIF bit	112
Analog Input Model Block Diagram	114
Analog Port Pins	7, 8, 9, 36, 38
Associated Registers and Bits	117
Block Diagram	113
Calculating Acquisition Time	114
Configuring Analog Port Pins	115
Configuring the Interrupt	113
Configuring the Module	113
Conversion Clock	115
Conversions	116
Delays	114
Effects of a RESET	117
GO/DONE bit	112
Internal Sampling Switch (R <sub>ss</sub> ) Impedance	114
Operation During SLEEP	117
Result Registers	116
Sampling Requirements	114
Source Impedance	114
Time Delays	114
Absolute Maximum Ratings	149
ACK	74
Acknowledge Data bit	68
Acknowledge Pulse	74
Acknowledge Sequence Enable bit	68
Acknowledge Status bit	68
ADRES Register	15, 111
Analog Port Pins. <i>See</i> A/D	
Analog-to-Digital Converter. <i>See</i> A/D	
Application Notes	
AN552 (Implementing Wake-up on Key Strokes Using PIC16CXXX)	31
AN556 (Implementing a Table Read)	26
AN578 (Use of the SSP Module in the I2C Multi-Master Environment)	73
Architecture	
PIC16F873/PIC16F876 Block Diagram	5
PIC16F874/PIC16F877 Block Diagram	6
Assembler	
MPASM Assembler	143

### B

Banking, Data Memory	12, 18
Baud Rate Generator	79
BCLIF	24
BF	74, 82, 84
Block Diagrams	
A/D	113
A/D Converter	113
Analog Input Model	114
Baud Rate Generator	79
Capture Mode	59
Compare Mode	60
I <sup>2</sup> C Master Mode	78
I <sup>2</sup> C Module	73
I <sup>2</sup> C Slave Mode	73
Interrupt Logic	129
PIC16F873/PIC16F876	5

PIC16F874/PIC16F877	6
PORTA	
RA3:RA0 and RA5 Pins	29
RA4/T0CKI Pin	29
PORTB	
RB3:RB0 Port Pins	31
RB7:RB4 Port Pins	31
PORTC	
Peripheral Output Override (RC 0:2, 5:7)	33
Peripheral Output Override (RC 3:4)	33
PORTD	35
PORTD and PORTE (Parallel Slave Port)	38
PORTE	36
PWM Mode	61
RESET Circuit	123
SSP (I <sup>2</sup> C Mode)	73
SSP (SPI Mode)	69
Timer0/WDT Prescaler	47
Timer1	52
Timer2	55
USART Asynchronous Receive	101
USART Asynchronous Receive (9-bit Mode)	103
USART Transmit	99
Watchdog Timer	131
BOR. <i>See</i> Brown-out Reset	
BRG	79
BRGH bit	97
Brown-out Reset (BOR)	119, 123, 125, 126
BOR Status (BOR Bit)	25
Buffer Full bit, BF	74
Bus Arbitration	89
Bus Collision Section	89
Bus Collision During a Repeated START Condition	92
Bus Collision During a START Condition	90
Bus Collision During a STOP Condition	93
Bus Collision Interrupt Flag bit, BCLIF	24

### C

Capture/Compare/PWM (CCP)	57
Associated Registers	
Capture, Compare and Timer1	62
PWM and Timer2	63
Capture Mode	59
Block Diagram	59
CCP1CON Register	58
CCP1IF	59
Prescaler	59
CCP Timer Resources	57
CCP1	
RC2/CCP1 Pin	7, 9
CCP2	
RC1/T1OSI/CCP2 Pin	7, 9
Compare	
Special Trigger Output of CCP1	60
Special Trigger Output of CCP2	60
Compare Mode	60
Block Diagram	60
Software Interrupt Mode	60
Special Event Trigger	60
Interaction of Two CCP Modules (table)	57

# PIC16F87X

PWM Mode .....	61
Block Diagram .....	61
Duty Cycle .....	61
Example Frequencies/Resolutions (Table) .....	62
PWM Period .....	61
Special Event Trigger and A/D Conversions .....	60
CCP. See Capture/Compare/PWM	
CCP1CON .....	17
CCP2CON .....	17
CCPR1H Register .....	15, 17, 57
CCPR1L Register .....	17, 57
CCPR2H Register .....	15, 17
CCPR2L Register .....	15, 17
CCPxM0 bit .....	58
CCPxM1 bit .....	58
CCPxM2 bit .....	58
CCPxM3 bit .....	58
CCPxX bit .....	58
CCPxY bit .....	58
CKE .....	66
CKP .....	67
Clock Polarity Select bit, CKP .....	67
Code Examples	
Call of a Subroutine in Page 1 from Page 0 .....	26
EEPROM Data Read .....	43
EEPROM Data Write .....	43
FLASH Program Read .....	44
FLASH Program Write .....	45
Indirect Addressing .....	27
Initializing PORTA .....	29
Saving STATUS, W and PCLATH Registers .....	130
Code Protected Operation	
Data EEPROM and FLASH Program Memory .....	45
Code Protection .....	119, 133
Computed GOTO .....	26
Configuration Bits .....	119
Configuration Word .....	120
Conversion Considerations .....	198
<b>D</b>	
D/A .....	66
Data EEPROM .....	41
Associated Registers .....	46
Code Protection .....	45
Reading .....	43
Special Functions Registers .....	41
Spurious Write Protection .....	45
Write Verify .....	45
Writing to .....	43
Data Memory .....	12
Bank Select (RP1:RP0 Bits) .....	12, 18
General Purpose Registers .....	12
Register File Map .....	13, 14
Special Function Registers .....	15
Data/Address bit, D/A .....	66
DC and AC Characteristics Graphs and Tables .....	177
DC Characteristics	
Commercial and Industrial .....	152–156
Extended .....	157–160
Development Support .....	143
Device Differences .....	197
Device Overview .....	5
Direct Addressing .....	27
<b>E</b>	
Electrical Characteristics .....	149
Errata .....	4
External Clock Input (RA4/T0CKI). See Timer0	
External Interrupt Input (RB0/INT). See Interrupt Sources	
<b>F</b>	
Firmware Instructions .....	135
FLASH Program Memory .....	41
Associated Registers .....	46
Code Protection .....	45
Configuration Bits and Read/Write State .....	46
Reading .....	44
Special Function Registers .....	41
Spurious Write Protection .....	45
Write Protection .....	46
Write Verify .....	45
Writing to .....	44
FSR Register .....	15, 16, 17, 27
<b>G</b>	
General Call Address Sequence .....	76
General Call Address Support .....	76
General Call Enable bit .....	68
<b>I</b>	
I/O Ports .....	29
I <sup>2</sup> C .....	73
I <sup>2</sup> C Bus	
Connection Considerations .....	94
Sample Device Configuration .....	94
I <sup>2</sup> C Master Mode Reception .....	84
I <sup>2</sup> C Master Mode Repeated START Condition .....	81
I <sup>2</sup> C Mode Selection .....	73
I <sup>2</sup> C Module	
Acknowledge Sequence Timing .....	86
Addressing .....	74
Associated Registers .....	77
Baud Rate Generator .....	79
Block Diagram .....	78
BRG Block Diagram .....	79
BRG Reset due to SDA Collision .....	91
BRG Timing .....	80
Bus Arbitration .....	89
Bus Collision .....	89
Acknowledge .....	89
Repeated START Condition .....	92
Repeated START Condition Timing	
(Case1) .....	92
Repeated START Condition Timing	
(Case2) .....	92
START Condition .....	90
START Condition Timing .....	90, 91
STOP Condition .....	93
STOP Condition Timing (Case1) .....	93
STOP Condition Timing (Case2) .....	93
Transmit Timing .....	89
Bus Collision Timing .....	89
Clock Arbitration .....	88
Clock Arbitration Timing (Master Transmit) .....	88
Conditions to not give ACK Pulse .....	74
General Call Address Support .....	76
Master Mode .....	78
Master Mode 7-bit Reception Timing .....	85
Master Mode Block Diagram .....	78

Master Mode Operation .....	79	INT Interrupt (RB0/INT). See Interrupt Sources	
Master Mode START Condition .....	80	INTCON .....	17
Master Mode Transmission .....	82	INTCON Register .....	20
Master Mode Transmit Sequence .....	79	GIE Bit .....	20
Multi-Master Communication .....	89	INTE Bit .....	20
Multi-master Mode .....	78	INTF Bit .....	20
Operation .....	73	PEIE Bit .....	20
Repeat START Condition Timing .....	81	RBIE Bit .....	20
Slave Mode .....	74	RBIF Bit .....	20, 31
Block Diagram .....	73	T0IE Bit .....	20
Slave Reception .....	74	T0IF Bit .....	20
Slave Transmission .....	75	Inter-Integrated Circuit (I <sup>2</sup> C) .....	65
SSPBUF .....	73	Internal Sampling Switch (R <sub>ss</sub> ) Impedance .....	114
STOP Condition Receive or Transmit Timing .....	87	Interrupt Sources .....	119, 129
STOP Condition Timing .....	87	Block Diagram .....	129
Waveforms for 7-bit Reception .....	75	Interrupt-on-Change (RB7:RB4 ) .....	31
Waveforms for 7-bit Transmission .....	76	RB0/INT Pin, External .....	7, 8, 130
I <sup>2</sup> C Module Address Register, SSPADD .....	73	TMR0 Overflow .....	130
I <sup>2</sup> C Slave Mode .....	74	USART Receive/Transmit Complete .....	95
ICEPIC In-Circuit Emulator .....	144	Interrupts	
ID Locations .....	119, 133	Bus Collision Interrupt .....	24
In-Circuit Serial Programming (ICSP) .....	119, 134	Synchronous Serial Port Interrupt .....	22
INDF .....	17	Interrupts, Context Saving During .....	130
INDF Register .....	15, 16, 27	Interrupts, Enable Bits	
Indirect Addressing .....	27	Global Interrupt Enable (GIE Bit) .....	20, 129
FSR Register .....	12	Interrupt-on-Change (RB7:RB4) Enable	
Instruction Format .....	135	(RBIE Bit) .....	130
Instruction Set .....	135	Interrupt-on-Change (RB7:RB4) Enable	
ADDLW .....	137	(RBIE Bit) .....	20
ADDWF .....	137	Peripheral Interrupt Enable (PEIE Bit) .....	20
ANDLW .....	137	RB0/INT Enable (INTE Bit) .....	20
ANDWF .....	137	TMR0 Overflow Enable (T0IE Bit) .....	20
BCF .....	137	Interrupts, Flag Bits	
BSF .....	137	Interrupt-on-Change (RB7:RB4) Flag	
BTFSC .....	137	(RBIF Bit) .....	130
BTFSS .....	137	Interrupt-on-Change (RB7:RB4) Flag	
CALL .....	138	(RBIF Bit) .....	20, 31
CLRF .....	138	RB0/INT Flag (INTF Bit) .....	20
CLRWF .....	138	TMR0 Overflow Flag (T0IF Bit) .....	20, 130
CLRWDW .....	138	<b>K</b>	
COMF .....	138	KEELOQ Evaluation and Programming Tools .....	146
DECF .....	138	<b>L</b>	
DECFSZ .....	139	Loading of PC .....	26
GOTO .....	139	<b>M</b>	
INCF .....	139	Master Clear (MCLR) .....	7, 8
INCFSZ .....	139	MCLR Reset, Normal Operation .....	123, 125, 126
IORLW .....	139	MCLR Reset, SLEEP .....	123, 125, 126
IORWF .....	139	Memory Organization	
MOVF .....	140	Data Memory .....	12
MOVLW .....	140	Program Memory .....	11
MOVWF .....	140	MPLAB C17 and MPLAB C18 C Compilers .....	143
NOP .....	140	MPLAB ICD In-Circuit Debugger .....	145
RETFIE .....	140	MPLAB ICE High Performance Universal In-Circuit	
RETLW .....	140	Emulator with MPLAB IDE .....	144
RETURN .....	141	MPLAB Integrated Development Environment Software .....	143
RLF .....	141	MPLINK Object Linker/MPLIB Object Librarian .....	144
RRF .....	141	Multi-Master Communication .....	89
SLEEP .....	141	Multi-Master Mode .....	78
SUBLW .....	141		
SUBWF .....	141		
SWAPF .....	142		
XORLW .....	142		
XORWF .....	142		
Summary Table .....	136		

# PIC16F87X

## O

On-Line Support .....	207
OPCODE Field Descriptions .....	135
OPTION_REG Register .....	19, 48
INTEDG Bit .....	19
PS2:PS0 Bits .....	19
PSA Bit .....	19
T0CS Bit .....	19
T0SE Bit .....	19
OSC1/CLKIN Pin .....	7, 8
OSC2/CLKOUT Pin .....	7, 8
Oscillator Configuration .....	119
HS .....	121, 124
LP .....	121, 124
RC .....	121, 122, 124
XT .....	121, 124
Oscillator, WDT .....	131
Oscillators	
Capacitor Selection .....	122
Crystal and Ceramic Resonators .....	121
RC .....	122

## P

P (STOP bit) .....	66
Package Marking Information .....	189
Packaging Information .....	189
Paging, Program Memory .....	11, 26
Parallel Slave Port (PSP) .....	9, 35, 38
Associated Registers .....	39
Block Diagram .....	38
RE0/RD/AN5 Pin .....	9, 36, 38
RE1/WR/AN6 Pin .....	9, 36, 38
RE2/CS/AN7 Pin .....	9, 36, 38
Read Waveforms .....	39
Select (PSPMODE Bit) .....	35, 36, 37, 38
Write Waveforms .....	39
PCL Register .....	15, 16, 26
PCLATH Register .....	15, 16, 17, 26
PCON Register .....	25, 124
BOR Bit .....	25
POR Bit .....	25
PIC16F876 Pinout Description .....	7
PIC16F87X Product Identification System .....	209
PICDEM 1 Low Cost PICmicro	
Demonstration Board .....	145
PICDEM 17 Demonstration Board .....	146
PICDEM 2 Low Cost PIC16CXX	
Demonstration Board .....	145
PICDEM 3 Low Cost PIC16CXXX	
Demonstration Board .....	146
PICSTART Plus Entry Level	
Development Programmer .....	145
PIE1 Register .....	21
PIE2 Register .....	23
Pinout Descriptions	
PIC16F873/PIC16F876 .....	7
PIC16F874/PIC16F877 .....	8
PIR1 Register .....	22
PIR2 Register .....	24
POP .....	26
POR. See Power-on Reset	

PORTA .....	7, 8, 17
Analog Port Pins .....	7, 8
Associated Registers .....	30
Block Diagram	
RA3:RA0 and RA5 Pins .....	29
RA4/T0CKI Pin .....	29
Initialization .....	29
PORTA Register .....	15, 29
RA3	
RA0 and RA5 Port Pins .....	29
RA4/T0CKI Pin .....	7, 8
RA5/SS/AN4 Pin .....	7, 8
TRISA Register .....	29
PORTB .....	7, 8, 17
Associated Registers .....	32
Block Diagram	
RB3:RB0 Port Pins .....	31
RB7:RB4 Port Pins .....	31
PORTB Register .....	15, 31
RB0/INT Edge Select (INTEDG Bit) .....	19
RB0/INT Pin, External .....	7, 8, 130
RB7:RB4 Interrupt on Change .....	130
RB7:RB4 Interrupt on Change Enable	
(RBIE Bit) .....	130
RB7:RB4 Interrupt on Change Flag	
(RBIF Bit) .....	130
RB7:RB4 Interrupt-on-Change Enable	
(RBIE Bit) .....	20
RB7:RB4 Interrupt-on-Change Flag	
(RBIF Bit) .....	20, 31
TRISB Register .....	17, 31
PORTC .....	7, 9, 17
Associated Registers .....	34
Block Diagrams	
Peripheral Output Override	
(RC 0:2, 5:7) .....	33
Peripheral Output Override	
(RC 3:4) .....	33
PORTC Register .....	15, 33
RC0/T1OSO/T1CKI Pin .....	7, 9
RC1/T1OSI/CCP2 Pin .....	7, 9
RC2/CCP1 Pin .....	7, 9
RC3/SCK/SCL Pin .....	7, 9
RC4/SDI/SDA Pin .....	7, 9
RC5/SDO Pin .....	7, 9
RC6/TX/CK Pin .....	7, 9, 96
RC7/RX/DT Pin .....	7, 9, 96, 97
TRISC Register .....	33, 95
PORTD .....	9, 17, 38
Associated Registers .....	35
Block Diagram .....	35
Parallel Slave Port (PSP) Function .....	35
PORTD Register .....	15, 35
TRISD Register .....	35

PORTE .....	9, 17
Analog Port Pins .....	9, 36, 38
Associated Registers .....	36
Block Diagram .....	36
Input Buffer Full Status (IBF Bit) .....	37
Input Buffer Overflow (IBOV Bit) .....	37
Output Buffer Full Status (OBF Bit) .....	37
PORTE Register .....	15, 36
PSP Mode Select (PSPMODE Bit) .....	35, 36, 37, 38
RE0/ $\overline{RD}$ /AN5 Pin .....	9, 36, 38
RE1/ $\overline{WR}$ /AN6 Pin .....	9, 36, 38
RE2/ $\overline{CS}$ /AN7 Pin .....	9, 36, 38
TRISE Register .....	36
Postscaler, WDT	
Assignment (PSA Bit) .....	19
Rate Select (PS2:PS0 Bits) .....	19
Power-down Mode. <i>See</i> SLEEP	
Power-on Reset (POR) .....	119, 123, 124, 125, 126
Oscillator Start-up Timer (OST) .....	119, 124
POR Status ( $\overline{POR}$ Bit) .....	25
Power Control (PCON) Register .....	124
Power-down ( $\overline{PD}$ Bit) .....	18, 123
Power-up Timer (PWRT) .....	119, 124
Time-out ( $\overline{TO}$ Bit) .....	18, 123
Time-out Sequence on Power-up .....	127, 128
PR2 Register .....	16, 55
Prescaler, Timer0	
Assignment (PSA Bit) .....	19
Rate Select (PS2:PS0 Bits) .....	19
PRO MATE II Universal Device Programmer .....	145
Program Counter	
RESET Conditions .....	125
Program Memory .....	11
Interrupt Vector .....	11
Paging .....	11, 26
Program Memory Map .....	11
RESET Vector .....	11
Program Verification .....	133
Programming Pin (VPP) .....	7, 8
Programming, Device Instructions .....	135
PSP. <i>See</i> Parallel Slave Port. ....	38
Pulse Width Modulation. <i>See</i> Capture/Compare/PWM, PWM Mode. ....	
PUSH .....	26
<b>R</b>	
$R/\overline{W}$ .....	66
$R/\overline{W}$ bit .....	74
$R/\overline{W}$ bit .....	74
RAM. <i>See</i> Data Memory	
RCREG .....	17
RCSTA Register .....	17, 96
ADDEN Bit .....	96
CREN Bit .....	96
FERR Bit .....	96
OERR Bit .....	96
RX9 Bit .....	96
RX9D Bit .....	96
SPEN Bit .....	95, 96
SREN Bit .....	96
Read/Write bit, $R/\overline{W}$ .....	66
Reader Response .....	208
Receive Enable bit .....	68
Receive Overflow Indicator bit, SSPOV .....	67
Register File .....	12
Register File Map .....	13, 14

Registers	
ADCON0 (A/D Control 0) .....	111
ADCON1 (A/D Control 1) .....	112
CCP1CON (CCP Control 1) .....	58
EECON2 .....	41
FSR .....	27
INTCON .....	20
OPTION_REG .....	19, 48
PCON (Power Control) .....	25
PIE1 (Peripheral Interrupt Enable 1) .....	21
PIE2 (Peripheral Interrupt Enable 2) .....	23
PIR1 (Peripheral Interrupt Request 1) .....	22
PIR2 (Peripheral Interrupt Request 2) .....	24
RCSTA (Receive Status and Control) .....	96
Special Function, Summary .....	15
SSPCON2 (Sync Serial Port Control 2) .....	68
STATUS .....	18
T1CON (Timer1 Control) .....	51
T2CON (Timer 2 Control)	
Timer2	
T2CON Register .....	55
TRISE .....	37
TXSTA (Transmit Status and Control) .....	95
Repeated START Condition Enable bit .....	68
RESET .....	119, 123
Block Diagram .....	123
MCLR Reset. <i>See</i> MCLR	
RESET	
Brown-out Reset (BOR). <i>See</i> Brown-out Reset (BOR)	
Power-on Reset (POR). <i>See</i> Power-on Reset (POR)	
RESET Conditions for PCON Register .....	125
RESET Conditions for Program Counter .....	125
RESET Conditions for STATUS Register .....	125
WDT Reset. <i>See</i> Watchdog Timer (WDT)	
Revision History .....	197
<b>S</b>	
S (START bit) .....	66
Sales and Support .....	209
SCI. <i>See</i> USART	
SCK .....	69
SCL .....	74
SDA .....	74
SDI .....	69
SDO .....	69
Serial Clock, SCK .....	69
Serial Clock, SCL .....	74
Serial Communication Interface. <i>See</i> USART	
Serial Data Address, SDA .....	74
Serial Data In, SDI .....	69
Serial Data Out, SDO .....	69
Slave Select, $\overline{SS}$ .....	69
SLEEP .....	119, 123, 132
SMP .....	66
Software Simulator (MPLAB SIM) .....	144
SPBRG Register .....	16
Special Features of the CPU .....	119
Special Function Registers .....	15
Special Function Registers (SFRs) .....	15
Data EEPROM and FLASH Program Memory .....	41
Speed, Operating .....	1



# PIC16F87X

SPI			
Master Mode	70		
Master Mode Timing	70		
Serial Clock	69		
Serial Data In	69		
Serial Data Out	69		
Serial Peripheral Interface (SPI)	65		
Slave Mode Timing	71		
Slave Mode Timing Diagram	71		
Slave Select	69		
SPI Clock	70		
SPI Mode	69		
SPI Clock Edge Select, CKE	66		
SPI Data Input Sample Phase Select, SMP	66		
SPI Mode			
Associated Registers	72		
SPI Module			
Slave Mode	71		
$\overline{SS}$	69		
SSP	65		
Block Diagram (SPI Mode)	69		
RA5/ $\overline{SS}$ /AN4 Pin	7, 8		
RC3/SCK/SCL Pin	7, 9		
RC4/SDI/SDA Pin	7, 9		
RC5/SDO Pin	7, 9		
SPI Mode	69		
SSPADD	73, 74		
SSPBUF	70, 73		
SSPCON2	68		
SSPSR	70, 74		
SSPSTAT	73		
SSP I <sup>2</sup> C			
SSP I <sup>2</sup> C Operation	73		
SSP Module			
SPI Master Mode	70		
SPI Slave Mode	71		
SSPCON1 Register	73		
SSP Overflow Detect bit, SSPOV	74		
SSPADD Register	16		
SSPBUF	17, 73, 74		
SSPBUF Register	15		
SSPCON Register	15		
SSPCON1	73		
SSPCON2 Register	68		
SSPEN	67		
SSPIF	22, 74		
SSPM3:SSPM0	67		
SSPOV	67, 74, 84		
SSPSTAT	73		
SSPSTAT Register	16		
Stack	26		
Overflows	26		
Underflow	26		
START bit (S)	66		
START Condition Enable bit	68		
STATUS Register	18		
C Bit	18		
DC Bit	18		
IRP Bit	18		
PD Bit	18, 123		
RP1:RP0 Bits	18		
TO Bit	18, 123		
Z Bit	18		
STOP bit (P)	66		
STOP Condition Enable bit	68		
Synchronous Serial Port	65		
Synchronous Serial Port Enable bit, SSPEN	67		
Synchronous Serial Port Interrupt	22		
Synchronous Serial Port Mode Select bits, SSPM3:SSPM0	67		
<b>T</b>			
T1CKPS0 bit	51		
T1CKPS1 bit	51		
T1CON	17		
T1CON Register	17		
T1OSCN bit	51		
T1SYNC bit	51		
T2CKPS0 bit	55		
T2CKPS1 bit	55		
T2CON Register	17, 55		
TAD	115		
Time-out Sequence	124		
Timer0	47		
Associated Registers	49		
Clock Source Edge Select (T0SE Bit)	19		
Clock Source Select (T0CS Bit)	19		
External Clock	48		
Interrupt	47		
Overflow Enable (T0IE Bit)	20		
Overflow Flag (T0IF Bit)	20, 130		
Overflow Interrupt	130		
Prescaler	48		
RA4/T0CKI Pin, External Clock	7, 8		
T0CKI	48		
WDT Prescaler Block Diagram	47		
Timer1	51		
Associated Registers	54		
Asynchronous Counter Mode	53		
Reading and Writing to	53		
Block Diagram	52		
Counter Operation	52		
Operation in Timer Mode	52		
Oscillator	53		
Capacitor Selection	53		
Prescaler	54		
RC0/T1OSO/T1CKI Pin	7, 9		
RC1/T1OSI/CCP2 Pin	7, 9		
Resetting of Timer1 Registers	54		
Resetting Timer1 using a CCP Trigger Output	53		
Synchronized Counter Mode	52		
T1CON	51		
T1CON Register	51		
TMR1H	53		
TMR1L	53		
Timer2	55		
Associated Registers	56		
Block Diagram	55		
Output	56		
Postscaler	55		
Prescaler	55		
T2CON	55		
Timing Diagrams			
A/D Conversion	175		
Acknowledge Sequence Timing	86		
Baud Rate Generator with Clock Arbitration	80		
BRG Reset Due to SDA Collision	91		
Brown-out Reset	164		
Bus Collision			
START Condition Timing	90		

Bus Collision During a Repeated START Condition (Case 1) .....	92	TXSTA Register .....	95
Bus Collision During a Repeated START Condition (Case2) .....	92	BRGH Bit .....	95
Bus Collision During a START Condition (SCL = 0) .....	91	CSRC Bit .....	95
Bus Collision During a STOP Condition .....	93	SYNC Bit .....	95
Bus Collision for Transmit and Acknowledge .....	89	TRMT Bit .....	95
Capture/Compare/PWM .....	166	TX9 Bit .....	95
CLKOUT and I/O .....	163	TX9D Bit .....	95
I <sup>2</sup> C Bus Data .....	171	TXEN Bit .....	95
I <sup>2</sup> C Bus START/STOP bits .....	170		
I <sup>2</sup> C Master Mode First START Bit Timing .....	80	<b>U</b>	
I <sup>2</sup> C Master Mode Reception Timing .....	85	UA .....	66
I <sup>2</sup> C Master Mode Transmission Timing .....	83	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter. <i>See</i> USART	
Master Mode Transmit Clock Arbitration .....	88	Update Address, UA .....	66
Power-up Timer .....	164	USART .....	95
Repeat START Condition .....	81	Address Detect Enable (ADDEN Bit) .....	96
RESET .....	164	Asynchronous Mode .....	99
SPI Master Mode .....	70	Asynchronous Receive .....	101
SPI Slave Mode (CKE = 1) .....	71	Associated Registers .....	102
SPI Slave Mode Timing (CKE = 0) .....	71	Block Diagram .....	101
Start-up Timer .....	164	Asynchronous Receive (9-bit Mode) .....	103
STOP Condition Receive or Transmit .....	87	Associated Registers .....	104
Time-out Sequence on Power-up .....	127, 128	Block Diagram .....	103
Timer0 .....	165	Timing Diagram .....	104
Timer1 .....	165	Asynchronous Receive with Address Detect. <i>See</i> Asynchronous Receive (9-bit Mode).	
USART Asynchronous Master Transmission .....	100	Asynchronous Reception .....	102
USART Asynchronous Reception .....	102	Asynchronous Transmitter .....	99
USART Synchronous Receive .....	173	Baud Rate Generator (BRG) .....	97
USART Synchronous Reception .....	108	Baud Rate Formula .....	97
USART Synchronous Transmission .....	106, 173	Baud Rates, Asynchronous Mode (BRGH=0) ...	98
USART, Asynchronous Reception .....	104	High Baud Rate Select (BRGH Bit) .....	95
Wake-up from SLEEP via Interrupt .....	133	Sampling .....	97
Watchdog Timer .....	164	Clock Source Select (CSRC Bit) .....	95
TMR0 .....	17	Continuous Receive Enable (CREN Bit) .....	96
TMR0 Register .....	15	Framing Error (FERR Bit) .....	96
TMR1CS bit .....	51	Mode Select (SYNC Bit) .....	95
TMR1H .....	17	Overrun Error (OERR Bit) .....	96
TMR1H Register .....	15	RC6/TX/CK Pin .....	7, 9
TMR1L .....	17	RC7/RX/DT Pin .....	7, 9
TMR1L Register .....	15	RCSTA Register .....	96
TMR1ON bit .....	51	Receive Data, 9th bit (RX9D Bit) .....	96
TMR2 .....	17	Receive Enable, 9-bit (RX9 Bit) .....	96
TMR2 Register .....	15	Serial Port Enable (SPEN Bit) .....	95, 96
TMR2ON bit .....	55	Single Receive Enable (SREN Bit) .....	96
TOUTPS0 bit .....	55	Synchronous Master Mode .....	105
TOUTPS1 bit .....	55	Synchronous Master Reception .....	107
TOUTPS2 bit .....	55	Associated Registers .....	107
TOUTPS3 bit .....	55	Synchronous Master Transmission .....	105
TRISA Register .....	16	Associated Registers .....	106
TRISB Register .....	16	Synchronous Slave Mode .....	108
TRISC Register .....	16	Synchronous Slave Reception .....	109
TRISD Register .....	16	Associated Registers .....	109
TRISE Register .....	16, 36, 37	Synchronous Slave Transmit .....	108
IBF Bit .....	37	Associated Registers .....	108
IBOV Bit .....	37	Transmit Block Diagram .....	99
OBF Bit .....	37	Transmit Data, 9th Bit (TX9D) .....	95
PSPMODE Bit .....	35, 36, 37, 38	Transmit Enable (TXEN Bit) .....	95
TXREG .....	17	Transmit Enable, Nine-bit (TX9 Bit) .....	95
		Transmit Shift Register Status (TRMT Bit) .....	95
		TXSTA Register .....	95

# PIC16F87X

---

## W

Wake-up from SLEEP .....	119, 132
Interrupts .....	125, 126
MCLR Reset .....	126
Timing Diagram .....	133
WDT Reset .....	126
Watchdog Timer (WDT) .....	119, 131
Block Diagram .....	131
Enable (WDTE Bit) .....	131
Postscaler. See Postscaler, WDT	
Programming Considerations .....	131
RC Oscillator .....	131
Time-out Period .....	131
WDT Reset, Normal Operation .....	123, 125, 126
WDT Reset, SLEEP .....	123, 125, 126
Waveform for General Call Address Sequence .....	76
WCOL .....	67, 80, 82, 84, 86, 87
WCOL Status Flag .....	80
Write Collision Detect bit, WCOL .....	67
Write Verify	
Data EEPROM and FLASH Program Memory .....	45
WWW, On-Line Support .....	4

## ON-LINE SUPPORT

Microchip provides on-line support on the Microchip World Wide Web (WWW) site.

The web site is used by Microchip as a means to make files and information easily available to customers. To view the site, the user must have access to the Internet and a web browser, such as Netscape or Microsoft Explorer. Files are also available for FTP download from our FTP site.

### Connecting to the Microchip Internet Web Site

The Microchip web site is available by using your favorite Internet browser to attach to:

**[www.microchip.com](http://www.microchip.com)**

The file transfer site is available by using an FTP service to connect to:

**<ftp://ftp.microchip.com>**

The web site and file transfer site provide a variety of services. Users may download files for the latest Development Tools, Data Sheets, Application Notes, User's Guides, Articles and Sample Programs. A variety of Microchip specific business information is also available, including listings of Microchip sales offices, distributors and factory representatives. Other data available for consideration is:

- Latest Microchip Press Releases
- Technical Support Section with Frequently Asked Questions
- Design Tips
- Device Errata
- Job Postings
- Microchip Consultant Program Member Listing
- Links to other useful web sites related to Microchip Products
- Conferences for products, Development Systems, technical information and more
- Listing of seminars and events

## Systems Information and Upgrade Hot Line

The Systems Information and Upgrade Line provides system users a listing of the latest versions of all of Microchip's development systems software products. Plus, this line provides information on how customers can receive any currently available upgrade kits. The Hot Line Numbers are:

1-800-755-2345 for U.S. and most of Canada, and

1-480-792-7302 for the rest of the world.

001024

# PIC16F87X

---

---

## READER RESPONSE

It is our intention to provide you with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip product. If you wish to provide your comments on organization, clarity, subject matter, and ways in which our documentation can better serve you, please FAX your comments to the Technical Publications Manager at (480) 792-4150.

Please list the following information, and use this outline to provide us with your comments about this Data Sheet.

To: Technical Publications Manager Total Pages Sent  
RE: Reader Response  
From: Name \_\_\_\_\_  
Company \_\_\_\_\_  
Address \_\_\_\_\_  
City / State / ZIP / Country \_\_\_\_\_  
Telephone: (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ FAX: (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Application (optional):

Would you like a reply? \_\_\_Y \_\_\_N

Device: **PIC16F87X** Literature Number: **DS30292C**

Questions:

1. What are the best features of this document?

---

---

2. How does this document meet your hardware and software development needs?

---

---

3. Do you find the organization of this data sheet easy to follow? If not, why?

---

---

4. What additions to the data sheet do you think would enhance the structure and subject?

---

---

5. What deletions from the data sheet could be made without affecting the overall usefulness?

---

---

6. Is there any incorrect or misleading information (what and where)?

---

---

7. How would you improve this document?

---

---

8. How would you improve our software, systems, and silicon products?

---

---

## PIC16F87X PRODUCT IDENTIFICATION SYSTEM

To order or obtain information, e.g., on pricing or delivery, refer to the factory or the listed sales office.

<u>PART NO.</u>	<u>X</u>	<u>XX</u>	<u>XXX</u>
Device	Temperature Range	Package	Pattern
Device	PIC16F87X <sup>(1)</sup> , PIC16F87XT <sup>(2)</sup> ; V <sub>DD</sub> range 4.0V to 5.5V PIC16LF87X <sup>(1)</sup> , PIC16LF87XT <sup>(2)</sup> ; V <sub>DD</sub> range 2.0V to 5.5V		
Frequency Range	04 = 4 MHz 10 = 10 MHz 20 = 20 MHz		
Temperature Range	blank = 0°C to +70°C (Commercial) I = -40°C to +85°C (Industrial) E = -40°C to +125°C (Extended)		
Package	PQ = MQFP (Metric PQFP) PT = TQFP (Thin Quad Flatpack) SO = SOIC SP = Skinny plastic DIP P = PDIP L = PLCC		

**Examples:**

- a) PIC16F877 - 20/P 301 = Commercial temp., PDIP package, 4 MHz, normal V<sub>DD</sub> limits, QTP pattern #301.
- b) PIC16LF876 - 04I/SO = Industrial temp., SOIC package, 200 kHz, Extended V<sub>DD</sub> limits.
- c) PIC16F877 - 10E/P = Extended temp., PDIP package, 10MHz, normal V<sub>DD</sub> limits.

**Note 1:** F = CMOS FLASH  
LF = Low Power CMOS FLASH

**Note 2:** T = in tape and reel - SOIC, PLCC, MQFP, TQFP packages only.

\* JW Devices are UV erasable and can be programmed to any device configuration. JW Devices meet the electrical requirement of each oscillator type.

### Sales and Support

#### Data Sheets

Products supported by a preliminary Data Sheet may have an errata sheet describing minor operational differences and recommended workarounds. To determine if an errata sheet exists for a particular device, please contact one of the following:

1. Your local Microchip sales office
2. The Microchip Corporate Literature Center U.S. FAX: (480) 792-7277
3. The Microchip Worldwide Site ([www.microchip.com](http://www.microchip.com))

Please specify which device, revision of silicon and Data Sheet (include Literature #) you are using.

#### New Customer Notification System

Register on our web site ([www.microchip.com/cn](http://www.microchip.com/cn)) to receive the most current information on our products.

# PIC16F87X

---

NOTES:

NOTES:



# PIC16F87X

---

NOTES:

NOTES:

# PIC16F87X

---

NOTES:

NOTES:



## WORLDWIDE SALES AND SERVICE

### AMERICAS

#### Corporate Office

2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277  
Technical Support: 480-792-7627  
Web Address: <http://www.microchip.com>

#### Rocky Mountain

2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 480-792-7966 Fax: 480-792-7456

#### Atlanta

500 Sugar Mill Road, Suite 200B  
Atlanta, GA 30350  
Tel: 770-640-0034 Fax: 770-640-0307

#### Austin

Analog Product Sales  
8303 MoPac Expressway North  
Suite A-201  
Austin, TX 78759  
Tel: 512-345-2030 Fax: 512-345-6085

#### Boston

2 Lan Drive, Suite 120  
Westford, MA 01886  
Tel: 978-692-3848 Fax: 978-692-3821

#### Boston

Analog Product Sales  
Unit A-8-1 Millbrook Tarry Condominium  
97 Lowell Road  
Concord, MA 01742  
Tel: 978-371-6400 Fax: 978-371-0050

#### Chicago

333 Pierce Road, Suite 180  
Itasca, IL 60143  
Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075

#### Dallas

4570 Westgrove Drive, Suite 160  
Addison, TX 75001  
Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924

#### Dayton

Two Prestige Place, Suite 130  
Miamisburg, OH 45342  
Tel: 937-291-1654 Fax: 937-291-9175

#### Detroit

Tri-Atria Office Building  
3225 Northwestern Highway, Suite 190  
Farmington Hills, MI 48334  
Tel: 248-538-2250 Fax: 248-538-2260

#### Los Angeles

18201 Von Karman, Suite 1090  
Irvine, CA 92612  
Tel: 949-263-1888 Fax: 949-263-1338

#### Mountain View

Analog Product Sales  
1300 Terra Bella Avenue  
Mountain View, CA 94043-1836  
Tel: 650-968-9241 Fax: 650-967-1590

#### New York

150 Motor Parkway, Suite 202  
Hauppauge, NY 11788  
Tel: 631-273-5305 Fax: 631-273-5335

#### San Jose

Microchip Technology Inc.  
2107 North First Street, Suite 590  
San Jose, CA 95131  
Tel: 408-436-7950 Fax: 408-436-7955

#### Toronto

6285 Northam Drive, Suite 108  
Mississauga, Ontario L4V 1X5, Canada  
Tel: 905-673-0699 Fax: 905-673-6509

### ASIA/PACIFIC

#### Australia

Microchip Technology Australia Pty Ltd  
Suite 22, 41 Rawson Street  
Epping 2121, NSW  
Australia  
Tel: 61-2-9868-6733 Fax: 61-2-9868-6755

#### China - Beijing

Microchip Technology Beijing Office  
Unit 915  
New China Hong Kong Manhattan Bldg.  
No. 6 Chaoyangmen Beidajie  
Beijing, 100027, No. China  
Tel: 86-10-85282100 Fax: 86-10-85282104

#### China - Shanghai

Microchip Technology Shanghai Office  
Room 701, Bldg. B  
Far East International Plaza  
No. 317 Xian Xia Road  
Shanghai, 200051  
Tel: 86-21-6275-5700 Fax: 86-21-6275-5060

#### Hong Kong

Microchip Asia Pacific  
RM 2101, Tower 2, Metroplaza  
223 Hing Fong Road  
Kwai Fong, N.T., Hong Kong  
Tel: 852-2401-1200 Fax: 852-2401-3431

#### India

Microchip Technology Inc.  
India Liaison Office  
Divyasree Chambers  
1 Floor, Wing A (A3/A4)  
No. 11, O'Shaughnessey Road  
Bangalore, 560 025, India  
Tel: 91-80-2290061 Fax: 91-80-2290062

#### Japan

Microchip Technology Intl. Inc.  
Benex S-1 6F  
3-18-20, Shinyokohama  
Kohoku-Ku, Yokohama-shi  
Kanagawa, 222-0033, Japan  
Tel: 81-45-471-6166 Fax: 81-45-471-6122

### ASIA/PACIFIC (continued)

#### Korea

Microchip Technology Korea  
168-1, Youngbo Bldg. 3 Floor  
Samsung-Dong, Kangnam-Ku  
Seoul, Korea  
Tel: 82-2-554-7200 Fax: 82-2-558-5934

#### Singapore

Microchip Technology Singapore Pte Ltd.  
200 Middle Road  
#07-02 Prime Centre  
Singapore, 188980  
Tel: 65-334-8870 Fax: 65-334-8850

#### Taiwan

Microchip Technology Taiwan  
11F-3, No. 207  
Tung Hua North Road  
Taipei, 105, Taiwan  
Tel: 886-2-2717-7175 Fax: 886-2-2545-0139

### EUROPE

#### Denmark

Microchip Technology Denmark ApS  
Regus Business Centre  
Lautrup høj 1-3  
Ballerup DK-2750 Denmark  
Tel: 45 4420 9895 Fax: 45 4420 9910

#### France

Arizona Microchip Technology SARL  
Parc d'Activite du Moulin de Massy  
43 Rue du Saule Trapu  
Batiment A - 1er Etage  
91300 Massy, France  
Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79

#### Germany

Arizona Microchip Technology GmbH  
Gustav-Heinemann Ring 125  
D-81739 Munich, Germany  
Tel: 49-89-627-144 0 Fax: 49-89-627-144-44

#### Germany

Analog Product Sales  
Lochhamer Strasse 13  
D-82152 Martinsried, Germany  
Tel: 49-89-895650-0 Fax: 49-89-895650-22

#### Italy

Arizona Microchip Technology SRL  
Centro Direzionale Colleoni  
Palazzo Taurus 1 V. Le Colleoni 1  
20041 Agrate Brianza  
Milan, Italy  
Tel: 39-039-65791-1 Fax: 39-039-6899883

#### United Kingdom

Arizona Microchip Technology Ltd.  
505 Eskdale Road  
Winnersh Triangle  
Wokingham  
Berkshire, England RG41 5TU  
Tel: 44 118 921 5869 Fax: 44-118 921-5820

01/30/01

All rights reserved. © 2001 Microchip Technology Incorporated. Printed in the USA. 2/01  Printed on recycled paper.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, except as maybe explicitly expressed herein, under any intellectual property rights. The Microchip logo and name are registered trademarks of Microchip Technology Inc. in the U.S.A. and other countries. All rights reserved. All other trademarks mentioned herein are the property of their respective companies.



# CrystalFontz America, Incorporated

## CHARACTER LCD MODULE SPECIFICATIONS



CrystalFontz Model Number	<b>CFAH1602Z-YYH-ET</b>
Hardware Version	<b>Revision A</b>
Data Sheet Version	<b>Revision 1.0, November 2008</b>
Product Pages	<a href="http://www.crystalfontz.com/product/CFAH1602Z-YYH-ET.html">www.crystalfontz.com/product/CFAH1602Z-YYH-ET.html</a>

### CrystalFontz America, Incorporated

12412 East Saltese Avenue  
Spokane Valley, WA 99216-0357  
Phone: 888-206-9720  
Fax: 509-892-1203  
Email: [techinfo@crystalfontz.com](mailto:techinfo@crystalfontz.com)  
URL: [www.crystalfontz.com](http://www.crystalfontz.com)



## REVISION HISTORY

HARDWARE	
Current hardware version: <b>vA</b>	

DATA SHEET	
2008/11/15	Current Data Sheet version: <b>v1.0</b> Changes since last revision: <ul style="list-style-type: none"><li>● Improved drawings, tables, and text.</li><li>● Corrected error in <a href="#">Details of Interface Pin Functions (Pg. 11)</a>. Arrows for description of R/W signal were reversed.</li><li>● Added a photo with pins labeled. See <a href="#">Quick Reference for Pin Functions (Front &amp; Back Photos) (Pg. 12)</a>.</li><li>● Added <a href="#">LED Backlight Characteristics (Pg. 17)</a> and <a href="#">LCD CONTROLLER INTERFACE (Pg. 19)</a>.</li><li>● Added <a href="#">APPENDIX C: SITRONIX ST7066U CONTROLLER SPECIFICATION SHEET (Pg. 29)</a> and removed redundant information in the CrystalFontz Data Sheet.</li></ul>
2007/05/21	New Data Sheet.

### The Fine Print

Certain applications using CrystalFontz America, Inc. products may involve potential risks of death, personal injury, or severe property or environmental damage ("Critical Applications"). CRYSTALFONTZ AMERICA, INC. PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, INTENDED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT APPLICATIONS, DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. Inclusion of CrystalFontz America, Inc. products in such applications is understood to be fully at the risk of the customer. In order to minimize risks associated with customer applications, adequate design and operating safeguards should be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazard. Please contact us if you have any questions concerning potential risk applications.

CrystalFontz America, Inc. assumes no liability for applications assistance, customer product design, software performance, or infringements of patents or services described herein. Nor does CrystalFontz America, Inc. warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, or other intellectual property right of CrystalFontz America, Inc. covering or relating to any combination, machine, or process in which our products or services might be or are used.

The information in this publication is deemed accurate but is not guaranteed.

Company and product names mentioned in this publication are trademarks or registered trademarks of their respective owners.

Copyright © 2008 by CrystalFontz America, Inc., 12412 East Saltese Avenue, Spokane Valley, WA 99216-0357 U.S.A.



## CONTENTS

<b>MAIN FEATURES</b> .....	<b>4</b>
Module Classification Information .....	4
Ordering Information .....	5
<b>MECHANICAL SPECIFICATIONS</b> .....	<b>5</b>
Module Outline Drawing .....	6
<b>ELECTRICAL SPECIFICATIONS</b> .....	<b>7</b>
System Block Diagram .....	7
Driving Method .....	8
Absolute Maximum Ratings .....	8
DC Characteristics (5V and 3.3V Operation) .....	9
Details of Interface Pin Functions .....	11
Quick Reference for Pin Functions (Front & Back Photos) .....	12
Typical $V_O$ Connections for Display Contrast .....	13
ESD (Electro-Static Discharge) Specifications .....	13
<b>OPTICAL SPECIFICATIONS</b> .....	<b>14</b>
Optical Characteristics .....	14
Optical Definitions .....	14
LED Backlight Characteristics .....	17
<b>LCD CONTROLLER INTERFACE</b> .....	<b>19</b>
Display Position DDRAM Address .....	19
Character Generator ROM (CGROM) .....	20
<b>MODULE RELIABILITY AND LONGEVITY</b> .....	<b>21</b>
Module Reliability .....	21
Module Longevity (EOL / Replacement Policy) .....	21
<b>CARE AND HANDLING PRECAUTIONS</b> .....	<b>22</b>
<b>APPENDIX A: QUALITY ASSURANCE STANDARDS</b> .....	<b>24</b>
<b>APPENDIX B: APPLICATION NOTE FOR 3.3V OPERATION</b> .....	<b>27</b>
<b>APPENDIX C: SITRONIX ST7066U CONTROLLER SPECIFICATION SHEET</b> .....	<b>29</b>

## LIST OF FIGURES

Figure 1. Module Outline Drawing .....	6
Figure 2. System Block Diagram .....	7
Figure 3. Back View of Pins (Labeled) .....	12
Figure 4. Front View of Pins (Labeled) .....	12
Figure 5. Typical $V_O$ Connections .....	13
Figure 6. Definition of Operation Voltage ( $V_{OP}$ ) (Positive) .....	15
Figure 7. Definition of Response Time ( $T_r$ , $T_f$ ) (Positive) .....	15
Figure 8. Definition of Horizontal and Vertical Viewing Angles ( $CR > 2$ ) .....	16
Figure 9. Definition of 6:00 O’Clock and 12:00 O’Clock Viewing Angles .....	16
Figure 10. Typical LED Backlight Connections for “Always On” .....	17
Figure 11. Example of LED Backlight Connections for PWM Dimming .....	18
Figure 12. Character Generator ROM (CGROM) .....	20





## MAIN FEATURES

- ❑ 16 characters by 2 lines LCD has a large display area in a compact 72.0 (W) x 36.0 (H) x 14.0 (D) millimeter package (2.83" (W) x 1.42" (H) x 0.55" (D)).
- ❑ 4-bit or 8-bit parallel interface.
- ❑ Standard Hitachi HD44780 equivalent controller.
- ❑ Yellow-green array LED backlight with STN, positive, yellow-green, transfective mode LCD (displays dark characters on yellow-green background).
- ❑ Wide temperature operation: -20°C to +70°C.
- ❑ Direct sunlight readable.
- ❑ RoHS compliant.




## MODULE CLASSIFICATION INFORMATION

CFA  
①
H  
②
16  
③
02  
④
Z  
⑤
-
Y  
⑥
Y  
⑦
H  
⑧
-
E  
⑨
T  
⑩
\*  
⑪

①	Brand	CrystalFontz America, Inc.
②	Display Type	H – Character
③	Number of Characters (Width)	16 Characters
④	Number of Lines (Height)	2 Lines
⑤	Model Identifier	Z
⑥	Backlight Type & Color	Y – LED, yellow-green
⑦	Fluid Type, Image (Positive or Negative), & LCD Glass Color	Y – STN, positive, yellow-green
⑧	Polarizer Film Type, Wide (WT) Temperature Range, & Viewing Angle (O'clock)	H – Transfective, WT, 6:00 <sup>1</sup>
⑨	Character Set (CGROM)	E – English and European fonts
⑩	Controller	T – Sitronix ST7066U
⑪	Special Codes	* – May have additional manufacturer's codes at this location.
<sup>1</sup> Note: For more information on Viewing Angle, see <a href="#">Definition of 6 O'Clock and 12:00 O'Clock Viewing Angles (Pg. 16)</a> .		



## ORDERING INFORMATION

PART NUMBER	FLUID	LCD GLASS COLOR	IMAGE	POLARIZER FILM	BACKLIGHT COLOR/TYPE
CFAH1602Z-YYH-ET	STN	yellow-green	positive	transflective	yellow-green LED 
<i>Additional variants (same form factor, different LCD mode or backlight):</i>					
CFA1602Z-NYG-ET	STN	yellow-green	positive	reflective	no backlight 
CFAH1602Z-TMI-ET	STN	blue	negative	transmissive	white LED 

## MECHANICAL SPECIFICATIONS

---

### PHYSICAL CHARACTERISTICS

ITEM	SIZE
Number of Characters and Lines	16 Characters x 2 Lines
Module Dimensions	72.0 (W) x 36.0 (H) x 14.0 (D) mm
Viewing Area	64.5 (W) x 15.5 (H) mm
Active Area	56.2 (W) x 11.5 (H) mm
Character Size	2.95 (W) x 5.55 (H) mm
Character Pitch	3.55 (W) x 5.95 (H) mm
Dot Size	0.55 (W) x 0.65 (H) mm
Dot Pitch	0.60 (W) x 0.70 (H) mm
Weight	35 grams (typical)



# MODULE OUTLINE DRAWING

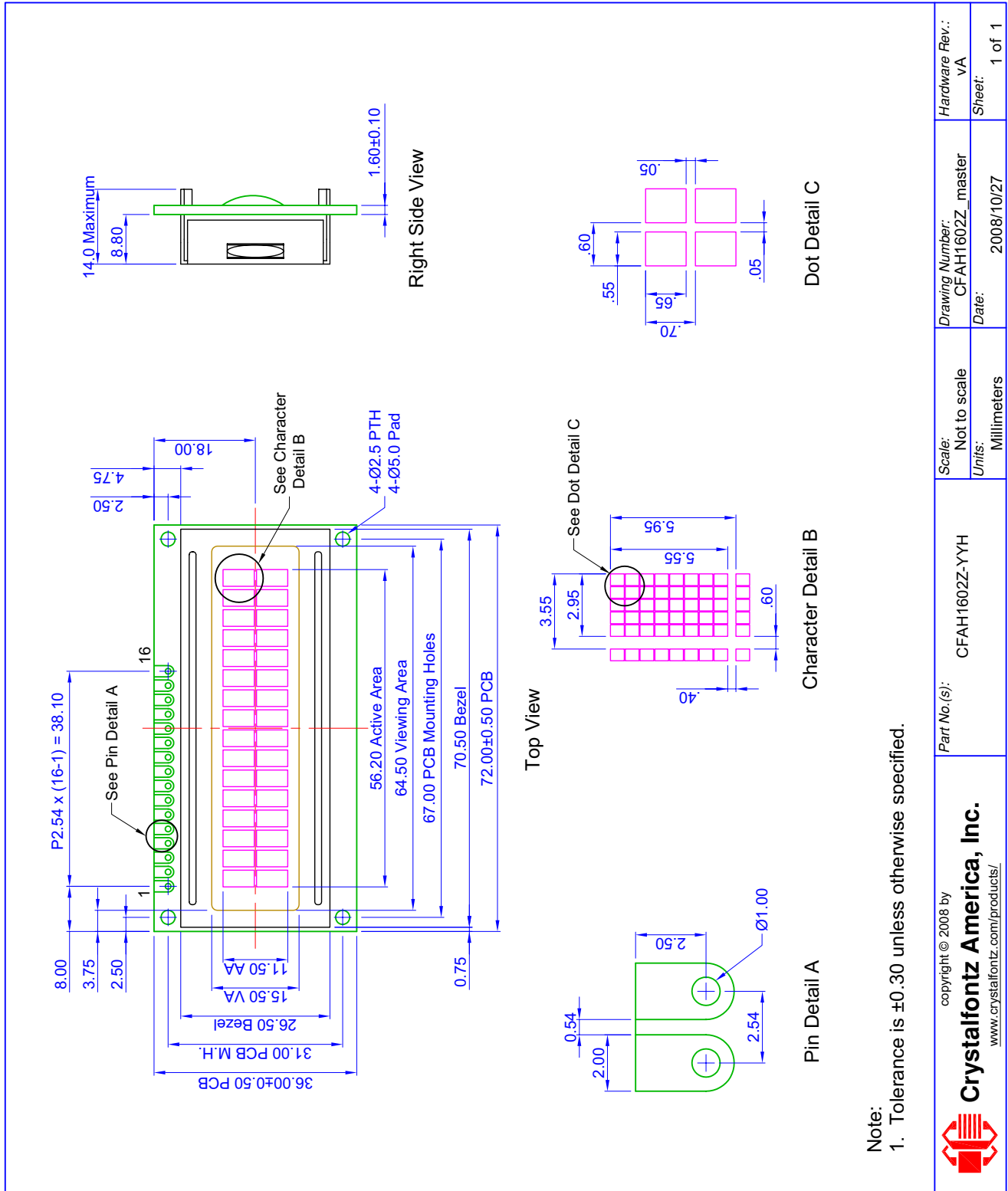


Figure 1. Module Outline Drawing



# ELECTRICAL SPECIFICATIONS

## SYSTEM BLOCK DIAGRAM

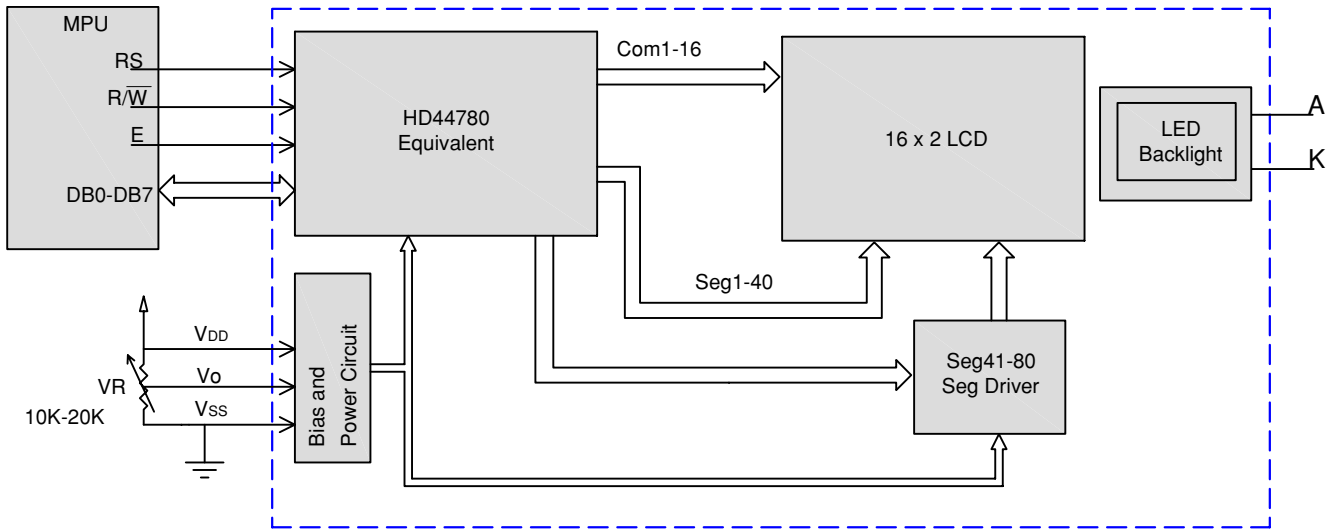


Figure 2. System Block Diagram



## DRIVING METHOD

DRIVING METHOD	SPECIFICATION
Duty	1/16
Bias	1/5

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS	SYMBOL	MINIMUM	MAXIMUM
Operating Temperature*	T <sub>OP</sub>	-20°C	+70°C
Storage Temperature*	T <sub>ST</sub>	-30°C	+80°C
Input Voltage	V <sub>I</sub>	V <sub>SS</sub>	V <sub>DD</sub>
Supply Voltage for Logic	V <sub>DD</sub> - V <sub>SS</sub>	-0.3v	+7v
Supply Voltage for LCD	V <sub>DD</sub> - V <sub>O</sub>	-0.3v	+13v

*\*Note: Prolonged exposure at temperatures outside of this range may cause permanent damage to the module.*



## DC CHARACTERISTICS (5V AND 3.3V OPERATION)

5V OPERATION							
PART	DC CHARACTERISTICS (4.5 to 5.5 volts)	TEST CONDITION	SYMBOL	MINIMUM	TYPICAL	MAXIMUM	NOTES
Controller and Board	Supply Voltage for Logic		$V_{DD} - V_{SS}$	+4.5v	+5.0v	+5.5v	
	Input High Voltage	$V_{DD} = 5V$	$V_{IH}$	+3.5v		$V_{DD}$	Pins: E, RS, R/W, DB0 - DB7
	Input Low Voltage		$V_{IL}$			+0.6v	
	Output High Voltage	$V_{DD} = 5V$	$V_{OH}$	+3.7v			$I_{OH} = -0.1\text{ mA}$ Pins: DB0 - DB7
	Output Low Voltage		$V_{OL}$			+0.4v	$I_{OL} = 0.1\text{ mA}$ Pins: DB0 - DB7
	Supply Current	without backlight	$I_{DD}$		1.2 mA		
LCD Glass	Supply Voltage for Driving LCD	TA = -20°C	$V_{DD} - V_O$			+4.2v	
		TA = +25°C			+3.8v		
		TA = +70°C		+3.6v			
<i>This is a summary of the module's major operating parameters. For detailed information, see <a href="#">APPENDIX C: SITRONIX ST7066U CONTROLLER SPECIFICATION SHEET (Pg. 29)</a>.</i>							



3.3V OPERATION							
PART	DC CHARACTERISTICS (2.7 to 4.5 volts)	TEST CONDITION	SYMBOL	MINIMUM	TYPICAL	MAXIMUM	NOTES
Controller and Board	Supply Voltage for Logic		$V_{DD} - V_{SS}$	+2.7v	+3.3v	+4.5v	
	Input High Voltage	$V_{DD} = 3.3V$	$V_{IH}$	+2.3v		$V_{DD}$	Pins: E, RS, $\overline{R/W}$ , DB0 - DB7
	Input Low Voltage		$V_{IL}$			+0.6v	
	Output High Voltage	$V_{DD} = 3.3V$	$V_{OH}$	+2.4v			$I_{OH} = -0.1 \text{ mA}$ Pins: DB0 - DB7
	Output Low Voltage		$V_{OL}$			+0.4v	$I_{OL} = 0.1 \text{ mA}$ Pins: DB0 - DB7
	Supply Current	without backlight	$I_{DD}$		1.2 mA		
LCD Glass	Supply Voltage for Driving LCD	TA = -20°C	$V_{DD} - V_O$			+4.2v	
		TA = +25°C			+3.8v		
		TA = +70°C		+3.6v			
<p><i>This is a summary of the module's major operating parameters. For detailed information see <a href="#">APPENDIX C: SITRONIX ST7066U CONTROLLER SPECIFICATION SHEET (Pg. 29)</a>.</i></p> <p><i>For more information about 3.3v operation, please see <a href="#">APPENDIX B: APPLICATION NOTE FOR 3.3V OPERATION (Pg. 27)</a>.</i></p>							



## DETAILS OF INTERFACE PIN FUNCTIONS

PIN	SIGNAL	LEVEL	DIRECTION	DESCRIPTION
1	V <sub>SS</sub>	0v		Ground
2	V <sub>DD</sub>	+5.0v		Supply voltage for logic
3	V <sub>O</sub>	variable		Supply voltage for driving LCD is V <sub>O</sub> = +1v typical at V <sub>DD</sub> = +5v which gives a V <sub>LCD</sub> = (V <sub>DD</sub> - V <sub>O</sub> ) = +4v
4	RS	H/L	I	Register selection input. H: Data register (for read and write) L: Instruction code (for write)
5	R/W	H/L	I	H: Read (MPU←Module) L: Write (MPU→Module)
6	E	H,H→L	I	Read/write enable signal H: Read data is enabled by a high level H→L: Write data is latched on the falling edge
7	DB0	H/L	I/O	Data bit 0
8	DB1	H/L	I/O	Data bit 1
9	DB2	H/L	I/O	Data bit 2
10	DB3	H/L	I/O	Data bit 3
11	DB4	H/L	I/O	Data bit 4
12	DB5	H/L	I/O	Data bit 5
13	DB6	H/L	I/O	Data bit 6
14	DB7	H/L	I/O	Data bit 7
15	A (LED +)			Supply voltage for LED. "A" (anode) or "+" of LED backlight
16	K (LED -)			Supply voltage for LED. "K" (cathode or kathode for German and original Greek spelling) or "-" of LED backlight

*For backlight connections, please refer to [LED Backlight Characteristics \(Pg. 17\)](#).*





## QUICK REFERENCE FOR PIN FUNCTIONS (FRONT & BACK PHOTOS)

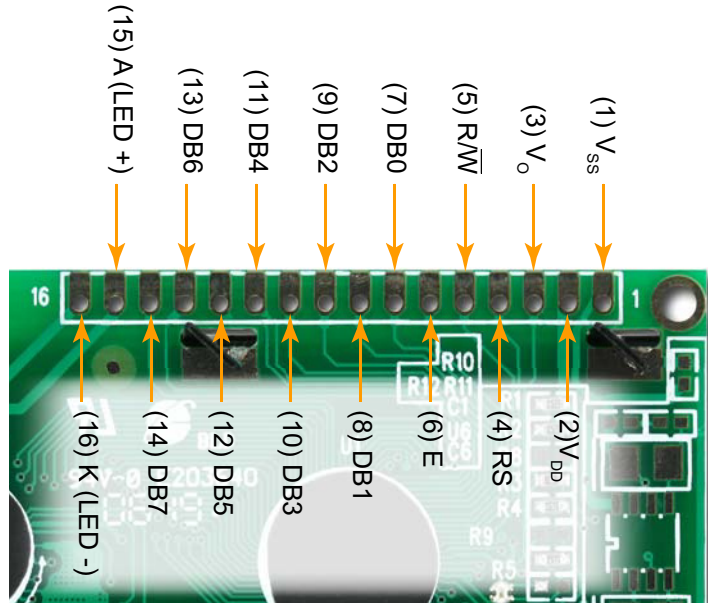


Figure 3. Back View of Pins (Labeled)

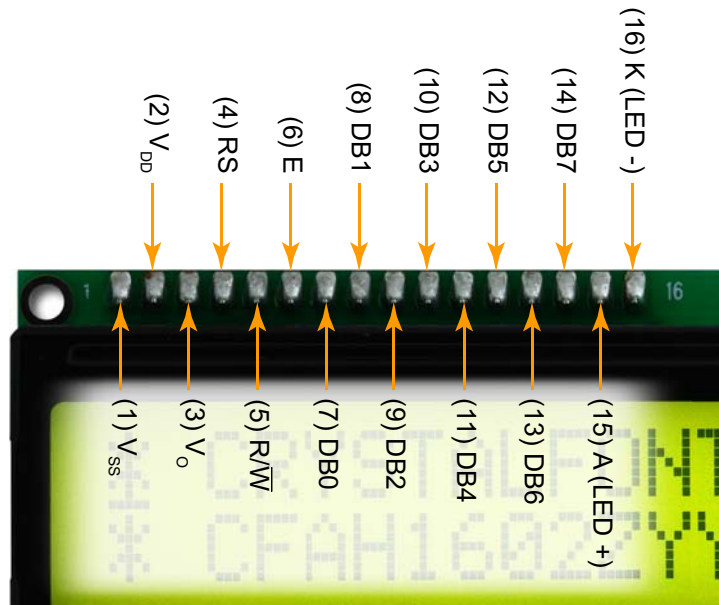


Figure 4. Front View of Pins (Labeled)



## TYPICAL $V_O$ CONNECTIONS FOR DISPLAY CONTRAST

Adjust  $V_O$  to +1v ( $V_{LCD} = +4v$ ) as an initial setting. When the module is operational, readjust  $V_O$  for optimal display appearance.

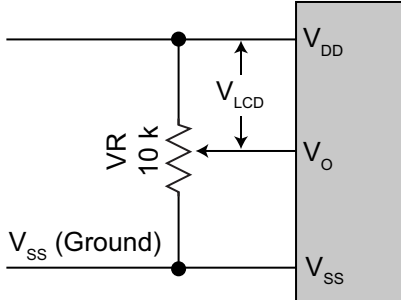


Figure 5. Typical  $V_O$  Connections

We recommend allowing field adjustment of  $V_O$  for all designs. The optimal value for  $V_O$  will change with temperature, variations in  $V_{DD}$ , and viewing angle.  $V_O$  will also vary module-to-module and batch-to-batch due to normal manufacturing variations.

Ideally, adjustments to  $V_O$  should be available to the end user so each user can adjust the display to the optimal contrast for their required viewing conditions. At a minimum, your design should allow  $V_O$  to be adjusted as part of your product's final test.

Although a potentiometer is shown as a typical connection,  $V_O$  can be driven by your microcontroller, either by using a DAC or a filtered PWM. Displays that require  $V_O$  to be negative may need a level-shifting circuit. Please do not hesitate to contact CrystalFontz application support for design assistance on your application.

## ESD (ELECTRO-STATIC DISCHARGE) SPECIFICATIONS

This circuitry is industry standard CMOS logic and is susceptible to ESD damage. Please use industry standard antistatic precautions as you would for any other PCB such as expansion cards or motherboards. For more information, see [CARE AND HANDLING PRECAUTIONS \(Pg. 22\)](#).



## OPTICAL SPECIFICATIONS

---

### OPTICAL CHARACTERISTICS

ITEM	SYMBOL	CONDITION	MINIMUM	TYPICAL	MAXIMUM
Viewing Angle (6 o'clock) (Vertical, Horizontal)	(V) $\theta$	CR $\geq$ 2	-20°		35°
	(H) $\phi$	CR $\geq$ 2	-30°		30°
Contrast Ratio	CR			3	
LCD Response Time*	T rise	Ta = 25°C			250 ms
	T fall	Ta = 25°C			250 ms
<i>*Response Time: The amount of time it takes a liquid crystal cell to go from active to inactive or back again.</i>					

### OPTICAL DEFINITIONS

- Operating Voltage ( $V_{LCD}$ ):  $V_{OP}$
- Viewing Angle
  - Vertical (V) $\theta$ : 0°
  - Horizontal (H) $\phi$ : 0°
- Frame Frequency: 64 Hz
- Driving Waveform: 1/16 Duty, 1/5 Bias
- Ambient Temperature ( $T_a$ ): 25°C



## Definition of Operation Voltage (Vop)

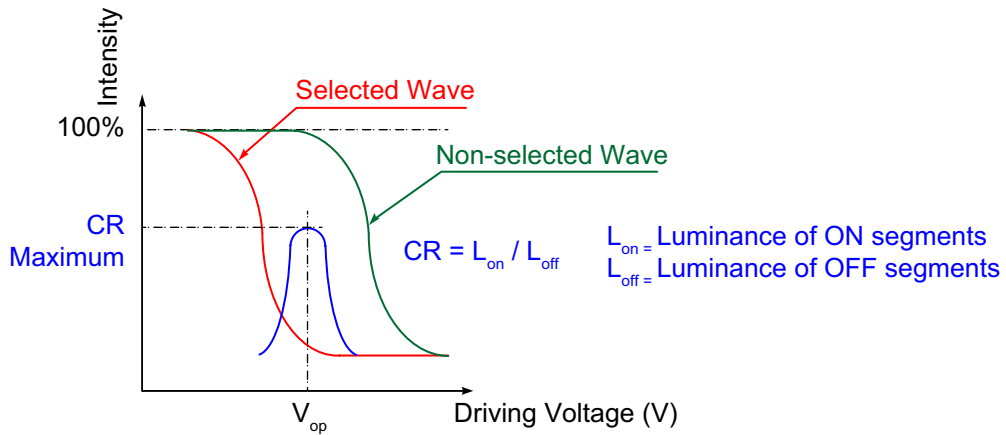


Figure 6. Definition of Operation Voltage ( $V_{OP}$ ) (Positive)

## Definition of Response Time (Tr, Tf)

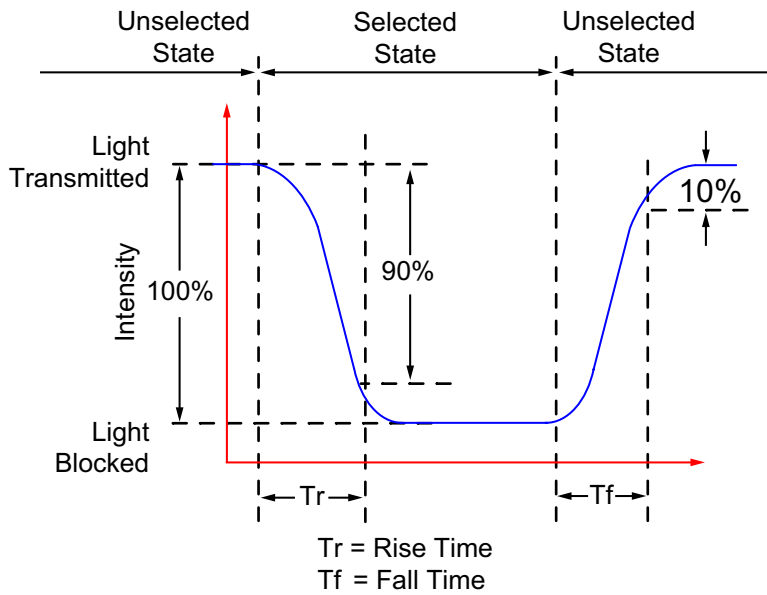


Figure 7. Definition of Response Time ( $T_r$ ,  $T_f$ ) (Positive)



### Definition of Vertical and Horizontal Viewing Angles (CR<sub>≥</sub>2)

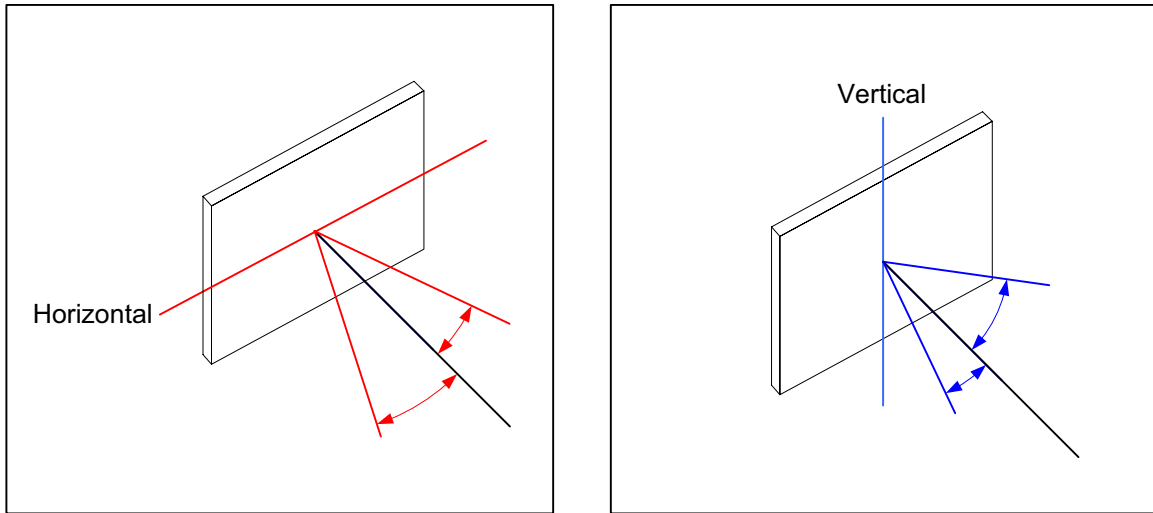


Figure 8. Definition of Horizontal and Vertical Viewing Angles (CR<sub>≥</sub>2)

### Definition of 6 O'Clock and 12:00 O'Clock Viewing Angles

This module has a 6:00 o'clock viewing angle. A 6:00 o'clock viewing angle is a bottom viewing angle like what you would see when you look at a cell phone or calculator. A 12:00 o'clock viewing angle is a top viewing angle like what you would see when you look at the gauges in a golf cart or airplane.

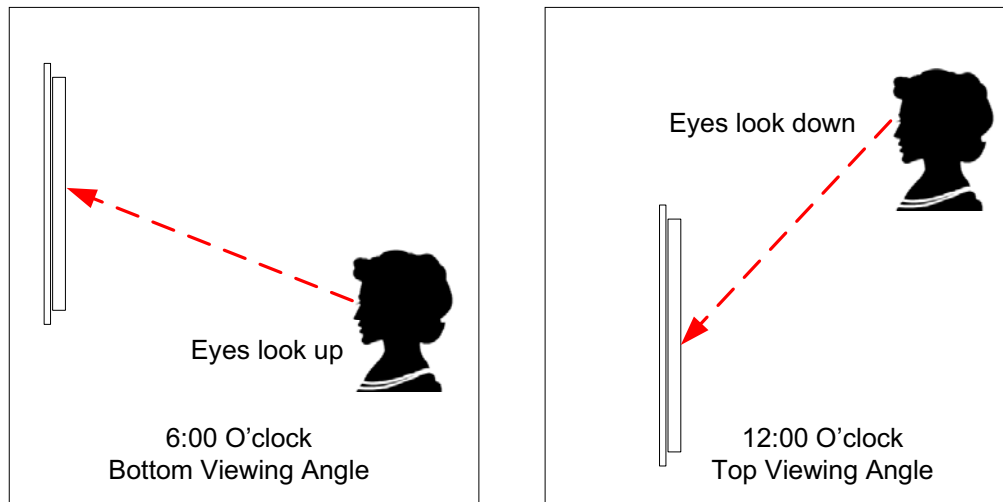


Figure 9. Definition of 6:00 O'Clock and 12:00 O'Clock Viewing Angles



## LED BACKLIGHT CHARACTERISTICS

The CFAH1602Z-YYH-ET uses an LED backlight. LED backlights are easy to use, but they are also easily damaged by abuse.

**NOTE**

Do not connect +5v directly to the backlight terminals. This will ruin the backlight.

LEDs are “current” devices. The important aspect of driving an LED is the current flowing through it, not the voltage across it. Ideally, a current source would be used to drive the LEDs. In practice, a simple current limiting resistor in line from a voltage source will work well in most applications and is much less complex than a current source.

You need to know what the forward voltage of the LEDs is so you can calculate the current limiting resistor ( $R_{LIMIT}$ ). The forward voltage will vary slightly from display to display.

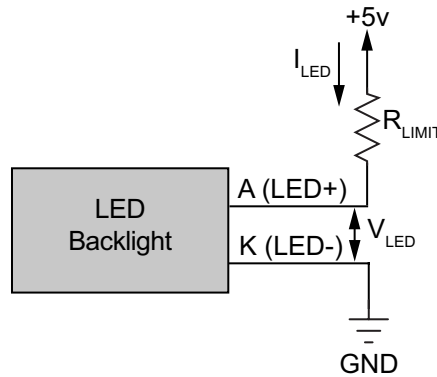


Figure 10. Typical LED Backlight Connections for “Always On”

The equation to calculate  $R_{LIMIT}$  is:

$$R_{LIMIT} \text{ (minimum)} = \frac{V_{DD} \text{ (Supply Voltage)} - V_{LED} \text{ (Typical LED Forward Voltage)}}{I_{LED} \text{ (Typical LED Forward Current)}}$$

The specific  $R_{LIMIT}$  calculation for the CFAH1602Z-YYH-ET at  $V_{DD} = +5v$  is:

$$R_{LIMIT} = \frac{5v - 4.1v}{0.12 \text{ A}} = 7.5\Omega \text{ (minimum)}$$



The backlight may be dimmed by PWM (Pulse Width Modulation). The typical range for the PWM frequency is from 100 to 300 Hz.

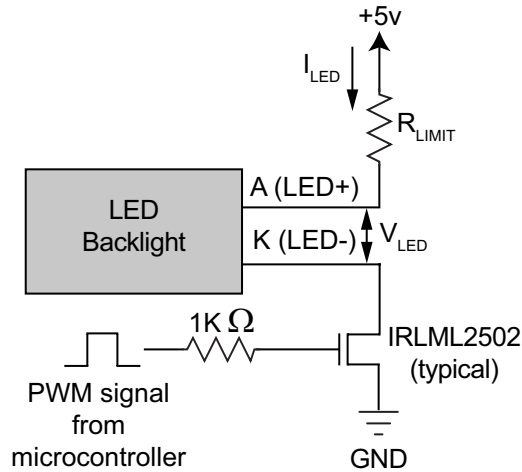


Figure 11. Example of LED Backlight Connections for PWM Dimming

<b>Backlight Characteristics</b> <i>dark dots on yellow-green background</i>			
PARAMETER	MINIMUM	TYPICAL	MAXIMUM
Forward Current ( $I_{LED}$ ) $V = 4.1v$		120 mA	
Forward Voltage ( $V_{LED}$ )	+3.8v	+4.1v	+4.4v
Reverse Voltage ( $V_R$ )			+10v
Luminous Intensity* ( $I_V$ ) $I_{LED} = 120\text{ mA}$		376 cd/m <sup>2</sup>	
Wavelength* ( $I \lambda$ ) $I_{LED} = 120\text{ mA}$		568 nm	
*Direct measurement of backlight—the backlight is not measured through the LCD.			



# LCD CONTROLLER INTERFACE

---

This module uses a Sitronix ST7066U controller. The Sitronix ST7066U is compatible with the industry standard Hitachi HD44780 controller. Software written for modules that use the HD44780 should work without modification.

For your reference, we added [APPENDIX C: SITRONIX ST7066U CONTROLLER SPECIFICATION SHEET \(Pg. 29\)](#) to this Data Sheet.

## DISPLAY POSITION DDRAM ADDRESS

The following table shows the relationship between the controller's addresses and the corresponding character location on the module.

		COLUMN															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ROW	0	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05	0x06	0x07	0x08	0x09	0xA	0xB	0xC	0xD	0xE	0xF
	1	0x40	0x41	0x42	0x43	0x44	0x45	0x46	0x47	0x48	0x49	0x4A	0x4B	0x4C	0x4D	0x4E	0x4F





## CHARACTER GENERATOR ROM (CGROM)

To find the code for a given character, add the two numbers that are shown in bold for its row and column. For example, the lowercase “h” is in the column labeled “96<sub>10</sub>” and in the row labeled “8<sub>10</sub>”. So you would add 96 + 8 to get 104. When you send a byte with the value of 104 to the display, then a lowercase “h” will be shown. (See [APPENDIX C: SITRONIX ST7066U CONTROLLER SPECIFICATION SHEET \(Pg. 29\)](#).)

upper 4 bits lower 4 bits	0 <sub>10</sub> 0000 <sub>2</sub>	16 <sub>10</sub> 0001 <sub>2</sub>	32 <sub>10</sub> 0010 <sub>2</sub>	48 <sub>10</sub> 0011 <sub>2</sub>	64 <sub>10</sub> 0100 <sub>2</sub>	80 <sub>10</sub> 0101 <sub>2</sub>	96 <sub>10</sub> 0110 <sub>2</sub>	112 <sub>10</sub> 0111 <sub>2</sub>	128 <sub>10</sub> 1000 <sub>2</sub>	144 <sub>10</sub> 1001 <sub>2</sub>	160 <sub>10</sub> 1010 <sub>2</sub>	176 <sub>10</sub> 1011 <sub>2</sub>	192 <sub>10</sub> 1100 <sub>2</sub>	208 <sub>10</sub> 1101 <sub>2</sub>	224 <sub>10</sub> 1110 <sub>2</sub>	240 <sub>10</sub> 1111 <sub>2</sub>
0 <sub>10</sub> 0000 <sub>2</sub>	CGRAM [0]	士	田	0	P	°	F	G	E	△	Γ	∇	β	τ	∞	π
1 <sub>10</sub> 0001 <sub>2</sub>	CGRAM [1]	≡	!	1	A	Q	S	7	Q	△	∇	∇	J	T	Y	∞
2 <sub>10</sub> 0010 <sub>2</sub>	CGRAM [2]	Q	"	2	B	R	b	r	e	E	△	∇	∇	*	∞	∞
3 <sub>10</sub> 0011 <sub>2</sub>	CGRAM [3]	⊗	#	3	C	S	c	≡	△	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
4 <sub>10</sub> 0100 <sub>2</sub>	CGRAM [4]	∇	∇	4	O	T	d	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
5 <sub>10</sub> 0101 <sub>2</sub>	CGRAM [5]	∇	∇	5	E	U	e	u	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
6 <sub>10</sub> 0110 <sub>2</sub>	CGRAM [6]	∇	∇	6	F	U	f	u	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
7 <sub>10</sub> 0111 <sub>2</sub>	CGRAM [7]	∇	∇	7	G	W	w	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
8 <sub>10</sub> 1000 <sub>2</sub>		∇	∇	8	H	∞	h	∞	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
9 <sub>10</sub> 1001 <sub>2</sub>		∇	∇	9	I	Y	i	y	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
10 <sub>10</sub> 1010 <sub>2</sub>		∇	∇	∞	*	J	Z	z	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
11 <sub>10</sub> 1011 <sub>2</sub>		∇	∇	∇	∇	K	k	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
12 <sub>10</sub> 1100 <sub>2</sub>		∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
13 <sub>10</sub> 1101 <sub>2</sub>		∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
14 <sub>10</sub> 1110 <sub>2</sub>		∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
15 <sub>10</sub> 1111 <sub>2</sub>		∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇

Figure 12. Character Generator ROM (CGROM)



## MODULE RELIABILITY AND LONGEVITY

---

### MODULE RELIABILITY

ITEM	SPECIFICATION
LCD including yellow-green LED backlight	50,000 to 100,000 hours (typical)

### MODULE LONGEVITY (EOL / REPLACEMENT POLICY)

Crystalfontz is committed to making all of our LCD modules available for as long as possible. For each module we introduce, we intend to offer it indefinitely. We do not preplan a module's obsolescence. The majority of modules we have introduced are still available.

We recognize that discontinuing a module may cause problems for some customers. However, rapidly changing technologies, component availability, or low customer order levels may force us to discontinue ("End of Life", EOL) a module. For example, we must occasionally discontinue a module when a supplier discontinues a component or a manufacturing process becomes obsolete. When we discontinue a module, we will do our best to find an acceptable replacement module with the same fit, form, and function.

In most situations, you will not notice a difference when comparing a "fit, form, and function" replacement module to the discontinued module it replaces. However, sometimes a change in component or process for the replacement module results in a slight variation, perhaps an improvement, over the previous design.

Although the replacement module is still within the stated Data Sheet specifications and tolerances of the discontinued module, changes may require modification to your circuit and/or firmware. Possible changes include:

- *LCD fluid, polarizers, or the LCD manufacturing process.* These items may change the appearance of the display, requiring an adjustment to  $V_O$  (See [Typical  \$V\_O\$  Connections for Display Contrast \(Pg. 13\)](#)).
- *Backlight LEDs.* Brightness may be affected (perhaps the new LEDs have better efficiency) or the current they draw may change (new LEDs may have a different VF).
- *Controller.* A new controller may require minor changes in your code.
- *Component tolerances.* Module components have manufacturing tolerances. In extreme cases, the tolerance stack can change the visual or operating characteristics.

Please understand that we avoid changing a module whenever possible; we only discontinue a module if we have no other option. We will post Part Change Notices on the product's webpage as soon as possible. If interested, you can subscribe to future part change notifications.



## CARE AND HANDLING PRECAUTIONS

---

For optimum operation of the module and to prolong its life, please follow the precautions below.

### ESD (ELECTRO-STATIC DISCHARGE)

The circuitry is industry standard CMOS logic and susceptible to ESD damage. Please use industry standard antistatic precautions as you would for any other PCB such as expansion cards or motherboards. Ground your body, work surfaces, and equipment.

### DESIGN AND MOUNTING

- The exposed surface of the LCD “glass” is actually a polarizer laminated on top of the glass. To protect the soft plastic polarizer from damage, the module ships with a protective film over the polarizer. Please peel off the protective film slowly. Peeling off the protective film abruptly may generate static electricity.
- The polarizer is made out of soft plastic and is easily scratched or damaged. When handling the module, avoid touching the polarizer. Finger oils are difficult to remove.
- To protect the soft plastic polarizer from damage, place a transparent plate (for example, acrylic, polycarbonate, or glass) in front of the module, leaving a small gap between the plate and the display surface. We use GE HP-92 Lexan, which is readily available and works well.
- Do not disassemble or modify the module.
- Do not modify the tab of the metal holder or make connections to it.
- Solder only to the I/O terminals. Use care when removing solder—it is possible to damage the PCB.
- Do not reverse polarity to the power supply connections. Reversing polarity will immediately ruin the module.

### AVOID SHOCK, IMPACT, TORQUE, AND TENSION

- Do not expose the module to strong mechanical shock, impact, torque, and tension.
- Do not drop, toss, bend, or twist the module.
- Do not place weight or pressure on the module.

### IF LCD PANEL BREAKS

- If the LCD panel breaks, be careful not to get the liquid crystal fluid in your mouth or eyes.
- If the liquid crystal fluid touches your skin, clothes, or work surface, wash it off immediately using soap and plenty of water.
- Do not eat the LCD panel.

### CLEANING

The polarizer (laminated to the glass) is soft plastic. The soft plastic is easily scratched or damaged. Be very careful when you clean the polarizer.

- Do not clean the polarizer with liquids. Do not wipe the polarizer with any type of cloth or swab (for example, Q-tips).
- Use the removable protective film to remove smudges (for example, fingerprints) and any foreign matter. If you no longer have the protective film, use standard transparent office tape (for example, Scotch® brand “Crystal Clear Tape”). If the polarizer is dusty, you may carefully blow it off with clean, dry, oil-free compressed air.



## OPERATION

- We do not recommend connecting this module to a PC's parallel port as an "end product." This module is not "user friendly" and connecting them to a PC's parallel port is often difficult, frustrating, and can result in a "dead" display due to mishandling. For more information, see our forum thread at <http://www.crystalfontz.com/forum/showthread.php?s=&threadid=3257>.
- Your circuit should be designed to protect the module from ESD and power supply transients.
- Observe the operating temperature limitations: from -20°C minimum to +70°C maximum with minimal fluctuations. Operation outside of these limits may shorten the life and/or harm the display.
  - At lower temperatures of this range, response time is delayed.
  - At higher temperatures of this range, display becomes dark. (You may need to adjust the contrast.)
- Operate away from dust, moisture, and direct sunlight.

## STORAGE AND RECYCLING



- Store in an ESD-approved container away from dust, moisture, and direct sunlight.
- Observe the storage temperature limitations: from -30°C minimum to +80°C maximum with minimal fluctuations. Rapid temperature changes can cause moisture to form, resulting in permanent damage.
- Do not allow weight to be placed on the modules while they are in storage.
- Please recycle your outdated CrystalFontz LCD modules at an approved facility.



# APPENDIX A: QUALITY ASSURANCE STANDARDS

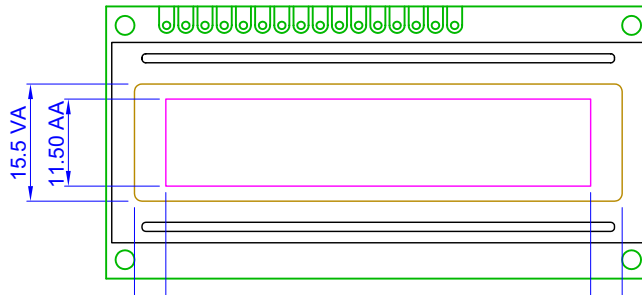
## INSPECTION CONDITIONS

- Environment
  - Temperature: 25±5°C
  - Humidity: 30~85% RH (noncondensing)
- For visual inspection of active display area
  - Source lighting: two 20-Watt or one 40-Watt fluorescent light
  - Display adjusted for best contrast
  - Viewing distance: 30±5 cm (about 12 inches)
  - Viewing angle: inspect at 45° angle of vertical line right and left, top and bottom

## COLOR DEFINITIONS

We try to describe the appearance of our LCD modules as accurately as possible. For the photos, we adjust the backlight (if any) and contrast for optimal appearance. Actual display appearance may vary due to (1) different operating conditions, (2) small variations of component tolerances, (3) inaccuracies of our camera, (4) color interpretation of the photos on your monitor, and/or (5) personal differences in the perception of color.

## DEFINITION OF ACTIVE AREA AND VIEWING AREA



## ACCEPTANCE SAMPLING

DEFECT TYPE	AQL*
Major	≤.65%
Minor	<1.0%
* Acceptable Quality Level: maximum allowable error rate or variation from standard	

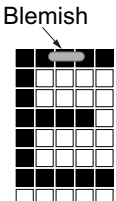
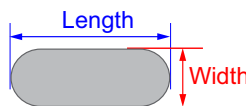
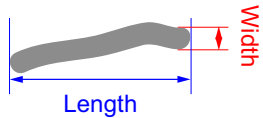


## DEFECTS CLASSIFICATION

Defects are defined as:

- Major Defect: results in failure or substantially reduces usability of unit for its intended purpose
- Minor Defect: deviates from standards but is not likely to reduce usability for its intended purpose

## ACCEPTANCE STANDARDS

#	DEFECT TYPE	CRITERIA			MAJOR / MINOR	
1	Electrical defects	1. No display, display malfunctions, or shorted segments. 2. Current consumption exceeds specifications.			Major	
2	Viewing area defect	Viewing area does not meet specifications.			Major	
3	Contrast adjustment defect	Contrast adjustment fails or malfunctions.			Major	
4	Blemishes or foreign matter on display segments		<i>Defect Size</i>	<i>Acceptable Qty</i>	Minor	
			$\leq 0.30$ mm	3		
		$\leq 2$ defects within 10 mm of each other				
5	Blemishes or foreign matter outside of display segments	Defect Size = $(\text{Width} + \text{Length})/2$  	<i>Defect Size</i>	<i>Acceptable Qty</i>	Minor	
			$\leq 0.15$ mm	Ignore		
			0.15 to 0.20 mm	3		
			0.20 to 0.25 mm	2		
			$> 0.30$ mm	1		
6	Dark lines or scratches in display area		<i>Defect Width</i>	<i>Defect Length</i>	<i>Acceptable Qty</i>	Minor
			$\leq 0.03$ mm	$\leq 3.0$ mm	3	
			0.03 to 0.05	$\leq 2.0$ mm	2	
			0.05 to 0.08	$\leq 2.0$ mm	1	
			0.08 to 0.10	$\leq 3.0$ mm	0	
			$\geq 0.10$	$> 3.0$ mm	0	



#	DEFECT TYPE	CRITERIA		MAJOR / MINOR
7	Bubbles between polarizer film and glass	<i>Defect Size</i>	<i>Acceptable Qty</i>	Minor
		≤0.20 mm	Ignore	
		0.20 to 0.40 mm	3	
		0.40 to 0.60 mm	2	
		≥0.60 mm	0	
8	Display pattern defect			Minor
		<i>Dot Size</i>	<i>Acceptable Qty</i>	
		$((A+B)/2) \leq 0.20$ mm	$\leq 3$ total defects $\leq 2$ pinholes per digit	
		$C > 0$ mm		
		$((D+E)/2) \leq 0.25$ mm		
		$((F+G)/2) \leq 0.25$ mm		
9	Backlight defects	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Light fails or flickers. (Major)</li> <li>2. Color and luminance do not correspond to specifications. (Major)</li> <li>3. Exceeds standards for display's blemishes, foreign matter, dark lines or scratches. (Minor)</li> </ol>		See list ←
10	PCB defects	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oxidation or contamination on connectors.*</li> <li>2. Wrong parts, missing parts, or parts not in specification.*</li> <li>3. Jumpers set incorrectly. (Minor)</li> <li>4. Solder (if any) on bezel, LED pad, zebra pad, or screw hole pad is not smooth. (Minor)</li> </ol> *Minor if display functions correctly. Major if the display fails.		See list ←
11	Soldering defects	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unmelted solder paste.</li> <li>2. Cold solder joints, missing solder connections, or oxidation.*</li> <li>3. Solder bridges causing short circuits.*</li> <li>4. Residue or solder balls.</li> <li>5. Solder flux is black or brown.</li> </ol> *Minor if display functions correctly. Major if the display fails.		Minor



## APPENDIX B: APPLICATION NOTE FOR 3.3V OPERATION

This module can be used with a 3.3v power supply. In order to meet the requirements of  $V_{LCD}$ , you must provide a negative voltage source for  $V_O$  (pin 3, see [Details of Interface Pin Functions \(Pg. 11\)](#)). You need to drive  $V_O$  to below ground (typically -1v or -2v) until the  $V_{LCD}$  is met, making display contrast acceptable.

You can supply the negative voltage by one of the following methods:

1. Use an available source for the negative voltage.

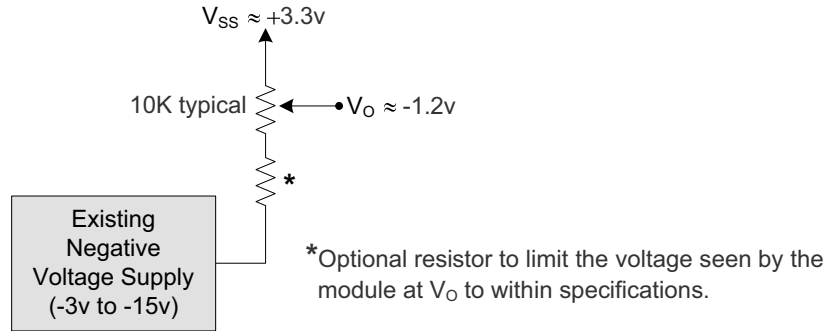


Figure 1. Use Existing Negative Voltage Supply

2. Use a "7660" CMOS switched-capacitor voltage converter or one of the many other available solutions for creating a negative voltage from a positive supply.

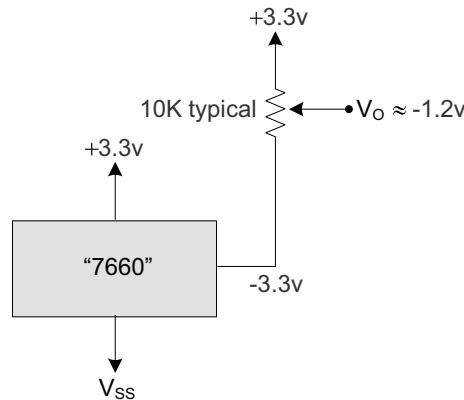


Figure 2. "7660" Switched-Capacitor Voltage Converter





3. Use the circuit in the figure below to create the voltage for  $V_O$  by using a PWM (Pulse Width Modulation) output of your microcontroller. This circuit allows the contrast to be adjusted under software control.

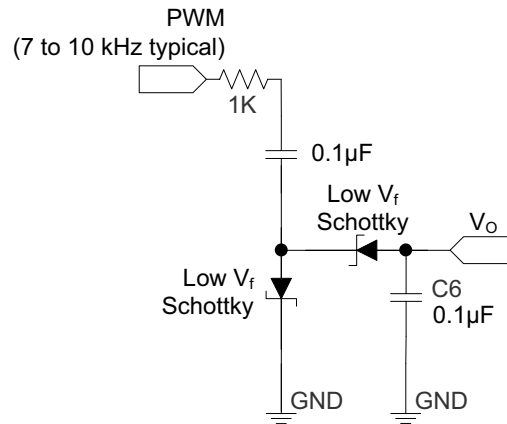


Figure 3.  $V_O$  Driving Circuit

Since  $V_O$  is pulled up internally by the LCD controller, this circuit will produce positive ( $\approx +1\text{v}$ )  $V_{LCD}$  ( $V_{LCD} = \text{small}$ , contrast is light) for low ( $\approx 10\%$ ) or high ( $90\%$ ) duty cycles. For duty cycles near  $50\%$ , this circuit will produce negative ( $\approx -2\text{v}$ ) levels of  $V_O$  ( $V_{LCD} = \text{big}$ , contrast is dark).

4. Replace this module with the module in this series that has an on-board negative voltage generator. (The part number has a "V" at the end of it.)

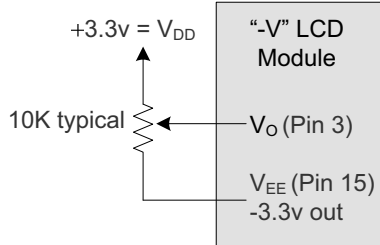


Figure 4. On-Board Negative Voltage Generator



## APPENDIX C: SITRONIX ST7066U CONTROLLER SPECIFICATION SHEET

---

The complete *Sitronix ST7066U Dot Matrix LCD Controller/Driver* specifications (42 pages) follows.



# Sitronix

## ST7066U

### Dot Matrix LCD Controller/Driver

#### ■ Features

- **5 x 8 and 5 x 11 dot matrix possible**
- **Low power operation support:**
  - 2.7 to 5.5V
- **Wide range of LCD driver power**
  - 3.0 to 10V
- **Correspond to high speed MPU bus interface**
  - 2 MHz (when  $V_{cc} = 5V$ )
- **4-bit or 8-bit MPU interface enabled**
- **80 x 8-bit display RAM (80 characters max.)**
- **13,200-bit character generator ROM for a total of 240 character fonts(5 x 8 dot or 5 x 11 dot)**
- **64 x 8-bit character generator RAM**
  - 8 character fonts (5 x 8 dot)
  - 4 character fonts (5 x 11 dot)
- **16-common x 40-segment liquid crystal display driver**
- **Programmable duty cycles**
  - 1/8 for one line of 5 x 8 dots with cursor
  - 1/11 for one line of 5 x 11 dots & cursor
  - 1/16 for two lines of 5 x 8 dots & cursor
- **Wide range of instruction functions:**  
Display clear, cursor home, display on/off, cursor on/off, display character blink, cursor shift, display shift
- **Automatic reset circuit that initializes the controller/driver after power on**
- **Internal oscillator with external resistors**
- **Low power consumption**
- **QFP80 and Bare Chip available**

#### ■ Description

The ST7066U dot-matrix liquid crystal display controller and driver LSI displays alphanumeric, Japanese kana characters, and symbols. It can be configured to drive a dot-matrix liquid crystal display under the control of a 4- or 8-bit microprocessor. Since all the functions such as display RAM, character generator, and liquid crystal driver, required for driving a dot-matrix liquid crystal display are internally provided on one chip, a minimal system can be interfaced with this controller/driver.

The ST7066U character generator ROM is extended to generate 240 5x8(5x11) dot character fonts for a

total of 240 different character fonts. The low power supply (2.7V to 5.5V) of the ST7066U is suitable for any portable battery-driven product requiring low power dissipation.

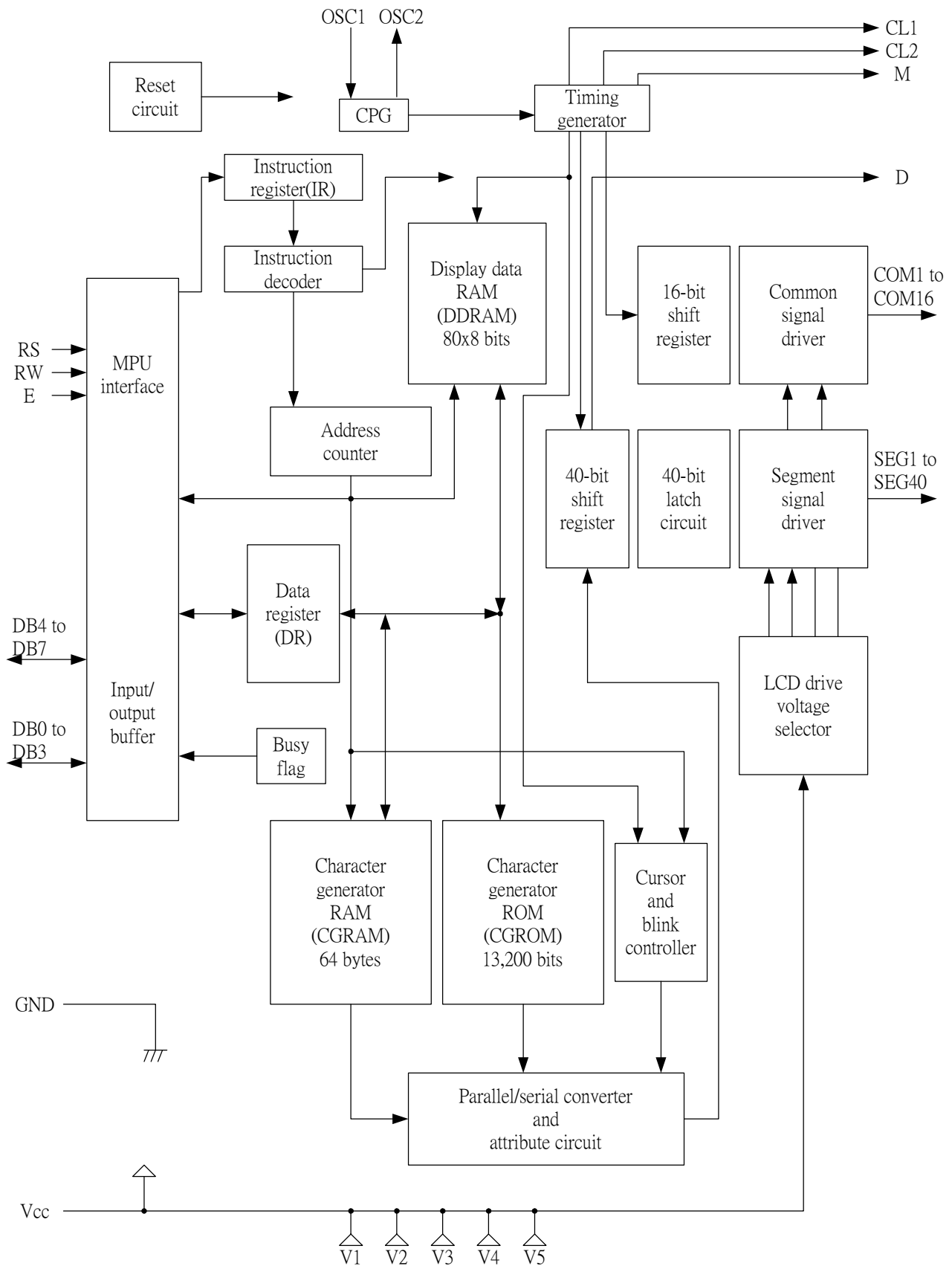
The ST7066U LCD driver consists of 16 common signal drivers and 40 segment signal drivers which can extend display size by cascading segment driver ST7065 or ST7063. The maximum display size can be either 80 characters in 1-line display or 40 characters in 2-line display. A single ST7066U can display up to one 8-character line or two 8-character lines.

Product Name	Support Character
ST7066U-0A	English / Japan
ST7066U-0B	English / European
ST7066U-0E	English / European

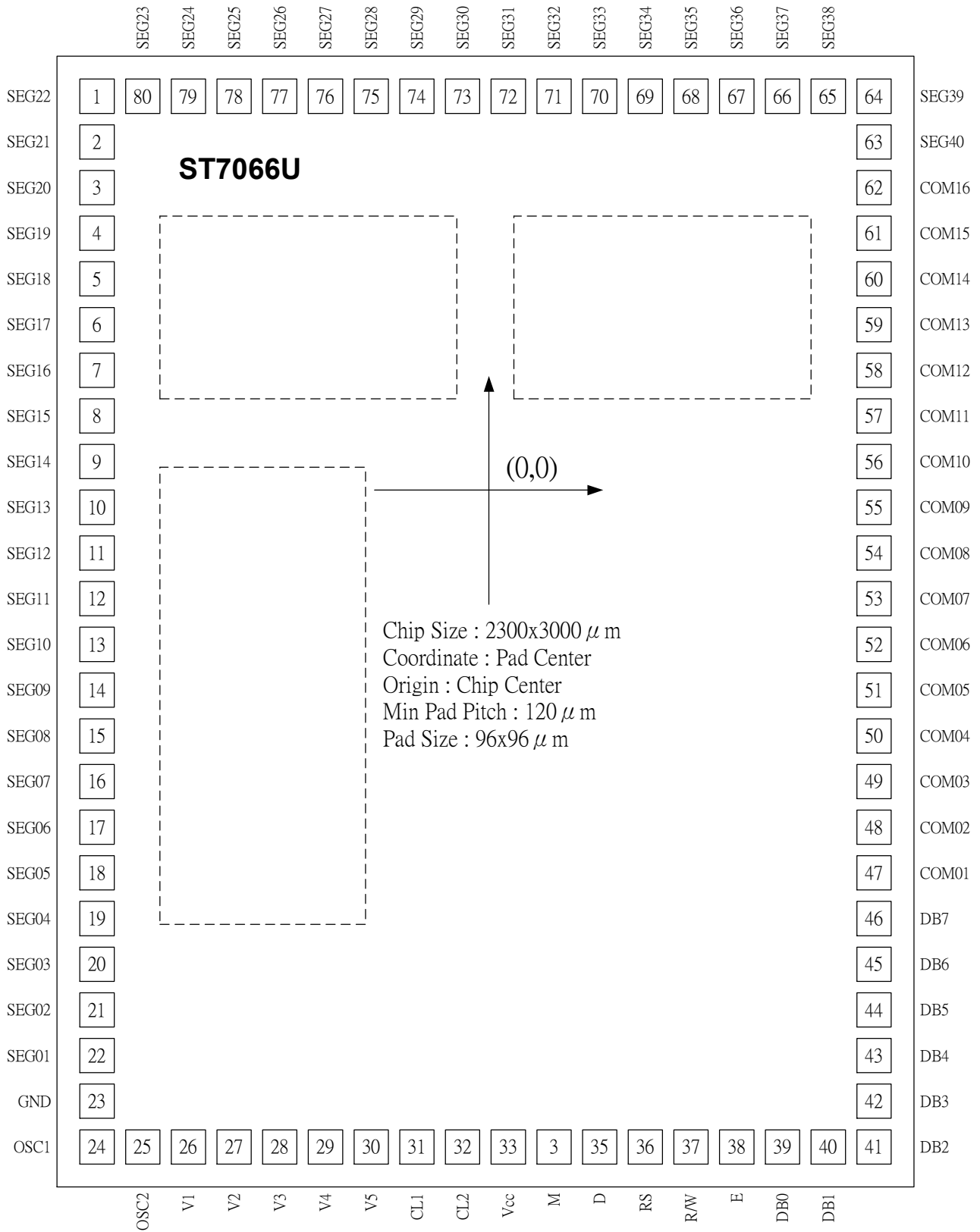




■ Block Diagram



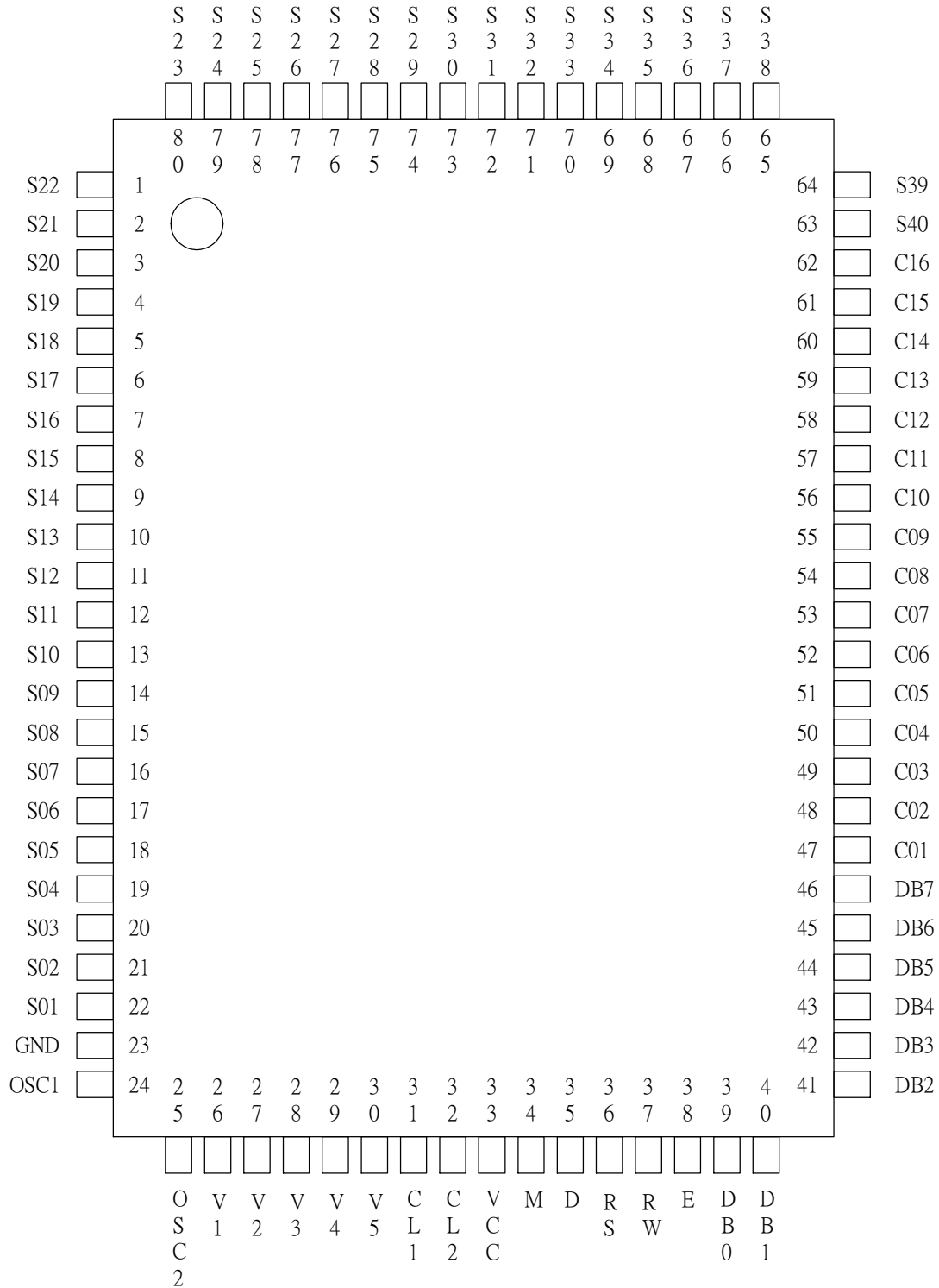
## ■ Pad Arrangement



Substrate Connect to V<sub>DD</sub>.



■ Pad Configuration(80 QFP)





■ Pad Location Coordinates

Pad No.	Function	X	Y
1	SEG22	-1040	1400
2	SEG21	-1040	1270
3	SEG20	-1040	1140
4	SEG19	-1040	1020
5	SEG18	-1040	900
6	SEG17	-1040	780
7	SEG16	-1040	660
8	SEG15	-1040	540
9	SEG14	-1040	420
10	SEG13	-1040	300
11	SEG12	-1040	180
12	SEG11	-1040	60
13	SEG10	-1040	-60
14	SEG9	-1040	-180
15	SEG8	-1040	-300
16	SEG7	-1040	-420
17	SEG6	-1040	-540
18	SEG5	-1040	-660
19	SEG4	-1040	-780
20	SEG3	-1040	-900
21	SEG2	-1040	-1020
22	SEG1	-1040	-1140
23	GND	-1040	-1270
24	OSC1	-1040	-1400
25	OSC2	-910	-1400
26	V1	-780	-1400
27	V2	-660	-1400
28	V3	-540	-1400
29	V4	-420	-1400
30	V5	-300	-1400
31	CL1	-180	-1400
32	CL2	-60	-1400
33	Vcc	60	-1400
34	M	180	-1400
35	D	300	-1400
36	RS	420	-1400
37	RW	540	-1400
38	E	660	-1400
39	DB0	780	-1400
40	DB1	910	-1400

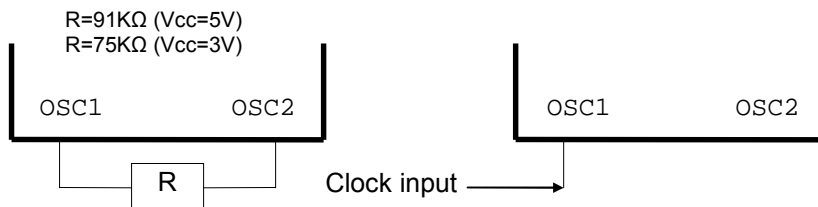
Pad No.	Function	X	Y
41	DB2	1040	-1400
42	DB3	1040	-1270
43	DB4	1040	-1140
44	DB5	1040	-1020
45	DB6	1040	-900
46	DB7	1040	-780
47	COM1	1040	-660
48	COM2	1040	-540
49	COM3	1040	-420
50	COM4	1040	-300
51	COM5	1040	-180
52	COM6	1040	-60
53	COM7	1040	60
54	COM8	1040	180
55	COM9	1040	300
56	COM10	1040	420
57	COM11	1040	540
58	COM12	1040	660
59	COM13	1040	780
60	COM14	1040	900
61	COM15	1040	1020
62	COM16	1040	1140
63	SEG40	1040	1270
64	SEG39	1040	1400
65	SEG38	910	1400
66	SEG37	780	1400
67	SEG36	660	1400
68	SEG35	540	1400
69	SEG34	420	1400
70	SEG33	300	1400
71	SEG32	180	1400
72	SEG31	60	1400
73	SEG30	-60	1400
74	SEG29	-180	1400
75	SEG28	-300	1400
76	SEG27	-420	1400
77	SEG26	-540	1400
78	SEG25	-660	1400
79	SEG24	-780	1400
80	SEG23	-910	1400

■ Pin Function

Name	Number	I/O	Interfaced with	Function
RS	1	I	MPU	Select registers. 0: Instruction register (for write) Busy flag: address counter (for read) 1: Data register (for write and read)
R/W	1	I	MPU	Select read or write. 0: Write 1: Read
E	1	I	MPU	Starts data read/write.
DB4 to DB7	4	I/O	MPU	Four high order bi-directional tristate data bus pins. Used for data transfer and receive between the MPU and the ST7066U. DB7 can be used as a busy flag.
DB0 to DB3	4	I/O	MPU	Four low order bi-directional tristate data bus pins. Used for data transfer and receive between the MPU and the ST7066U. These pins are not used during 4-bit operation.
CL1	1	O	Extension driver	Clock to latch serial data D sent to the extension driver
CL2	1	O	Extension driver	Clock to shift serial data D
M	1	O	Extension driver	Switch signal for converting the liquid crystal drive waveform to AC
D	1	O	Extension driver	Character pattern data corresponding to each segment signal
COM1 to COM16	16	O	LCD	Common signals that are not used are changed to non-selection waveform. COM9 to COM16 are non-selection waveforms at 1/8 duty factor and COM12 to COM16 are non-selection waveforms at 1/11 duty factor.
SEG1 to SEG40	40	O	LCD	Segment signals
V1 to V5	5	-	Power supply	Power supply for LCD drive $V_{cc} - V5 = 10\text{ V (Max)}$
V <sub>cc</sub> , GND	2	-	Power supply	V <sub>cc</sub> : 2.7V to 5.5V, GND: 0V
OSC1, OSC2	2		Oscillation resistor clock	When crystal oscillation is performed, a resistor must be connected externally. When the pin input is an external clock, it must be input to OSC1.

Note:

1. V<sub>cc</sub>>=V1>=V2>=V3>=V4>=V5 must be maintained
2. Two clock options:



## ■ Function Description

### ● System Interface

This chip has all two kinds of interface type with MPU : 4-bit bus and 8-bit bus. 4-bit bus or 8-bit bus is selected by DL bit in the instruction register.

During read or write operation, two 8-bit registers are used. One is data register (DR), the other is instruction register(IR).

The data register(DR) is used as temporary data storage place for being written into or read from DDRAM/CGRAM, target RAM is selected by RAM address setting instruction. Each internal operation, reading from or writing into RAM, is done automatically. So to speak, after MPU reads DR data, the data in the next DDRAM/CGRAM address is transferred into DR automatically. Also after MPU writes data to DR, the data in DR is transferred into DDRAM/CGRAM automatically.

The Instruction register(IR) is used only to store instruction code transferred from MPU. MPU cannot use it to read instruction data.

To select register, use RS input pin in 4-bit/8-bit bus mode.

RS	R/W	Operation
L	L	Instruction Write operation (MPU writes Instruction code into IR)
L	H	Read Busy Flag(DB7) and address counter (DB0 ~ DB6)
H	L	Data Write operation (MPU writes data into DR)
H	H	Data Read operation (MPU reads data from DR)

Table 1. Various kinds of operations according to RS and R/W bits.

### ● Busy Flag (BF)

When BF = "High", it indicates that the internal operation is being processed. So during this time the next instruction cannot be accepted. BF can be read, when RS = Low and R/W = High (Read Instruction Operation), through DB7 port. Before executing the next instruction, be sure that BF is not High. **Before checking BF, be sure to wait at least 80us. Please refer to Page 27 for the example. Do NOT keep "E" always "High" for checking BF.**

### ● Address Counter (AC)

Address Counter(AC) stores DDRAM/CGRAM address, transferred from IR. After writing into (reading from) DDRAM/CGRAM, AC is automatically increased (decreased) by 1. When RS = "Low" and R/W = "High", AC can be read through DB0 ~ DB6 ports.

- **Display Data RAM (DDRAM)**

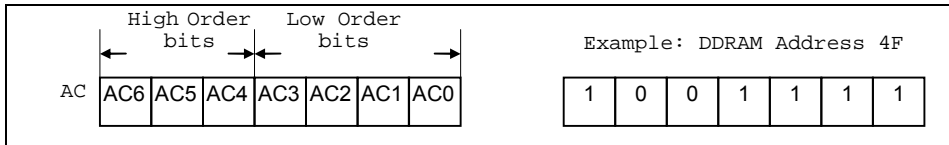
Display data RAM (DDRAM) stores display data represented in 8-bit character codes. Its extended capacity is 80 x 8 bits, or 80 characters. The area in display data RAM (DDRAM) that is not used for display can be used as general data RAM. See Figure 1 for the relationships between DDRAM addresses and positions on the liquid crystal display.

The DDRAM address ( $A_{DD}$ ) is set in the address counter (AC) as hexadecimal.

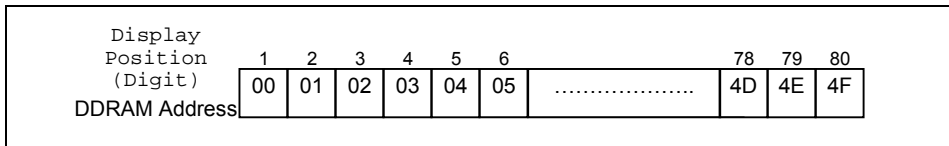
- **1-line display (N = 0) (Figure 2)**

When there are fewer than 80 display characters, the display begins at the head position. For example, if using only the ST7066U, 8 characters are displayed. See Figure 3.

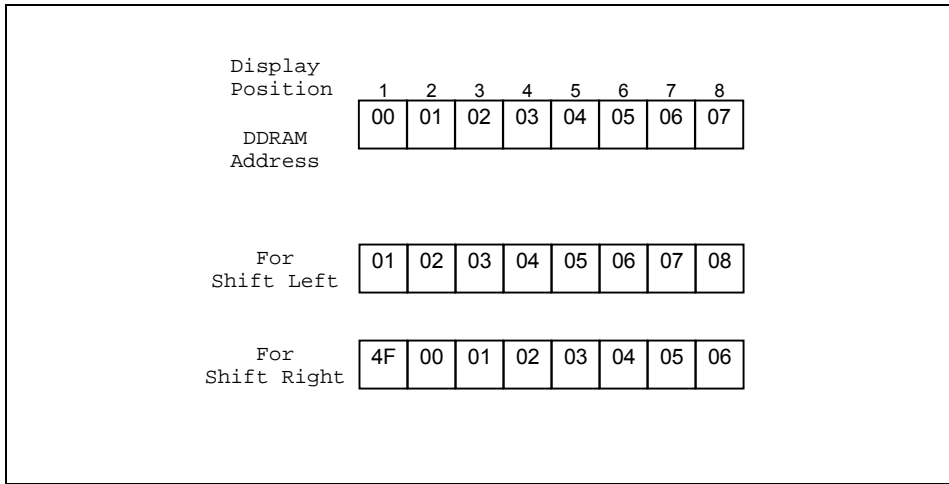
When the display shift operation is performed, the DDRAM address shifts. See Figure 3.



**Figure 1 DDRAM Address**



**Figure 2 1-Line Display**



**Figure 3 1-Line by 8-Character Display Example**

- **2-line display (N = 1) (Figure 4)**

Case 1: When the number of display characters is less than 40 x 2 lines, the two lines are displayed from the head. Note that the first line end address and the second line start address are not consecutive. For example, when just the ST7066U is used, 8 characters x 2 lines are displayed. See Figure 5.

When display shift operation is performed, the DDRAM address shifts. See Figure 5.

Display Position	1	2	3	4	5	6	.....	38	39	40
DDRAM Address (hexadecimal)	00	01	02	03	04	05	.....	25	26	27
	40	41	42	43	44	45	.....	65	66	67

Figure 4 2-Line Display

Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8
DDRAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07
	40	41	42	43	44	45	46	47
For Shift Left	01	02	03	04	05	06	07	08
	41	42	43	44	45	46	47	48
For Shift Right	27	00	01	02	03	04	05	06
	67	40	41	42	43	44	45	46

Figure 5 2-Line by 8-Character Display Example

Case 2: For a 16-character × 2-line display, the ST7066U can be extended using one 40-output extension driver. See Figure 6.

When display shift operation is performed, the DDRAM address shifts. See Figure 6.

Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DDRAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
For Shift Left	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50
For Shift Right	27	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E
	67	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E

Figure 6 2-Line by 16-Character Display Example

- **Character Generator ROM (CGROM)**

The character generator ROM generates 5 x 8 dot or 5 x 11 dot character patterns from 8-bit character codes. It can generate 240 5 x 8 dot character patterns. User-defined character patterns are also available by mask-programmed ROM.

- **Character Generator RAM (CGRAM)**

In the character generator RAM, the user can rewrite character patterns by program. For 5 x 8 dots, eight character patterns can be written, and for 5 x 11 dots, four character patterns can be written.

Write into DDRAM the character codes at the addresses shown as the left column of Table 4 to show the character patterns stored in CGRAM.

See Table 5 for the relationship between CGRAM addresses and data and display patterns. Areas that are not used for display can be used as general data RAM.

- **Timing Generation Circuit**

The timing generation circuit generates timing signals for the operation of internal circuits such as DDRAM, CGROM and CGRAM. RAM read timing for display and internal operation timing by MPU access are generated separately to avoid interfering with each other. Therefore, when writing data to DDRAM, for example, there will be no undesirable interference, such as flickering, in areas other than the display area.

- **LCD Driver Circuit**

LCD Driver circuit has 16 common and 40 segment signals for LCD driving. Data from CGRAM/CGROM is transferred to 40 bit segment latch serially, and then it is stored to 40 bit shift latch. When each common is selected by 16 bit common register, segment data also output through segment driver from 40 bit segment latch. In case of 1-line display mode, COM1 ~ COM8 have 1/8 duty or COM1 ~ COM11 have 1/11 duty, and in 2-line mode, COM1 ~ COM16 have 1/16 duty ratio.

- **Cursor/Blink Control Circuit**

It can generate the cursor or blink in the cursor/blink control circuit. The cursor or the blink appears in the digit at the display data RAM address set in the address counter.

Table 4 Correspondence between Character Codes and Character Patterns (ROM Code: 0A)

NO.7066-0A

b7-b4 b3-b0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)			0	1	2	3	4				5	6	7	8	9
0001	(2)	!	1	A	0	a	9			.	7	*	4	3	q	
0010	(3)	"	2	B	R	b	r			7	7	7	x	p	e	
0011	(4)	#	3	C	S	c	s			J	7	T	E	e	*	
0100	(5)	\$	4	D	T	d	t			√	I	t	t	μ	o	
0101	(6)	%	5	E	U	e	u			*	*	*	1	o	0	
0110	(7)	&	6	F	V	f	v			9	9	2	3	p	z	
0111	(8)	'	7	G	W	g	w			7	*	*	9	g	n	
1000	(1)	(	8	H	X	h	x			4	7	*	U	J	X	
1001	(2)	)	9	I	Y	i	y			o	7	J	U	"	U	
1010	(3)	*	:	J	Z	j	z			z	z	o	U	J	*	
1011	(4)	+	;	K	C	k	c			*	7	o	o	*	n	
1100	(5)	,	<	L	*	l	l			o	o	7	7	o	n	
1101	(6)	-	=	M	J	m	j			a	*	*	o	k	*	
1110	(7)	.	>	N	*	n	*			o	o	o	*	n		
1111	(8)	/	?	O	L	o	*			o	U	7	*	o		

Table 4(Cont.) (ROM Code: 0B)

NO.7066-0B

b7-b4 b3-b0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)	士	士	0	0	P	P	P	0	0	0	1	1	1	1	1
0001	(2)	士	1	1	A	0	a	a	0	0	1	1	1	1	1	1
0010	(3)	0	"	2	B	R	b	r	0	0	0	0	0	0	0	0
0011	(4)	0	#	3	C	C	c	c	0	0	0	1	1	1	1	1
0100	(5)	1	*	4	D	T	d	t	0	0	0	1	1	1	1	1
0101	(6)	1	%	5	E	U	e	u	0	0	0	1	1	1	1	1
0110	(7)	1	@	6	F	U	f	u	0	0	0	1	1	1	1	1
0111	(8)	1	'	7	G	W	g	w	0	0	0	1	1	1	1	1
1000	(1)	1	()	8	H	X	h	x	0	0	0	1	1	1	1	1
1001	(2)	1	)	9	I	Y	i	y	0	0	1	1	1	1	1	1
1010	(3)	0	*	#	J	Z	j	z	0	0	0	1	1	1	1	1
1011	(4)	1	+	%	K	L	k	l	1	1	0	0	1	1	1	1
1100	(5)	1	,	<	L	N	l	n	1	1	0	0	1	1	1	1
1101	(6)	0	-	=	M	J	m	j	1	1	0	0	1	1	1	1
1110	(7)	0	.	>	N	N	n	n	1	1	0	0	1	1	1	1
1111	(8)	0	/	?	O	L	o	l	1	1	0	0	1	1	1	1



Table 4(Cont.) (ROM Code: 0E)

NO.7066-0E

b7-b4 b3-b0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)			0	1	P	Q	R	0	1	2	3	4	5	6	7
0001	(2)	!	1	A	0	a	9	0	1	±	L	1	2	3	4	
0010	(3)	"	2	B	R	b	r	0	1	0	B	1	2	3	4	
0011	(4)	#	3	C	S	c	s	0	1	↑	B	1	2	3	4	
0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	0	1	↓	G	1	2	3	4	
0101	(6)	%	5	E	U	e	u	0	1	←	B	1	2	3	4	
0110	(7)	&	6	F	V	f	v	0	1	→	B	1	2	3	4	
0111	(8)	'	7	G	W	w	w	0	1	↖	B	1	2	3	4	
1000	(1)	(	8	H	X	h	x	0	1	↗	B	1	2	3	4	
1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	0	1	↘	B	1	2	3	4	
1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	0	1	↙	B	1	2	3	4	
1011	(4)	+	;	K	L	k	l	0	1	↘	B	1	2	3	4	
1100	(5)	,	<	L	*	l	l	0	1	↘	B	1	2	3	4	
1101	(6)	-	=	M	I	m	i	0	1	↘	B	1	2	3	4	
1110	(7)	.	>	N	<	n	>	0	1	↘	B	1	2	3	4	
1111	(8)	/	?	0	_	o	*	0	1	↘	B	1	2	3	4	

Character Code (DDRAM Data)								CGRAM Address						Character Patterns (CGRAM Data)									
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	b5	b4	b3	b2	b1	b0	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0		
0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	1	1	1	1	1		
					0	0	0				0	0	0				0	0	0				
					0	0	0				0	0	0				0	0	0				
					0	0	0				0	0	0				0	0	0				
					0	0	0				0	0	0				0	0	0				
					0	0	0				0	0	0				0	0	0				
					0	0	0				0	0	0				0	0	0				
					0	0	0				0	0	0				0	0	0				
0	0	0	0	-	0	0	1	0	0	1	0	0	0	-	-	-	1	1	1	1	0		
					0	0	1				0	0	1				0	1					
					0	0	1				0	1	0				1	0	1				
					0	0	1				0	1	1				0	1	0				
					0	0	1				1	0	0				0	0	0				
					0	0	1				1	0	0				1	0	0				
					0	0	1				1	1	0				0	0	1				
					0	0	1				1	1	1				0	0	0				

**Table 5 Relationship between CGRAM Addresses, Character Codes (DDRAM) and Character patterns (CGRAM Data)**

Notes:

1. Character code bits 0 to 2 correspond to CGRAM address bits 3 to 5 (3 bits: 8 types).
  2. CGRAM address bits 0 to 2 designate the character pattern line position. The 8th line is the cursor position and its display is formed by a logical OR with the cursor. Maintain the 8th line data, corresponding to the cursor display position, at 0 as the cursor display. If the 8th line data is 1, 1 bits will light up the 8th line regardless of the cursor presence.
  3. Character pattern row positions correspond to CGRAM data bits 0 to 4 (bit 4 being at the left).
  4. As shown Table 5, CGRAM character patterns are selected when character code bits 4 to 7 are all 0. However, since character code bit 3 has no effect, the R display example above can be selected by either character code 00H or 08H.
  5. 1 for CGRAM data corresponds to display selection and 0 to non-selection.
- “-“: Indicates no effect.

## ■ Instructions

There are four categories of instructions that:

- Designate ST7066U functions, such as display format, data length, etc.
- Set internal RAM addresses
- Perform data transfer with internal RAM
- Others

Instruction Table:

Instruction	Instruction Code										Description	Description Time (270KHz)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Write "20H" to DDRAM. and set DDRAM address to "00H" from AC	1.52 ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	Set DDRAM address to "00H" from AC and return cursor to its original position if shifted. The contents of DDRAM are not changed.	1.52 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies display shift. These operations are performed during data write and read.	37 us
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	D=1:entire display on C=1:cursor on B=1:cursor position on	37 us
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x	Set cursor moving and display shift control bit, and the direction, without changing DDRAM data.	37 us
Function Set	0	0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x	DL:interface data is 8/4 bits N:number of line is 2/1 F:font size is 5x11/5x8	37 us
Set CGRAM address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0		Set CGRAM address in address counter	37 us
Set DDRAM address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0		Set DDRAM address in address counter	37 us
Read Busy flag and address	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0		Whether during internal operation or not can be known by reading BF. The contents of address counter can also be read.	0 us
Write data to RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM)	37 us
Read data from RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM)	37 us

Note:

Be sure the ST7066U is not in the busy state (BF = 0) before sending an instruction from the MPU to the ST7066U. If an instruction is sent without checking the busy flag, the time between the first instruction and next instruction will take much longer than the instruction time itself. Refer to Instruction Table for the list of each instruction execution time.

## ■ Instruction Description

### ● Clear Display

	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Clear all the display data by writing "20H" (space code) to all DDRAM address, and set DDRAM address to "00H" into AC (address counter). Return cursor to the original status, namely, bring the cursor to the left edge on first line of the display. Make entry mode increment (I/D = "1").

### ● Return Home

	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x

Return Home is cursor return home instruction. Set DDRAM address to "00H" into the address counter. Return cursor to its original site and return display to its original status, if shifted. Contents of DDRAM does not change.

### ● Entry Mode Set

	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

Set the moving direction of cursor and display.

- **I/D : Increment / decrement of DDRAM address (cursor or blink)**  
When I/D = "High", cursor/blink moves to right and DDRAM address is increased by 1.  
When I/D = "Low", cursor/blink moves to left and DDRAM address is decreased by 1.  
\* CGRAM operates the same as DDRAM, when read from or write to CGRAM.
- **S: Shift of entire display**  
When DDRAM read (CGRAM read/write) operation or S = "Low", shift of entire display is not performed. If S = "High" and DDRAM write operation, shift of entire display is performed according to I/D value (I/D = "1" : shift left, I/D = "0" : shift right).

S	I/D	Description
H	H	Shift the display to the left
H	L	Shift the display to the right

● **Display ON/OFF**

	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

Control display/cursor/blink ON/OFF 1 bit register.

- **D : Display ON/OFF control bit**  
When D = "High", entire display is turned on.  
When D = "Low", display is turned off, but display data is remained in DDRAM.
- **C : Cursor ON/OFF control bit**  
When C = "High", cursor is turned on.  
When C = "Low", cursor is disappeared in current display, but I/D register remains its data.
- **B : Cursor Blink ON/OFF control bit**  
When B = "High", cursor blink is on, that performs alternate between all the high data and display character at the cursor position.  
When B = "Low", blink is off.

● **Cursor or Display Shift**

	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x

Without writing or reading of display data, shift right/left cursor position or display. This instruction is used to correct or search display data. During 2-line mode display, cursor moves to the 2nd line after 40th digit of 1st line. Note that display shift is performed simultaneously in all the line. When displayed data is shifted repeatedly, each line shifted individually. When display shift is performed, the contents of address counter are not changed.

S/C	R/L	Description	AC Value
L	L	Shift cursor to the left	AC=AC-1
L	H	Shift cursor to the right	AC=AC+1
H	L	Shift display to the left. Cursor follows the display shift	AC=AC
H	H	Shift display to the right. Cursor follows the display shift	AC=AC

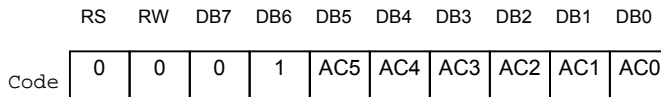
● **Function Set**

	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x

- **DL : Interface data length control bit**  
 When DL = "High", it means 8-bit bus mode with MPU.  
 When DL = "Low", it means 4-bit bus mode with MPU. So to speak, DL is a signal to select 8-bit or 4-bit bus mode.  
 When 4-bit bus mode, it needs to transfer 4-bit data by two times.
- **N : Display line number control bit**  
 When N = "Low", it means 1-line display mode.  
 When N = "High", 2-line display mode is set.
- **F : Display font type control bit**  
 When F = "Low", it means 5 x 8 dots format display mode  
 When F = "High", 5 x11 dots format display mode.

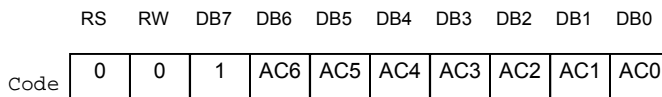
N	F	No. of Display Lines	Character Font	Duty Factor
L	L	1	5x8	1/8
L	H	1	5x11	1/11
H	x	2	5x8	1/16

● **Set CGRAM Address**



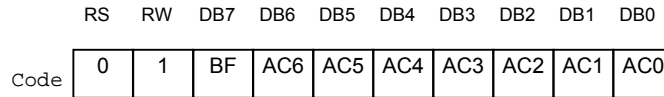
Set CGRAM address to AC.  
 This instruction makes CGRAM data available from MPU.

● **Set DDRAM Address**



Set DDRAM address to AC.  
 This instruction makes DDRAM data available from MPU.  
 When 1-line display mode (N = 0), DDRAM address is from "00H" to "4FH".  
 In 2-line display mode (N = 1), DDRAM address in the 1st line is from "00H" to "27H", and  
 DDRAM address in the 2nd line is from "40H" to "67H".

- **Read Busy Flag and Address**

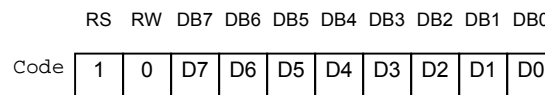


When BF = "High", indicates that the internal operation is being processed. So during this time the next instruction cannot be accepted.

The address Counter (AC) stores DDRAM/CGRAM addresses, transferred from IR.

After writing into (reading from) DDRAM/CGRAM, AC is automatically increased (decreased) by 1.

- **Write Data to CGRAM or DDRAM**

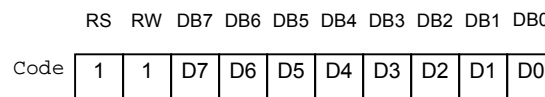


Write binary 8-bit data to DDRAM/CGRAM.

The selection of RAM from DDRAM, CGRAM, is set by the previous address set instruction : DDRAM address set, CGRAM address set. RAM set instruction can also determine the AC direction to RAM.

After write operation, the address is automatically increased/decreased by 1, according to the entry mode.

- **Read Data from CGRAM or DDRAM**



Read binary 8-bit data from DDRAM/CGRAM.

The selection of RAM is set by the previous address set instruction. If address set instruction of RAM is not performed before this instruction, the data that read first is invalid, because the direction of AC is not determined. If you read RAM data several times without RAM address set instruction before read operation, you can get correct RAM data from the second, but the first data would be incorrect, because there is no time margin to transfer RAM data.

In case of DDRAM read operation, cursor shift instruction plays the same role as DDRAM address set instruction : it also transfer RAM data to output data register. After read operation address counter is automatically increased/decreased by 1 according to the entry mode. After CGRAM read operation, display shift may not be executed correctly.

\* In case of RAM write operation, after this AC is increased/decreased by 1 like read operation. In this time, AC indicates the next address position, but you can read only the previous data by read instruction.

## ■ Reset Function

### Initializing by Internal Reset Circuit

An internal reset circuit automatically initializes the ST7066U when the power is turned on. The following instructions are executed during the initialization. The busy flag (BF) is kept in the busy state until the initialization ends (BF = 1). The busy state lasts for 40 ms after VCC rises to 4.5 V.

1. Display clear
2. Function set:
  - DL = 1; 8-bit interface data
  - N = 0; 1-line display
  - F = 0; 5x8 dot character font
3. Display on/off control:
  - D = 0; Display off
  - C = 0; Cursor off
  - B = 0; Blinking off
4. Entry mode set:
  - I/D = 1; Increment by 1
  - S = 0; No shift

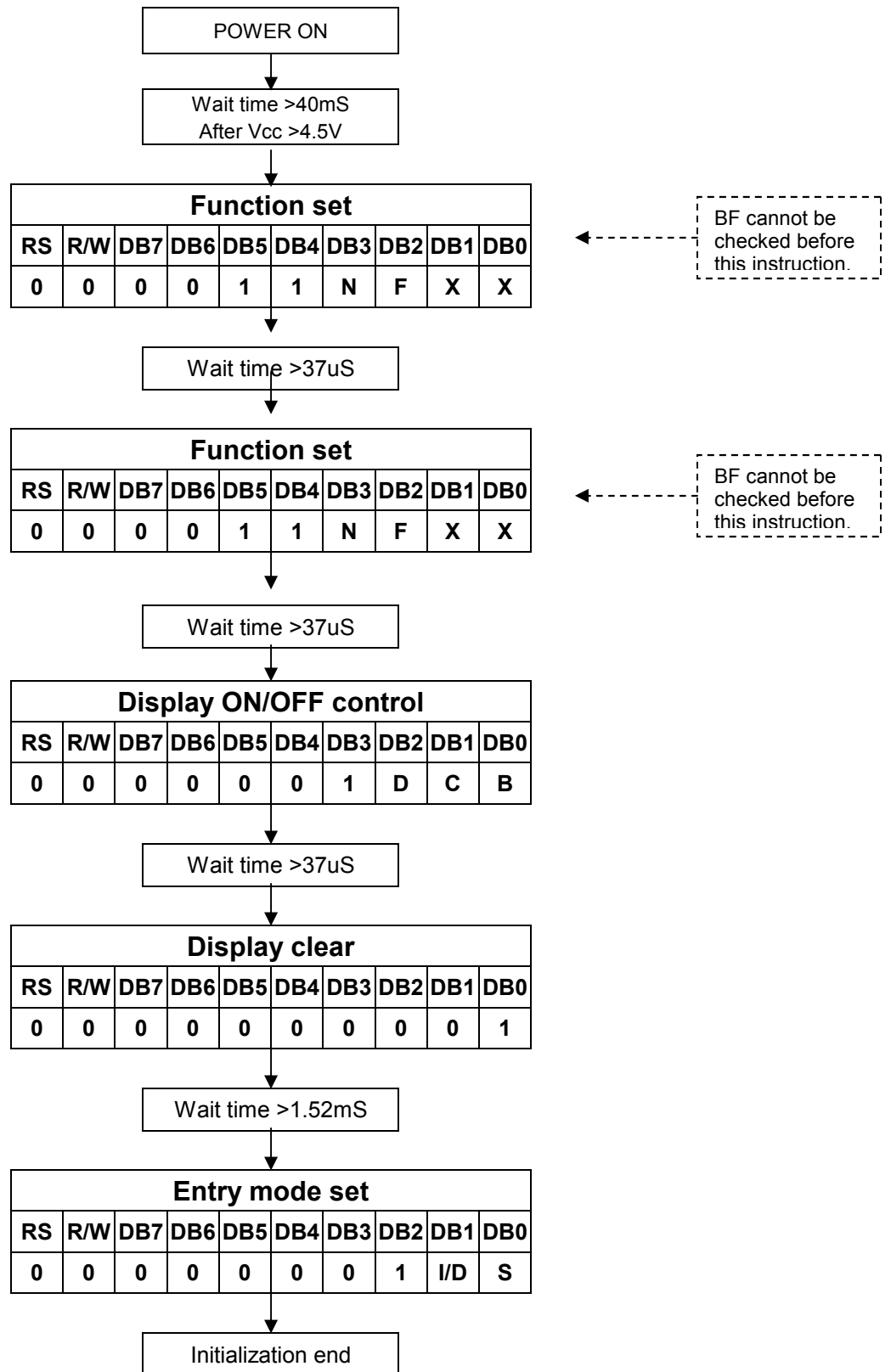
#### Note:

If the electrical characteristics conditions listed in the table Power Supply Conditions (Page 31) are not met, the internal reset circuit will not operate normally and will fail to initialize the ST7066U. For such a case, initialization must be performed by the MPU as explain by the following figures.



## ■ Initializing by Instruction

- 8-bit Interface (fosc=270KHz)



## ➤ Initial Program Code Example For 8051 MPU(8 Bit Interface):

-----  
INITIAL\_START:

```
CALL DELAY40mS

MOV A,#38H ;FUNCTION SET
CALL WRINS_NOCHK ;8 bit,N=1,5*7dot
CALL DELAY37uS

MOV A,#38H ;FUNCTION SET
CALL WRINS_NOCHK ;8 bit,N=1,5*7dot
CALL DELAY37uS

MOV A,#0FH ;DISPLAY ON
CALL WRINS_CHK
CALL DELAY37uS

MOV A,#01H ;CLEAR DISPLAY
CALL WRINS_CHK
CALL DELAY1.52mS

MOV A,#06H ;ENTRY MODE SET
CALL WRINS_CHK ;CURSOR MOVES TO RIGHT
CALL DELAY37uS
```

-----  
MAIN\_START:

```
XXXX
XXXX
XXXX
XXXX
.
.
.
.
```

-----  
WRINS\_CHK:

```
CALL CHK_BUSY
```

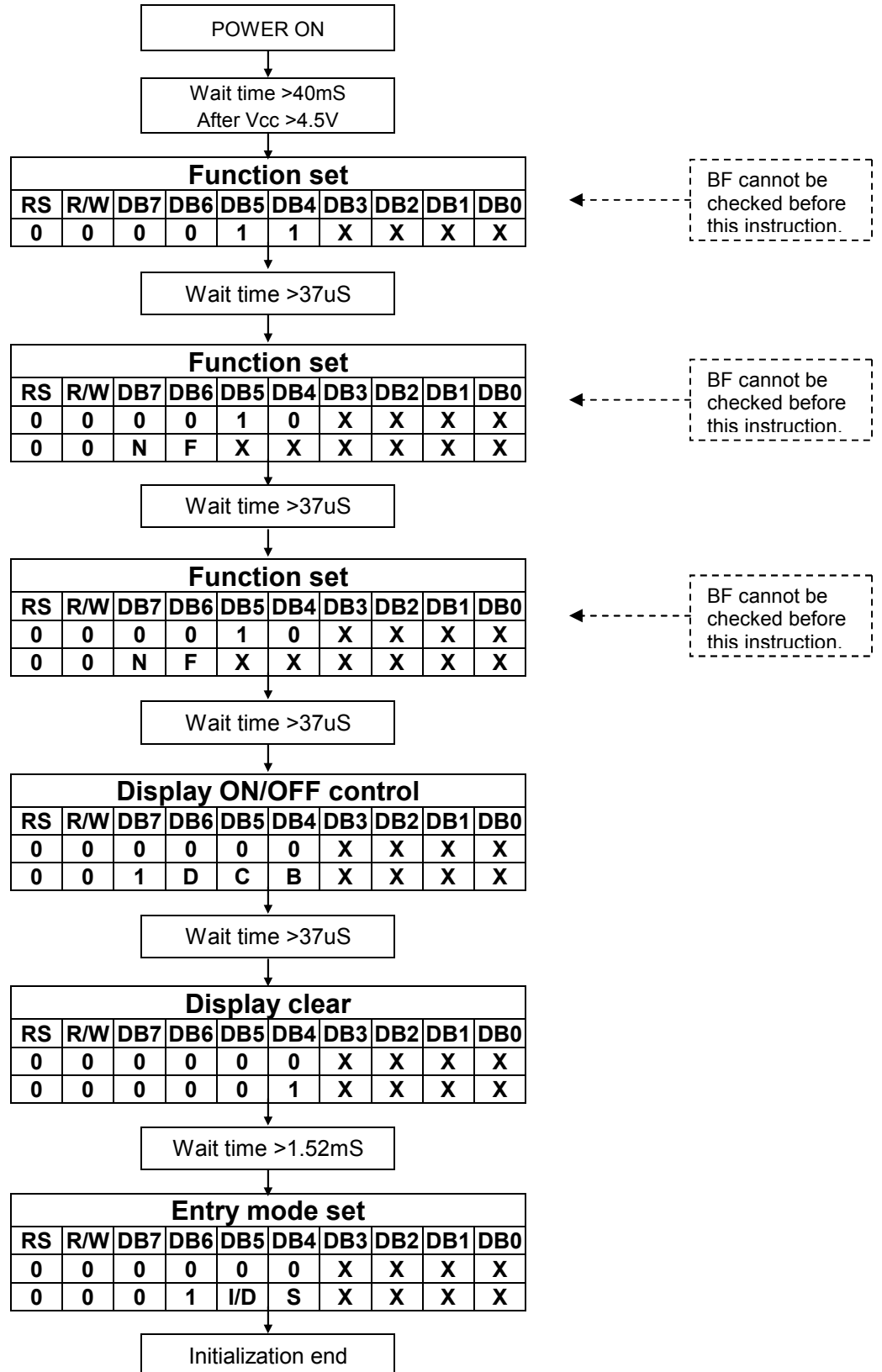
WRINS\_NOCHK:

```
CLR RS ;EX:Port 3.0
CLR RW ;EX:Port 3.1
SETB E ;EX:Port 3.2
MOV P1,A ;EX:Port 1=Data Bus
CLR E
MOV P1,#FFH ;For Check Busy Flag
RET
```

-----  
CHK\_BUSY: ;Check Busy Flag

```
CLR RS
SETB RW
SETB E
JB P1.7,$
CLR E
RET
```

● 4-bit Interface (fosc=270KHz)



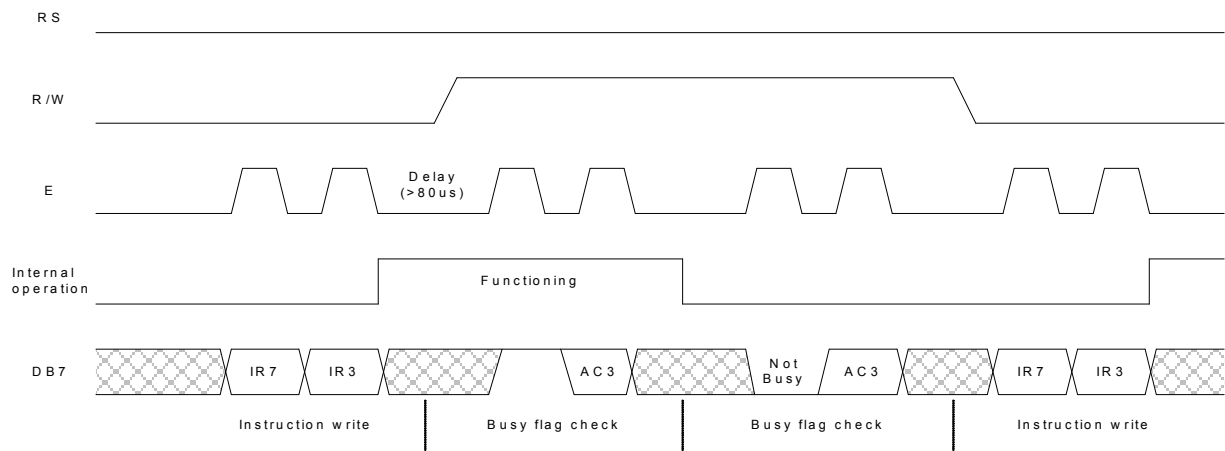


## ■ Interfacing to the MPU

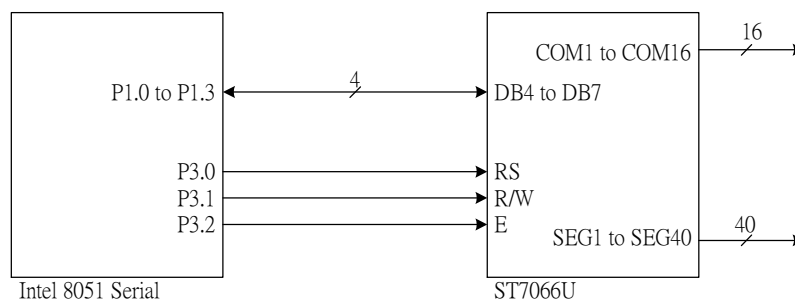
The ST7066U can send data in either two 4-bit operations or one 8-bit operation, thus allowing interfacing with 4- or 8-bit MPU.

- **For 4-bit interface data, only four bus lines (DB4 to DB7) are used for transfer.** Bus lines DB0 to DB3 are disabled. The data transfer between the ST7066U and the MPU is completed after the 4-bit data has been transferred twice. As for the order of data transfer, the four high order bits (for 8-bit operation, DB4 to DB7) are transferred before the four low order bits (for 8-bit operation, DB0 to DB3). The busy flag must be checked (one instruction) after the 4-bit data has been transferred twice. Two more 4-bit operations then transfer the busy flag and address counter data.

### ➤ Example of busy flag check timing sequence

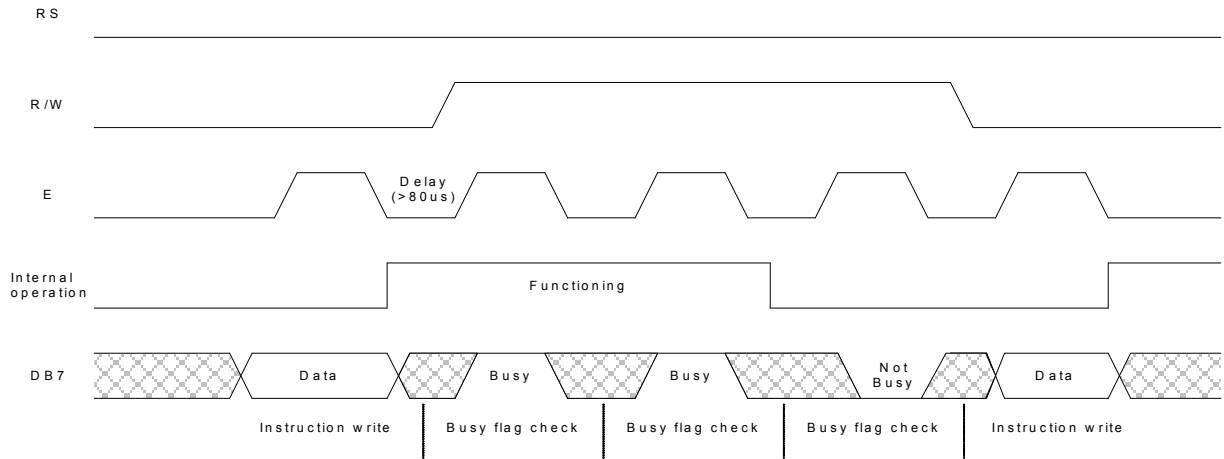


### ➤ Intel 8051 interface

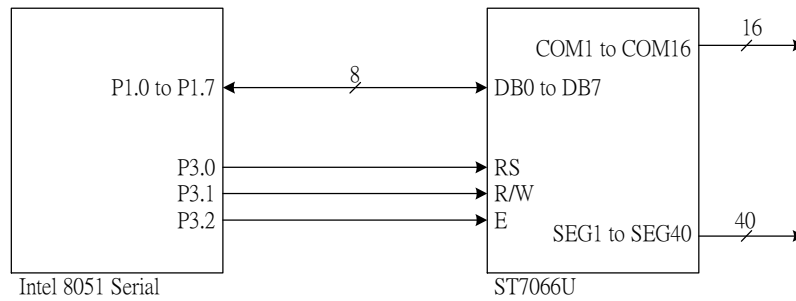


- For 8-bit interface data, all eight bus lines (DB0 to DB7) are used.

➤ Example of busy flag check timing sequence



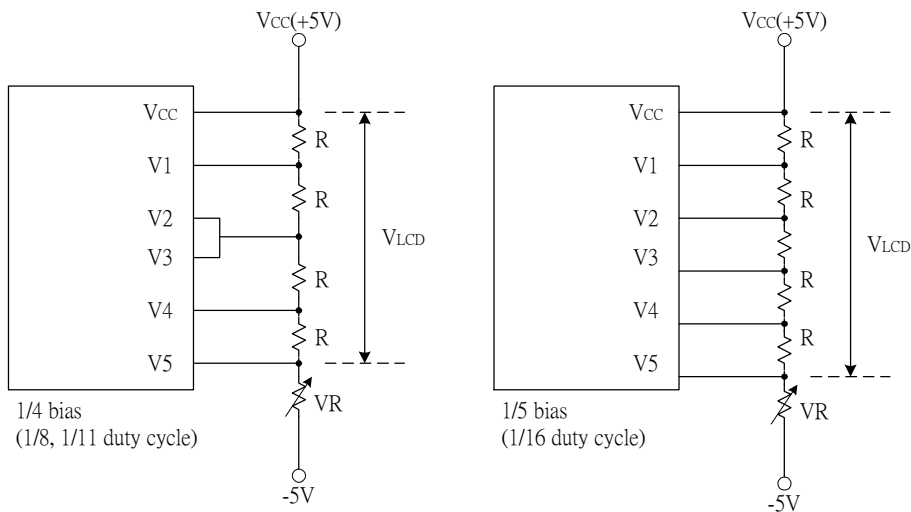
➤ Intel 8051 interface



### Supply Voltage for LCD Drive

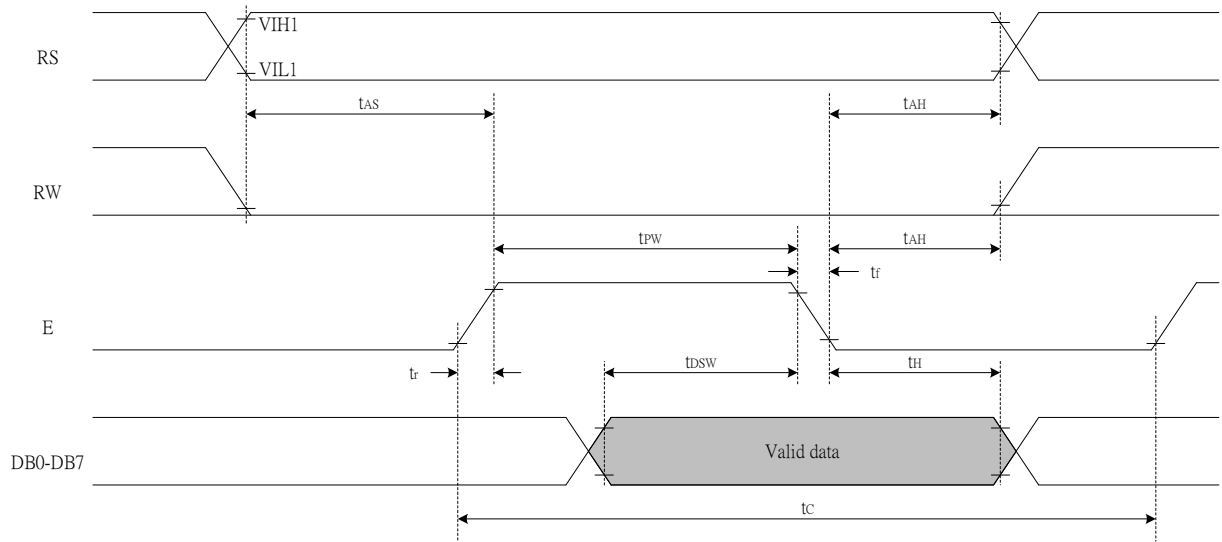
There are different voltages that supply to ST7066U's pin (V1 - V5) to obtain LCD drive waveform. The relations of the bias, duty factor and supply voltages are shown as below:

Supply Voltage	Duty Factor	
	1/8, 1/11	1/16
	Bias	
V1	$V_{CC} - 1/4V_{LCD}$	$V_{CC} - 1/5V_{LCD}$
V2	$V_{CC} - 1/2V_{LCD}$	$V_{CC} - 2/5V_{LCD}$
V3	$V_{CC} - 1/2V_{LCD}$	$V_{CC} - 3/5V_{LCD}$
V4	$V_{CC} - 3/4V_{LCD}$	$V_{CC} - 4/5V_{LCD}$
V5	$V_{CC} - V_{LCD}$	$V_{CC} - V_{LCD}$

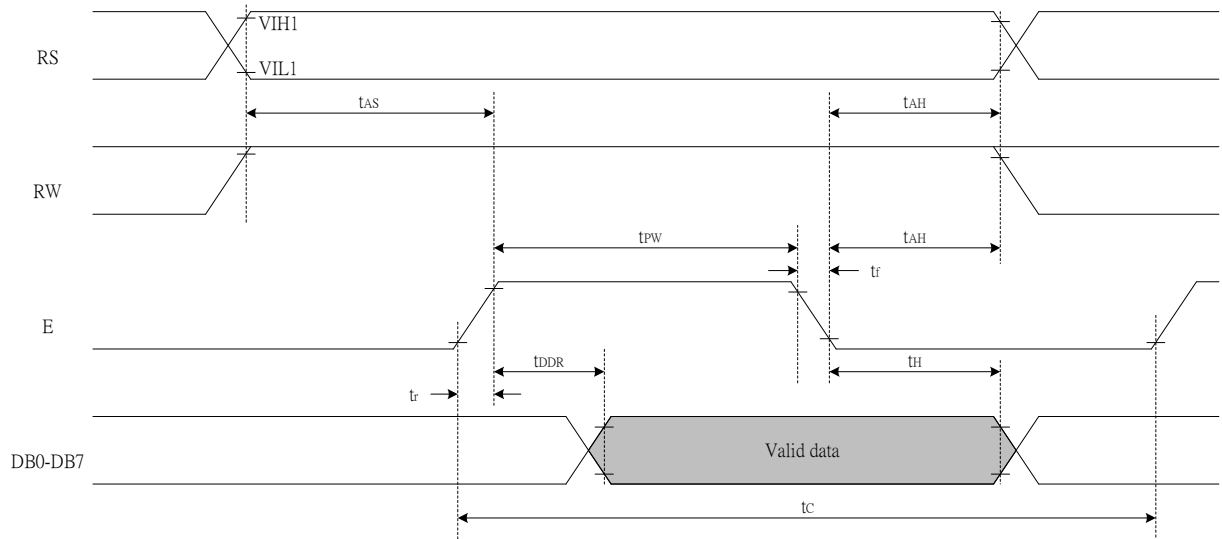


## ■ Timing Characteristics

- Writing data from MPU to ST7066U

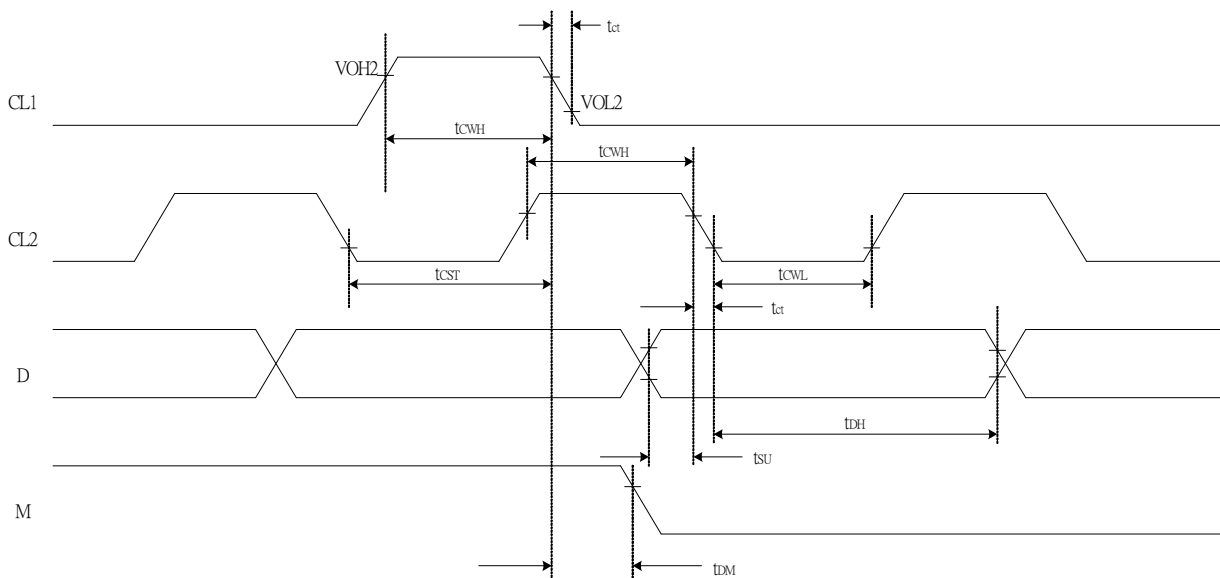


- Reading data from ST7066U to MPU

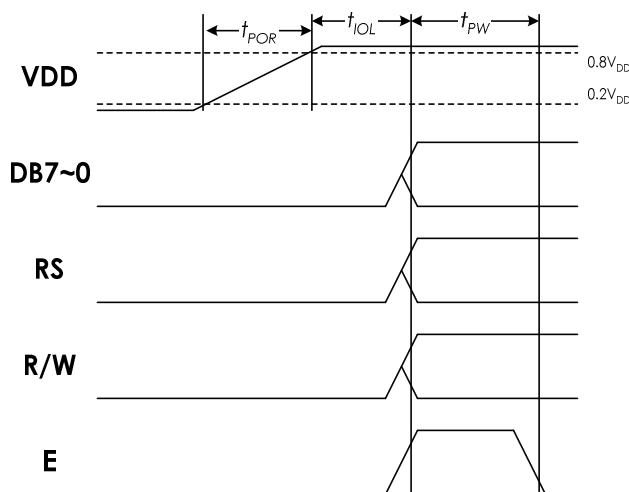




● Interface Timing with External Driver



■ Power Supply Conditions



Symbol	Characteristics	Description	Min.	Typ.	Max.	Unit
t <sub>POR</sub>	Power rise time	Power rise time that will trigger internal power on reset circuit	0.1		100	ms
t <sub>IOL</sub>	I/O Low time	The period that I/O is kept low.	40			ms
t <sub>PW</sub>	Enable pulse width	Please refer to the following tables.				

1. During t<sub>POR</sub>, VDD noise should be reduced (especially close to 2.0V). Otherwise the Power-ON-Reset function might be triggered several times and maybe cause unexpected result.
2. During t<sub>IOL</sub>, the I/O ports of the interface (control and data signals) should be kept at “Low”.

## ■ AC Characteristics

(TA = 25°C, VCC = 2.7V)

Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
<i>Internal Clock Operation</i>						
f <sub>OSC</sub>	OSC Frequency	R = 75KΩ	190	270	350	KHz
<i>External Clock Operation</i>						
f <sub>EX</sub>	External Frequency	-	125	270	410	KHz
	Duty Cycle	-	45	50	55	%
T <sub>R</sub> , T <sub>F</sub>	Rise/Fall Time	-	-	-	0.2	μs
<i>Write Mode (Writing data from MPU to ST7066U)</i>						
T <sub>C</sub>	Enable Cycle Time	Pin E	1200	-	-	ns
T <sub>PW</sub>	Enable Pulse Width	Pin E	460	-	-	ns
T <sub>R</sub> , T <sub>F</sub>	Enable Rise/Fall Time	Pin E	-	-	25	ns
T <sub>AS</sub>	Address Setup Time	Pins: RS,RW,E	0	-	-	ns
T <sub>AH</sub>	Address Hold Time	Pins: RS,RW,E	10	-	-	ns
T <sub>DSW</sub>	Data Setup Time	Pins: DB0 - DB7	80	-	-	ns
T <sub>H</sub>	Data Hold Time	Pins: DB0 - DB7	10	-	-	ns
<i>Read Mode (Reading Data from ST7066U to MPU)</i>						
T <sub>C</sub>	Enable Cycle Time	Pin E	1200	-	-	ns
T <sub>PW</sub>	Enable Pulse Width	Pin E	480	-	-	ns
T <sub>R</sub> , T <sub>F</sub>	Enable Rise/Fall Time	Pin E	-	-	25	ns
T <sub>AS</sub>	Address Setup Time	Pins: RS,RW,E	0	-	-	ns
T <sub>AH</sub>	Address Hold Time	Pins: RS,RW,E	10	-	-	ns
T <sub>DDR</sub>	Data Setup Time	Pins: DB0 - DB7	-	-	320	ns
T <sub>H</sub>	Data Hold Time	Pins: DB0 - DB7	10	-	-	ns
<i>Interface Mode with LCD Driver(ST7065)</i>						
T <sub>CWH</sub>	Clock Pulse with High	Pins: CL1, CL2	800	-	-	ns
T <sub>CWL</sub>	Clock Pulse with Low	Pins: CL1, CL2	800	-	-	ns
T <sub>CST</sub>	Clock Setup Time	Pins: CL1, CL2	500	-	-	ns
T <sub>SU</sub>	Data Setup Time	Pin: D	300	-	-	ns
T <sub>DH</sub>	Data Hold Time	Pin: D	300	-	-	ns
T <sub>DM</sub>	M Delay Time	Pin: M	0	-	2000	ns

■ AC Characteristics

(TA = 25°C, VCC = 5V)

Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
<i>Internal Clock Operation</i>						
f <sub>OSC</sub>	OSC Frequency	R = 91KΩ	190	270	350	KHz
<i>External Clock Operation</i>						
f <sub>EX</sub>	External Frequency	-	125	270	410	KHz
	Duty Cycle	-	45	50	55	%
T <sub>R</sub> , T <sub>F</sub>	Rise/Fall Time	-	-	-	0.2	μs
<i>Write Mode (Writing data from MPU to ST7066U)</i>						
T <sub>C</sub>	Enable Cycle Time	Pin E	1200	-	-	ns
T <sub>PW</sub>	Enable Pulse Width	Pin E	140	-	-	ns
T <sub>R</sub> , T <sub>F</sub>	Enable Rise/Fall Time	Pin E	-	-	25	ns
T <sub>AS</sub>	Address Setup Time	Pins: RS,RW,E	0	-	-	ns
T <sub>AH</sub>	Address Hold Time	Pins: RS,RW,E	10	-	-	ns
T <sub>DSW</sub>	Data Setup Time	Pins: DB0 - DB7	40	-	-	ns
T <sub>H</sub>	Data Hold Time	Pins: DB0 - DB7	10	-	-	ns
<i>Read Mode (Reading Data from ST7066U to MPU)</i>						
T <sub>C</sub>	Enable Cycle Time	Pin E	1200	-	-	ns
T <sub>PW</sub>	Enable Pulse Width	Pin E	140	-	-	ns
T <sub>R</sub> , T <sub>F</sub>	Enable Rise/Fall Time	Pin E	-	-	25	ns
T <sub>AS</sub>	Address Setup Time	Pins: RS,RW,E	0	-	-	ns
T <sub>AH</sub>	Address Hold Time	Pins: RS,RW,E	10	-	-	ns
T <sub>DDR</sub>	Data Setup Time	Pins: DB0 - DB7	-	-	100	ns
T <sub>H</sub>	Data Hold Time	Pins: DB0 - DB7	10	-	-	ns
<i>Interface Mode with LCD Driver(ST7065)</i>						
T <sub>CWH</sub>	Clock Pulse with High	Pins: CL1, CL2	800	-	-	ns
T <sub>CWL</sub>	Clock Pulse with Low	Pins: CL1, CL2	800	-	-	ns
T <sub>CST</sub>	Clock Setup Time	Pins: CL1, CL2	500	-	-	ns
T <sub>SU</sub>	Data Setup Time	Pin: D	300	-	-	ns
T <sub>DH</sub>	Data Hold Time	Pin: D	300	-	-	ns
T <sub>DM</sub>	M Delay Time	Pin: M	0	-	2000	ns

## ■ Absolute Maximum Ratings

Characteristics	Symbol	Value
Power Supply Voltage	$V_{CC}$	-0.3 to +7.0
LCD Driver Voltage	$V_{LCD}$	$V_{CC}-10.0$ to $V_{CC}+0.3$
Input Voltage	$V_{IN}$	-0.3 to $V_{CC}+0.3$
Operating Temperature	$T_A$	-40°C to + 90°C
Storage Temperature	$T_{STO}$	-55°C to + 125°C

## ■ DC Characteristics

(  $T_A = 25^\circ\text{C}$  ,  $V_{CC} = 2.7\text{ V} - 4.5\text{ V}$  )

Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{CC}$	Operating Voltage	-	2.7	-	4.5	V
$V_{LCD}$	LCD Voltage	$V_{CC}-V_5$	3.0	-	10.0	V
$I_{CC}$	Power Supply Current	$f_{OSC} = 270\text{KHz}$ $V_{CC}=3.0\text{V}$	-	0.1	0.25	mA
$V_{IH1}$	Input High Voltage (Except OSC1)	-	$0.7V_{CC}$	-	$V_{CC}$	V
$V_{IL1}$	Input Low Voltage (Except OSC1)	-	- 0.3	-	0.6	V
$V_{IH2}$	Input High Voltage (OSC1)	-	$0.7V_{CC}$	-	$V_{CC}$	V
$V_{IL2}$	Input Low Voltage (OSC1)	-	-	-	$0.2V_{CC}$	V
$V_{OH1}$	Output High Voltage (DB0 - DB7)	$I_{OH} = -0.1\text{mA}$	$0.75 V_{CC}$	-	-	V
$V_{OL1}$	Output Low Voltage (DB0 - DB7)	$I_{OL} = 0.1\text{mA}$	-	-	$0.2V_{CC}$	V
$V_{OH2}$	Output High Voltage (Except DB0 - DB7)	$I_{OH} = -0.04\text{mA}$	$0.8V_{CC}$	-	$V_{CC}$	V
$V_{OL2}$	Output Low Voltage (Except DB0 - DB7)	$I_{OL} = 0.04\text{mA}$	-	-	$0.2V_{CC}$	V
$R_{COM}$	Common Resistance	$V_{LCD} = 4\text{V}$ , $I_d = 0.05\text{mA}$	-	2	20	$K\Omega$
$R_{SEG}$	Segment Resistance	$V_{LCD} = 4\text{V}$ , $I_d = 0.05\text{mA}$	-	2	30	$K\Omega$
$I_{LEAK}$	Input Leakage Current	$V_{IN} = 0\text{V}$ to $V_{CC}$	-1	-	1	$\mu\text{A}$
$I_{PUP}$	Pull Up MOS Current	$V_{CC} = 3\text{V}$	-10	-50	-120	$\mu\text{A}$

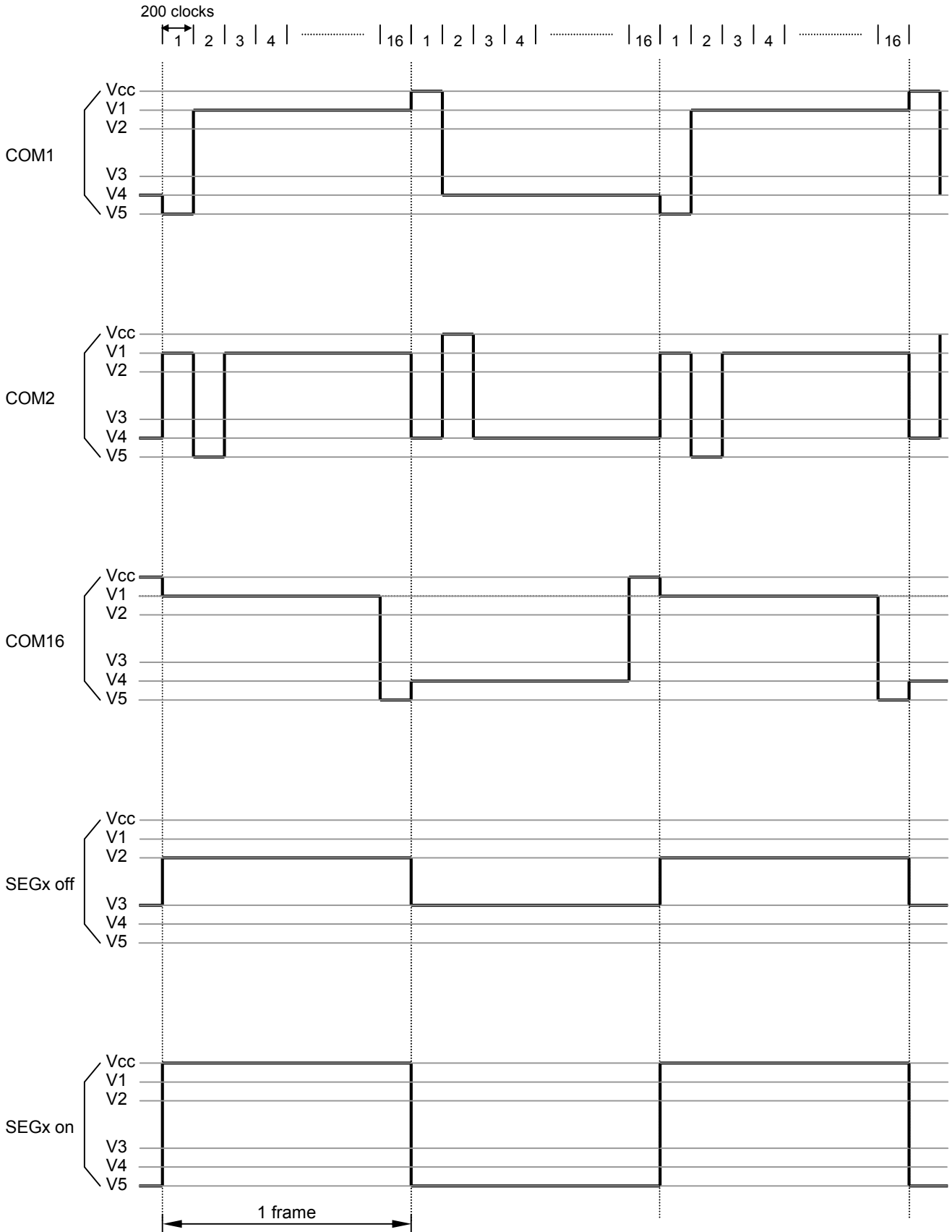
## ■ DC Characteristics

( TA = 25°C, V<sub>CC</sub> = 4.5 V - 5.5 V )

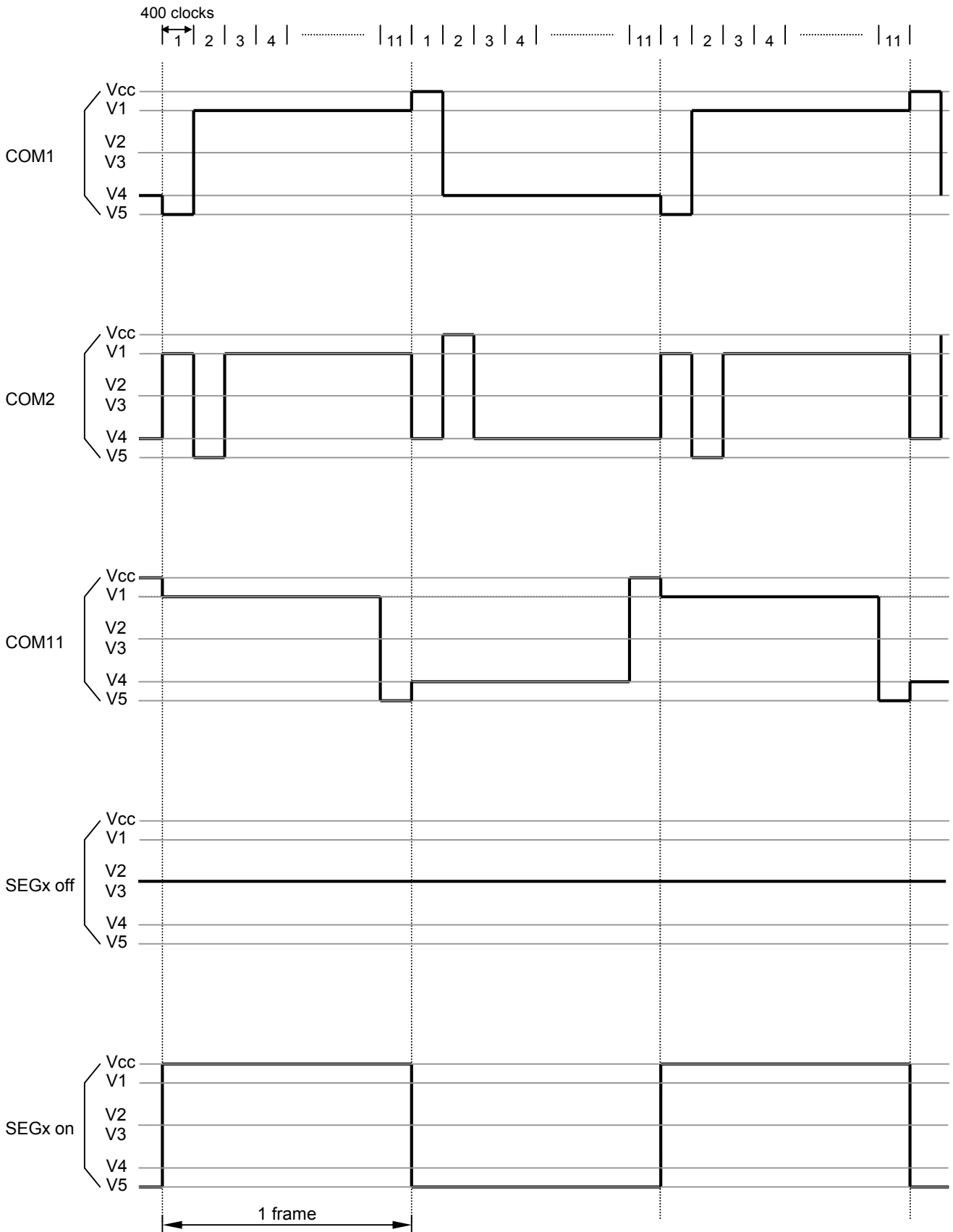
Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
V <sub>CC</sub>	Operating Voltage	-	4.5	-	5.5	V
V <sub>LCD</sub>	LCD Voltage	V <sub>CC</sub> -V5	3.0	-	10.0	V
I <sub>CC</sub>	Power Supply Current	f <sub>OSC</sub> = 270KHz V <sub>CC</sub> =5.0V	-	0.2	0.5	mA
V <sub>IH1</sub>	Input High Voltage (Except OSC1)	-	0.7V <sub>CC</sub>	-	V <sub>CC</sub>	V
V <sub>IL1</sub>	Input Low Voltage (Except OSC1)	-	-0.3	-	0.6	V
V <sub>IH2</sub>	Input High Voltage (OSC1)	-	V <sub>CC</sub> -1	-	V <sub>CC</sub>	V
V <sub>IL2</sub>	Input Low Voltage (OSC1)	-	-	-	1.0	V
V <sub>OH1</sub>	Output High Voltage (DB0 - DB7)	I <sub>OH</sub> = -0.1mA	3.9	-	V <sub>CC</sub>	V
V <sub>OL1</sub>	Output Low Voltage (DB0 - DB7)	I <sub>OL</sub> = 0.1mA	-	-	0.4	V
V <sub>OH2</sub>	Output High Voltage (Except DB0 - DB7)	I <sub>OH</sub> = -0.04mA	0.9V <sub>CC</sub>	-	V <sub>CC</sub>	V
V <sub>OL2</sub>	Output Low Voltage (Except DB0 - DB7)	I <sub>OL</sub> = 0.04mA	-	-	0.1V <sub>CC</sub>	V
R <sub>COM</sub>	Common Resistance	V <sub>LCD</sub> = 4V, I <sub>d</sub> = 0.05mA	-	2	20	KΩ
R <sub>SEG</sub>	Segment Resistance	V <sub>LCD</sub> = 4V, I <sub>d</sub> = 0.05mA	-	2	30	KΩ
I <sub>LEAK</sub>	Input Leakage Current	V <sub>IN</sub> = 0V to V <sub>CC</sub>	-1	-	1	μA
I <sub>PUP</sub>	Pull Up MOS Current	V <sub>CC</sub> = 5V	-50	-110	-180	μA

### ■ LCD Frame Frequency

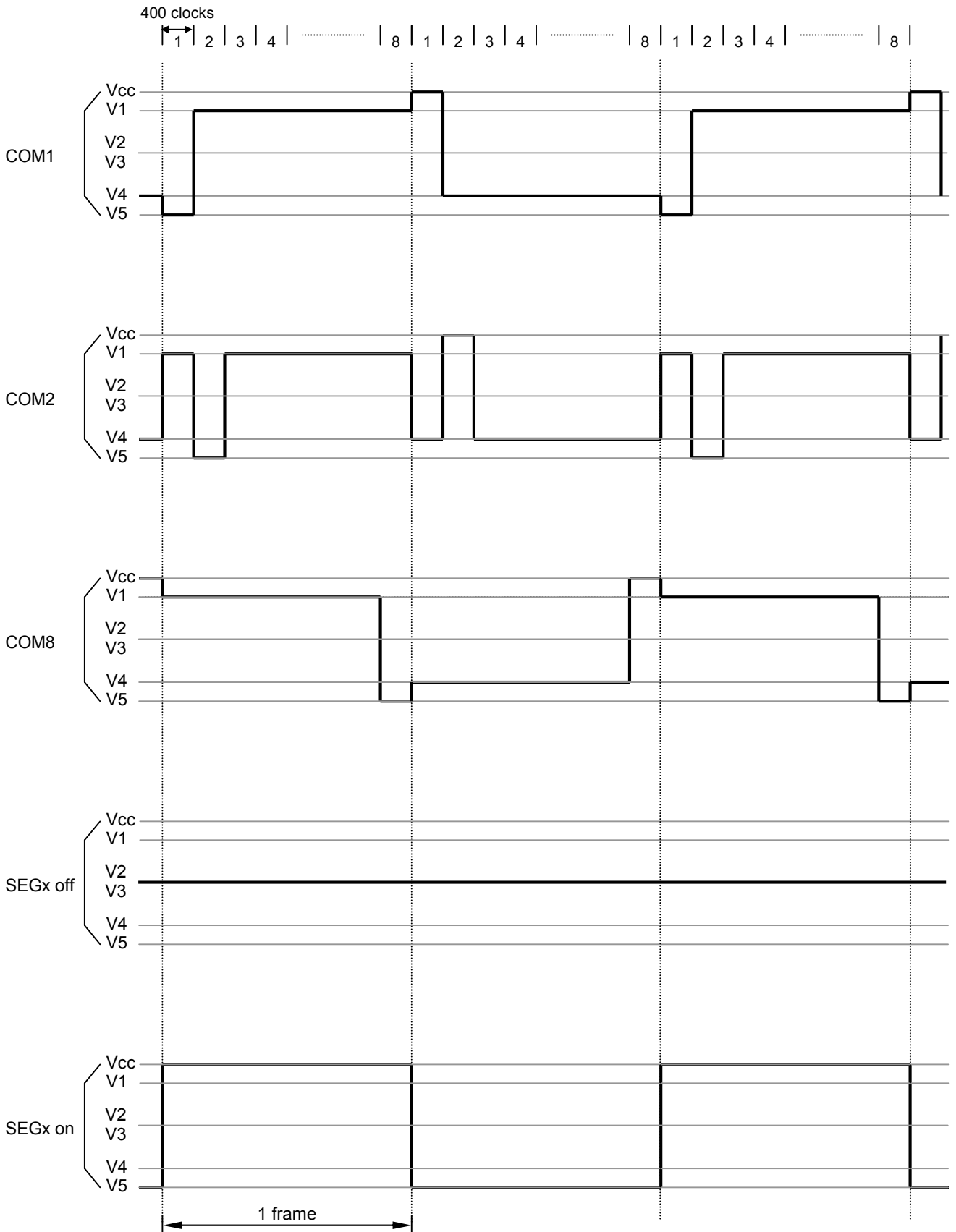
- Assume the oscillation frequency is 270KHZ, 1 clock cycle time = 3.7us, 1/16 duty; 1/5 bias,1 frame = 3.7us x 200 x 16 = 11840us=11.8ms(84.7Hz)



- Assume the oscillation frequency is 270KHZ, 1 clock cycle time = 3.7us, 1/11 duty; 1/4 bias,1 frame = 3.7us x 400 x 11 = 16280us=16.3ms (61.3Hz)

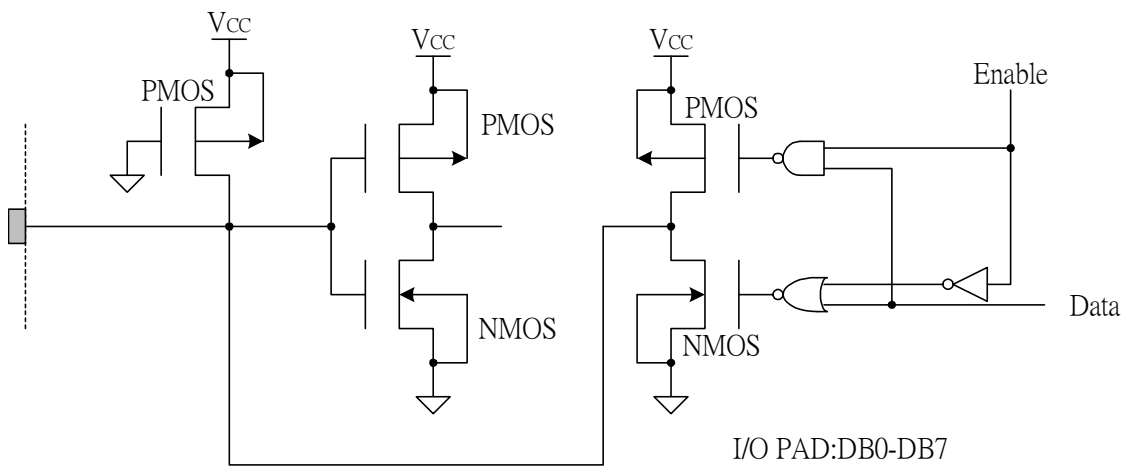
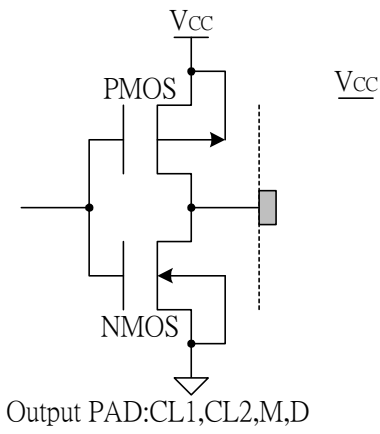
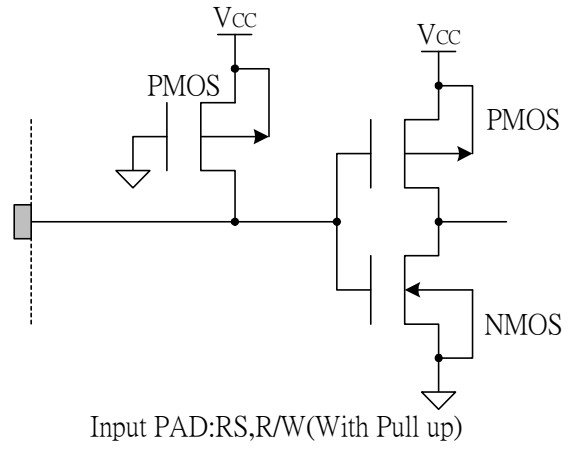
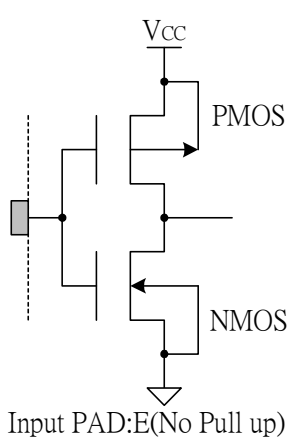


- Assume the oscillation frequency is 270KHZ, 1 clock cycle time = 3.7us, 1/8 duty; 1/4 bias, 1 frame = 3.7us x 400 x 8 = 11840us=11.8ms (84.7Hz)



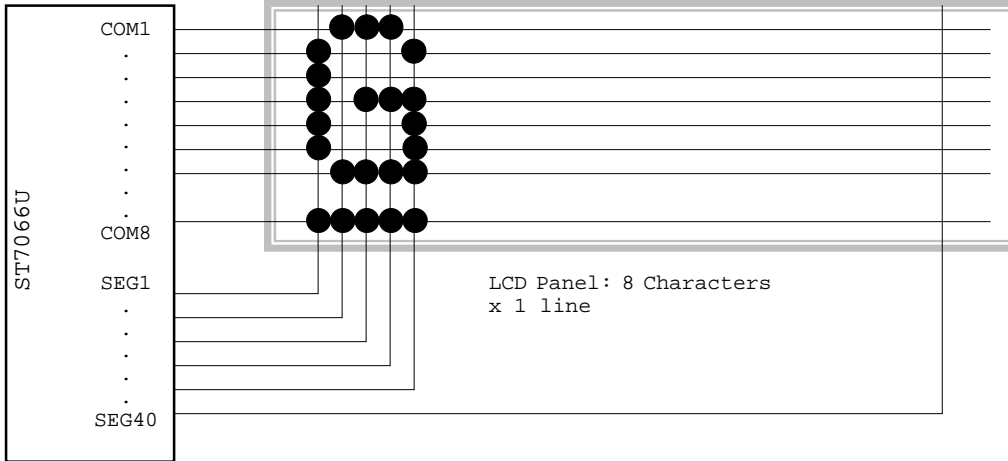


■ I/O Pad Configuration

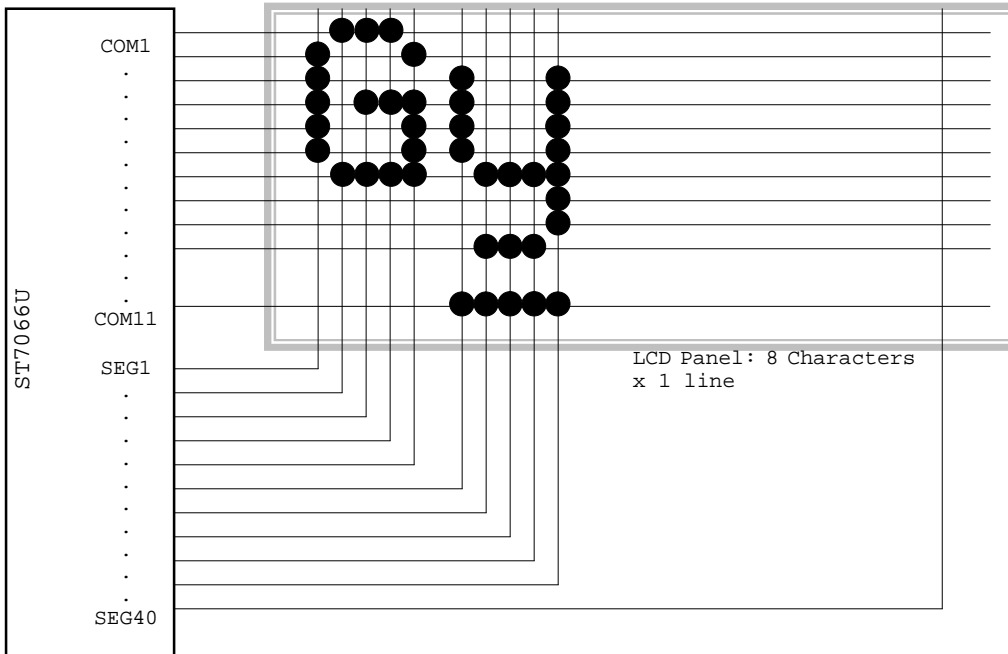


## ■ LCD and ST7066U Connection

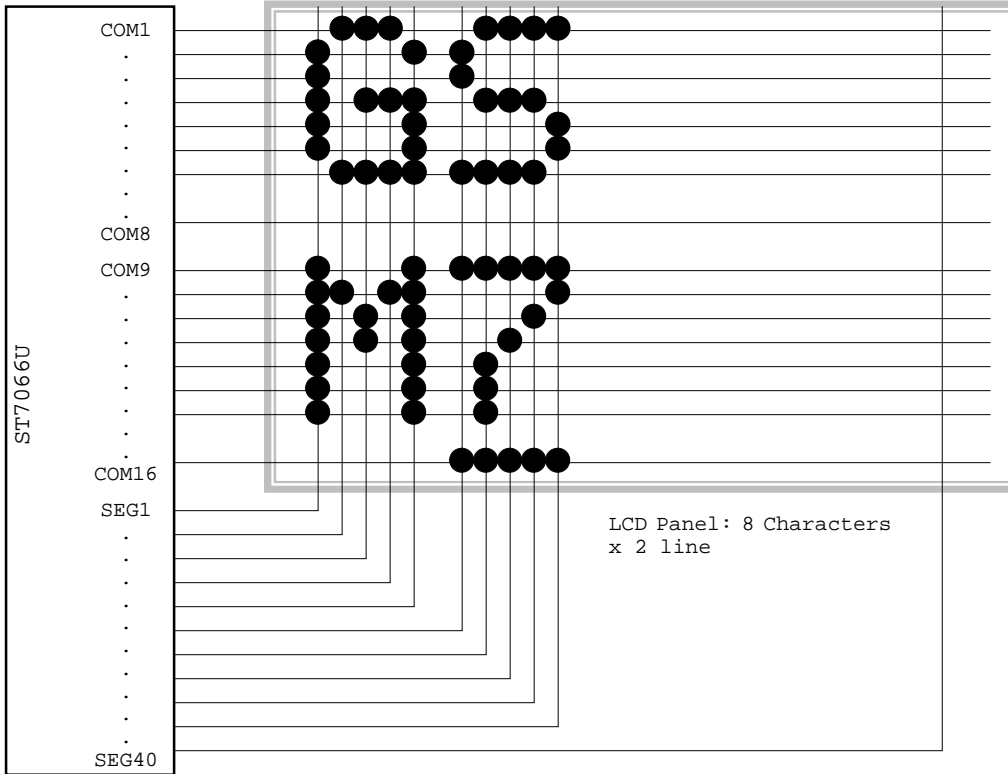
1. 5x8 dots, 8 characters x 1 line (1/4 bias, 1/8 duty)



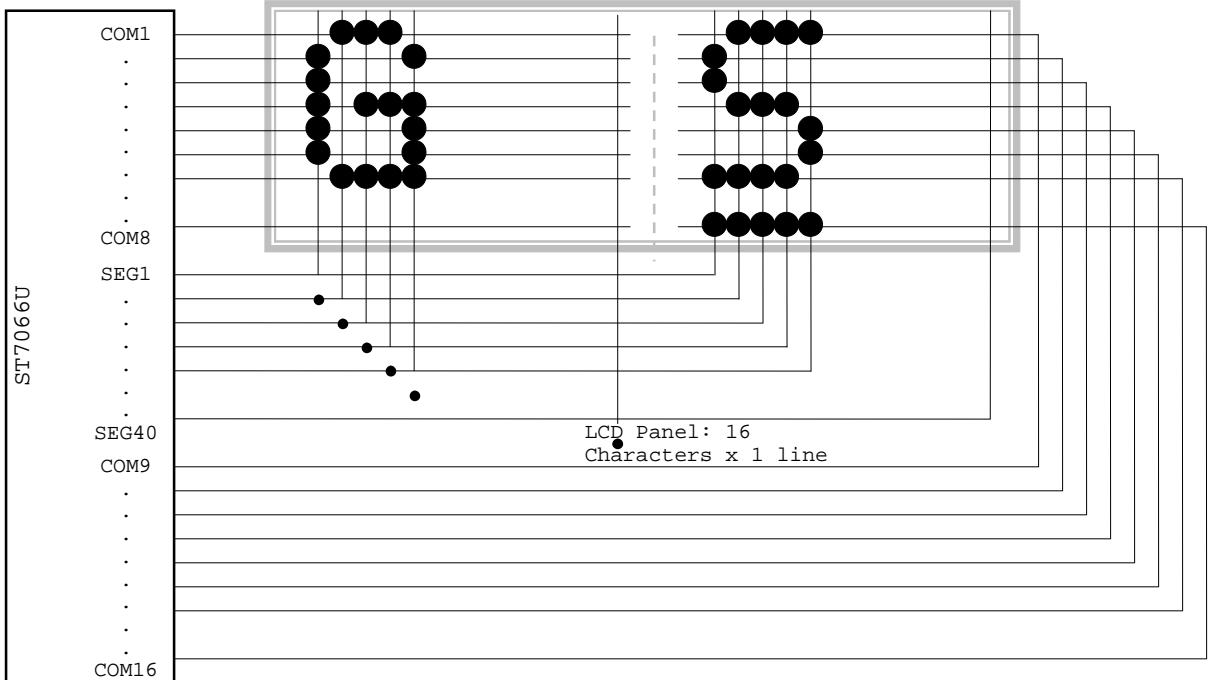
2. 5x11 dots, 8 characters x 1 line (1/4 bias, 1/11 duty)



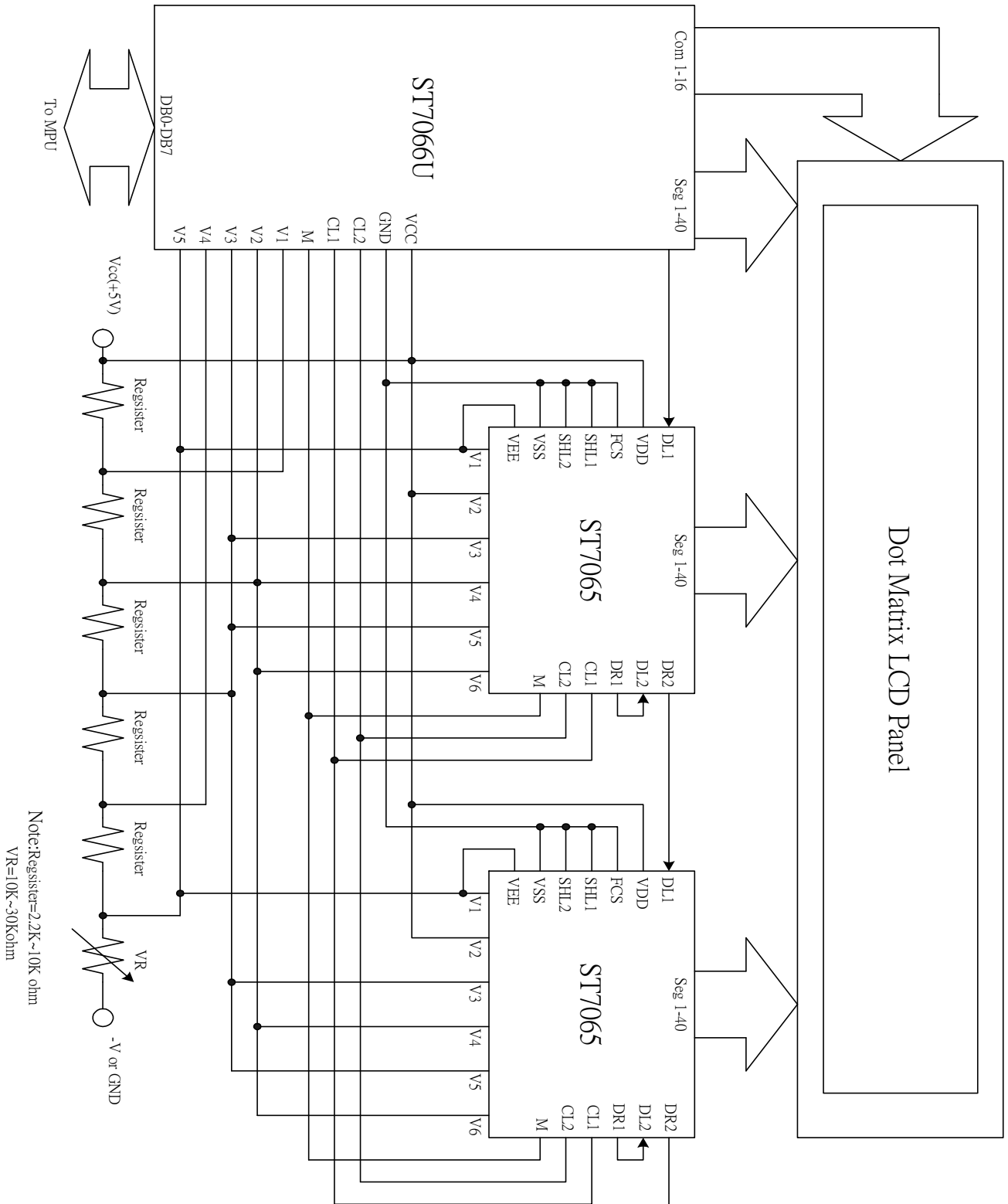
3. 5x8 dots, 8 characters x 2 line (1/5 bias, 1/16 duty)



4. 5x8 dots, 16 characters x 1 line (1/5 bias, 1/16 duty)



■ Application Circuit



**Ref. SHA-965R-12**

**DESCRIPCIÓN:**

- Este detector de humo es la forma mas sencilla de proteger su hogar frente al fuego.
- Con la máxima seguridad, tiene aprobado los certificados CE. Fabricación de acuerdo con los estándares de calidad: ISO9002.
- Alta sensibilidad, tecnología de detección fotoeléctrica.
- Emite un fuerte sonido de 85dB, al ser activada la alarma.
- Máxima fiabilidad (circuito integrado SMD y Microprocesado).
- Fácil y cómoda instalación.
- Tensión de trabajo entre 12 y 24VDC.
- Alarma acústica y visual.
- Señal de reemplazo de batería.

Dispone de:

- RELÉ de salida con contactos libres de tensión (común/normalmente abierto/ normalmente cerrado), que se activa cuando el detector entra en alarma, permite dar señal a centrales de alarma, aplicaciones de control domótico, sirenas e indicadores luminosos de advertencia en otros lugares de la vivienda, etc.
- Indicador acústico intermitente en caso de alarma.
- LED Rojo indicador de alarma.
- Pulsador de Test manual.

**FUNCIONAMIENTO:**

Cuando aplicamos tensión al detector el LED rojo de alarma dará un destello y a partir de este momento puede actuarse sobre el pulsador de Test, ubicado en la parte frontal de la carcasa, el detector se chequeará y si todo es correcto activará la señal acústica, luminosa y el relé de salida.

El detector indicará su correcto funcionamiento con un destello corto cada 30 segundos mediante el LED rojo de alarma.

En su funcionamiento normal, cuando detecte la presencia de sustancias tóxicas por encima de los niveles ajustados de fábrica, se ilumina el LED (ROJO) de alarma, activará el Relé de salida y sonará la alarma intermitentemente.

Al descender la contaminación de CO por debajo del nivel de alarma el detector vuelve al estado de reposo (señal acústica en silencio, desactiva el RELÉ y el LED (ROJO) de alarma.

La tensión de alimentación es supervisada cada cierto tiempo, si esta desciende a 10,2V el detector nos avisará mediante un pitido corto cada 40 segundos indicando que la tensión está próxima al límite inferior de trabajo.

**DETECTOR ÓPTICO DE HUMO AUTÓNOMO. MONTAJE EN TECHO. ALARMA ACÚSTICA, SALIDA A RELÉ C/N.A/N.C. ALIMENTACIÓN DE 12 A 24VDC**

**FIN DE LA VIDA ÚTIL DEL DETECTOR:**

La vida útil en condiciones normales de uso de la tecnología foto-eléctrica del sensor que incluye este detector, es muy larga (unos 10 años). En la práctica estará limitada por la cantidad de partículas en suspensión en el aire que puedan entrar dentro del sensor y quedan depositadas dentro de su cavidad, obstruyendo el dispositivo.

El microcontrolador que integra este detector supervisa periódicamente el correcto funcionamiento del equipo y en caso de anomalía emitirá una señal acústica (1 pitido corto cada minuto y se ilumina el LED ROJO de alarma). En este caso, el detector debe ser revisado por un especialista o ser sustituido por una unidad nueva.

**DONDE INSTALARLO:**

La cobertura mínima es un detector por planta (en caso de viviendas de más de una planta). Usted puede optar por conectar un detector por dormitorio, o, un detector en el pasillo distribuidor de los dormitorios (si normalmente las puertas de estos están abiertas), teniendo en cuenta que el área de cobertura no ha de ser superior a 40 metros. Asimismo puede instalar los detectores adicionales que considere en cualquier dependencia de la vivienda.

Instale el detector preferentemente en el centro del techo y, de no ser posible, en cualquier lugar del mismo manteniendo una distancia mínima de 10Cm. a la pared y las esquinas.



**ACTUACIÓN EN CASO DE ALARMA:**

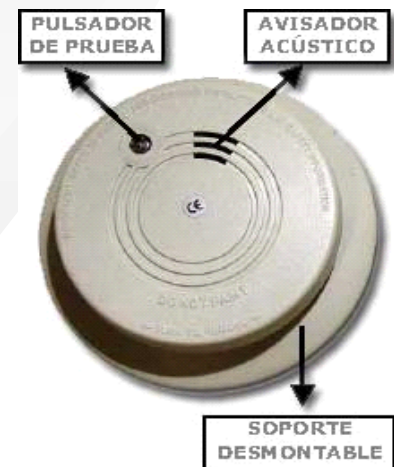
Por favor siga los siguientes pasos cuando escuche el sonido de alarma:

- a.- Haga salir de la vivienda a toda persona que se encuentre allí, procurando que se alejen lo máximo posible del humo.
- b.- Abra una o varias ventanas para procurar una buena ventilación.
- c.- Intente descubrir que ha producido el humo, en caso de fuego llame inmediatamente a los bomberos.
- d.- La alarma se apagará automáticamente cuando el humo haya desaparecido.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:**

- ✓ Detector óptico de HUMO.
- ✓ Sensor, foto-eléctrico con auto compensación.
- ✓ Huso en interiores, viviendas, colegios, oficinas, etc.
- ✓ Restauración automática después de una alarma.
- ✓ Tecnología SMD y microprocesado.
- ✓ Alimentación: 12 a 24VDC.
- ✓ Consumo en reposo / alarma: 3mA/ 25mA.
- ✓ Indicación de alarma: Señal visual y acústica (85db) intermitente.
- ✓ Pulsador de Test: SI.
- ✓ Tiempo de respuesta: <30Seg.
- ✓ Salida de alarma:
  - Relé C/NC/NA (libre de potencial) corriente máxima 30V/2A
- ✓ Sensibilidad: 2,5 FT +/- 1%.
- ✓ Superficie de protección: **40 m<sup>2</sup>**
- ✓ Temperatura de trabajo: -5º a +50ºC.
- ✓ Humedad relativa: < 90% (sin condensación).
- ✓ Medidas reducidas: 120mm de diámetro x 19mm de alto.
- ✓ Material carcasa: ABS.
- ✓ Soporte pared ABS.
- ✓ Peso: 120gr.
- ✓ Fabricado según estándar ISO 9002.
- ✓ Certificaciones: CE.

**IDENTIFICACIÓN:**



**NOTA: Recuerde que este detector esta diseñado para alertarle de un peligro potencial ocasionado por un conato de incendio. Este equipo NO ES UNA GARANTÍA DE PROTECCIÓN FRENTE A UNA INTOXICACIÓN O ACCIDENTE por emanación de gases tóxicos.**

## DONDE NO INSTALAR EL DETECTOR:

Su ubicación debe ser un lugar práctico, que permita el control visual del estado del equipo, que facilite la audición de una posible alarma y actuar sobre el pulsador de Test para los chequeos periódicos (1 vez al mes).

Procure evitar su instalación en: Lugares con excesiva suciedad que puedan obstruir el detector, lugares con mucha afluencia de insectos, la cercanía de puntos de iluminación, en lugares donde el nivel de humedad sea elevada y/ o la temperatura exceda de los límites de trabajo (entre -5 y 50°C).

Un mal funcionamiento de la alarma puede ser debido a que el detector esté instalado en un lugar incorrecto. Para evitar esto no instale el detector en las siguientes situaciones:

- Combustión de partículas por algo quemado, esto es, en o cerca de áreas como cocinas con poca ventilación, cerca de calderas, calentadores de agua, etc.
- A menos de 6 metros donde la combustión puede estar presente normalmente, como en las cocinas. En caso de no poder mantener esta distancia, lo más alejado posible y preferiblemente en la pared.
- A menos de 3 metros de los cuartos de baño, ya que la humedad puede ser causa de avería.
- En lugares donde existan corrientes de aire.
- En lugares donde la temperatura sea inferior a -5° C o superior a 50° C.
- En zonas con gran afluencia de insectos porque pueden obstruir el equipo.
- A menos de 1,5 metros de lámparas fluorescentes.

**IMPORTANTE:** Facilitar siempre la buena ventilación de los lugares donde esté instalado el detector. Por ninguna razón desmonte el aparato para evitar su deterioro.

## CONEXIONES ELÉCTRICAS:



## INSTALACIÓN:

- Retire el soporte de fijación de la unidad girando en sentido contrario a las agujas del reloj.
- Una vez fijado el soporte al techo o a la pared, mediante tacos y tornillos apropiados (no suministrados con el equipo), proceda a realizar las conexiones de alimentación y el contacto de RELÉ que necesite para su aplicación.
- Desconecte la línea de tensión antes de proceder a las conexiones eléctricas de alimentación y el contacto de relé que requiera su instalación.

SOPORTE



- Realice las conexiones oportunas en las regletas de tornillo, una vez restaurada la tensión verifique con un polímetro que la tensión en bornas del detector no sea inferior a 10,5V. Una tensión baja provoca que detector emita un pitido cada 20 segundos indicando una anomalía de funcionamiento.
- coloque el detector en el soporte, haciéndolo coincidir con las ranuras de acoplamiento y gírelo de forma que quede encajado. Puede tirar de él para comprobar que está bien sujeto.
- Para finalizar la instalación mantenga pulsado el botón de Test hasta que el detector comience a pitar intermitentemente indicando que está operativo. Una vez liberado el pulsador el equipo volverá a su estado de reposo en unos 20 segundos. (Recuerde que el Test fuerza el cambio de estado del relé de salida.)

**COMÚN:** Contacto común del Relé de alarma.  
**N.O.:** Contacto normalmente abierto del Relé de alarma.  
**N.C.:** Contacto normalmente cerrado del Relé de alarma.  
**NEGATIVO:** Negativo alimentación externa.  
**POSITIVO:** Positivo de alimentación externa.

## ADVERTENCIA:

Nunca utilice una llama para probar el detector. Si no está realizando esta prueba y la alarma suena insistentemente esto significa que el aparato ha detectado humo o algún tipo de combustión. Realice una prueba de funcionamiento de forma periódica.

Este detector de HUMO está diseñado únicamente para su uso doméstico, oficinas, colegios etc. No es correcto su utilización en almacenes, edificios industriales, áreas comerciales u otro tipo de edificaciones que requieran un sistema especial de alarma y detección de fuego.

## PRECAUCIONES:

- No manipule ni obstruya el detector.
- No rocíe el detector con insecticida ni cualquier otro producto.
- Cubra o retire el detector de su soporte cuando decida pintar el recinto.
- Limpie con frecuencia las rejillas de la carcasa sin utilizar productos agresivos, para evitar que se obstruya.
- No rocíe con aerosoles el detector para su limpieza, pueden contener componentes químicos que dañen el sensor interno.
- En los modelos alimentados a la red eléctrica, desconectar la tensión antes de proceder a su instalación. No manipule el detector bajo tensión, GLOBALCHIP no se responsabiliza de los daños materiales o accidentes a personas acaecidos como consecuencia de instalaciones no conformes o de usos inadecuados de este producto.

## GARANTÍA:

La garantía de este producto es de 2 años desde la fecha de compra en condiciones normales de uso, tanto de materiales como defecto de fabricación. En cualquier caso la garantía no cubrirá averías provocadas por el mal uso del equipo, negligencia o manipulación por personal no autorizado.

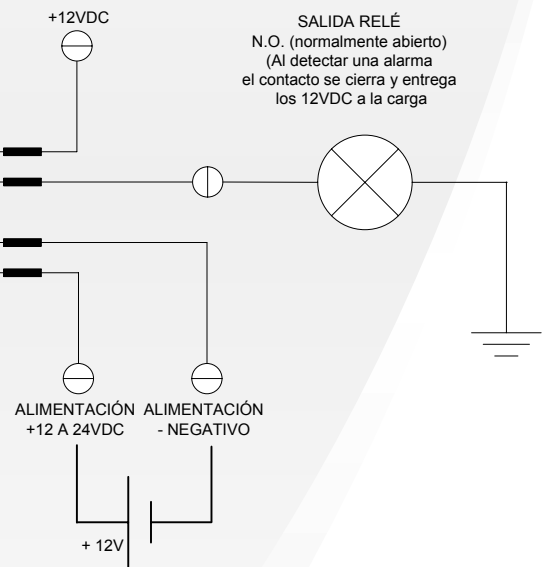
Consulte condiciones vigentes en nuestra página WEB [www.domaut.com](http://www.domaut.com), en el apartado condiciones de venta.

**SELLO DISTRIBUIDOR Y  
FECHA DE VENTA**

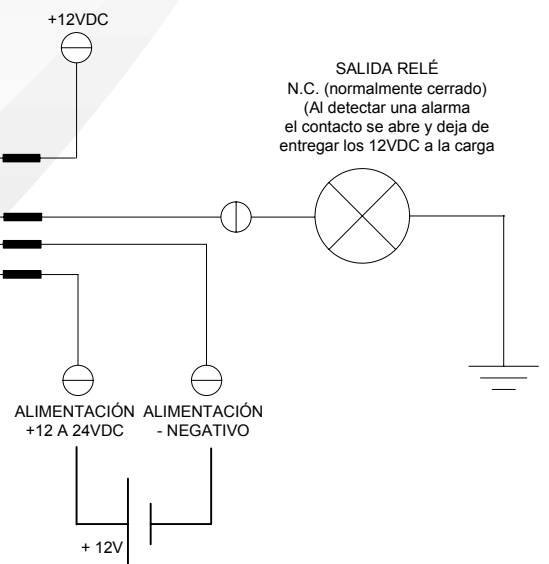
**ESQUEMA DE CONEXIÓN N.O.:**



**COMÚN:** Contacto común del Relé de alarma.  
**N.O.:** Contacto normalmente abierto del Relé de alarma.  
**N.C.:** Contacto normalmente cerrado del Relé de alarma.  
**NEGATIVO:** Negativo alimentación externa.  
**POSITIVO:** Positivo de alimentación externa.



**ESQUEMA DE CONEXIÓN N.C.:**



## Ref. SGA-965R-12

### DESCRIPCIÓN:

Detector de GAS diseñado para detectar la presencia de gases tóxicos y explosivos, tales como: butano, propano, metano, gas ciudad, gas natural y otros gases de combustión. También detecta la presencia de humos procedentes de un incendio a través de los gases que desprende la propia combustión.

Dispone de:

- Entrada de alimentación 12VDC (rango 10 a 14VDC).
- RELÉ de salida con contactos libres de tensión (común/normalmente abierto/normalmente cerrado), que se activa cuando el detector entra en alarma, permite dar señal a centrales de alarma, aplicaciones de control domótico, sirenas e indicadores luminosos de advertencia en otros lugares de la vivienda, etc.
- Indicador acústico intermitente en caso de alarma.
- El detector dispone de los siguientes indicadores luminosos de estados:
  - LED ROJO encendido fijo, alarma GAS.
  - LED VERDE encendido fijo, en servicio.
- Salida de la tensión de entrada para control motor de corte de suministros ref. GLM-12CI con inversión de giro.
- Pulsador de Test manual.

### FUNCIONAMIENTO:

Cuando aplicamos tensión de alimentación al detector, se iluminará el LED de servicio (color verde) de forma intermitente y no estará operativo hasta haber transcurrido un tiempo de dos minutos. Una vez que alcanza la temperatura óptima de trabajo del sensor de GAS, el LED de servicio queda encendido de forma fija. A partir de este momento puede actuarse sobre el pulsador de Test, ubicado en la parte frontal de la carcasa, el detector se chequeará y si todo es correcto activará la señal acústica, luminosa y los relés de salida.

En su funcionamiento normal, cuando detecte la presencia de sustancias tóxicas por encima de los niveles ajustados de fábrica, se ilumina el LED (ROJO) de alarma y sonará el zumbador piezoeléctrico.

Al descender la contaminación por debajo del nivel de alarma el detector vuelve al estado de reposo (señal acústica en silencio, desactiva el RELÉ y el LED (ROJO) de alarma).

**NOTA: Recuerde que este detector esta diseñado para alertarle de un peligro potencial ocasionado por una fuga de GAS, pero no está concebido para remediar ningún problema ni localizar una fuga específica. Este equipo NO ES UNA GARANTÍA DE PROTECCIÓN FRENTE A UNA INTOXICACIÓN O ACCIDENTE por emanación de gases tóxicos.**

## DETECTOR DE GAS NATURAL/ BUTANO/PROPANO AUTÓNOMO. MONTAJE EN PARED. ALARMA ACÚSTICA, SALIDA A RELÉ C/N.A/ N.C. ALIMENTACIÓN 12V.

### FIN DE LA VIDA ÚTIL DEL DETECTOR:

La vida útil del detector es de 5 años en condiciones normales de funcionamiento. El microcontrolador que integra este detector supervisa periódicamente el correcto funcionamiento del equipo y en caso de anomalía emitirá una señal acústica (1 pitido corto cada minuto y se ilumina el LED ROJO de alarma). En este caso, el detector debe ser revisado por un especialista o ser sustituido por una unidad nueva.

### INSTALACIÓN:

Teniendo en cuenta la diferencia de densidad de los distintos gases comercializados, para gases pesados como Butano o Propano se colocará en paredes libres de obstáculos y corrientes de aire como máximo a 30 cm del suelo. cuando el riesgo a proteger sean gases ligeros como Natural a 30 cm de las del techo y siempre a otros 30 cm de las esquinas.

Se instalara preferentemente próximo a los riesgos entre 1 y 3 metros, pero no cerca de grandes focos de calor directo, tales como: hornos, fuegos de cocina, estufas, procurando que su ubicación se realice en un lugar despejado de muebles y tabiques que puedan bloquear la detección del gas y alejado de las corrientes de aire producidas por puertas, ventanas o rejillas de ventilación.



Figura-1

### PRECAUCIONES:

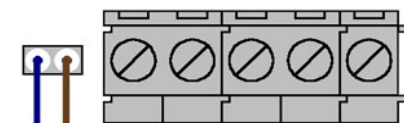
- No manipule ni obstruya el detector.
- No rocíe el detector con insecticida ni cualquier otro producto.
- Retírelo o protéjalo con papel en el caso de que vaya a pintar el techo o la pared.
- Limpie con frecuencia las rejillas de la carcasa sin utilizar productos agresivos, para evitar que se obstruya.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- ✓ Detector de GAS BUTANO/PROPANO/NATURAL/METANO.
- ✓ Tipo de Sensor: Oxido de Estaño, detección por emanación.
- ✓ Huso en interiores.
- ✓ Reset automático después de una alarma.
- ✓ Tecnología SMD y microprocesado.
- ✓ Alimentación: 12VDC (10V a 14V).
- ✓ Consumo en reposo / alarma: 30mA / 70mA.
- ✓ Indicación de alarma: Señal visual y acústica (80db).
- ✓ Pulsador de Test: SI.
- ✓ Tiempo de respuesta: <30Seg..
- ✓ Salida de alarma:
  - Relé C/NC/NA (libre de potencial) corriente máxima 30V/2A
- ✓ Sensibilidad, LIE (límite inferior de explosión):
  - GAS natural: < 10% LIE.
  - GAS Butano/propano: < 10% LIE.
- ✓ Salida de la tensión igual a la de entrada (12VDC) para control motor de corte de suministros ref. GLM-12CI con inversión de polaridad.
- ✓ Superficie de protección: **25 m<sup>2</sup>**
- ✓ Temperatura de trabajo: -15º a +50ºC.
- ✓ Humedad relativa: 10 a 95% (sin condensación).
- ✓ Medidas reducidas: 111mm x 70mm x 42mm
- ✓ Material carcasa: ABS.
- ✓ Soporte pared ABS.
- ✓ Peso: 195 gr.
- ✓ Certificaciones UNE EN-50194.
- EN-55022:1998+A1: 2000+A2: 2003.
- EN-61000-3-2: 2000.
- EN-61000-3-3: 2001.
- EN-55024:1998+A1: 2001+A2: 2003.
- ✓ Certificaciones: CE.



### REGLETA DE CONEXIÓN INTERNA:



12VDC

[Salida 12V][común/N.C./N.A.]



## DONDE NO INSTALAR EL DETECTOR:

Su ubicación debe ser un lugar práctico, que permita el control visual del estado del equipo, que facilite la audición de una posible alarma y actuar sobre el pulsador de Test para los chequeos periódicos (1 vez al mes).

Procure evitar su instalación en: Lugares con excesiva suciedad que puedan obstruir el detector, lugares con muchos transito de insectos, la cercanía de puntos de iluminación, en lugares donde el nivel de humedad sea elevada y/o la temperatura exceda de los límites de trabajo (entre -15 y 50°C).

Recuerde que este detector entrará en alarma en cuanto la proporción de gases tóxicos en el aire que alcanzan el sensor, excedan de los niveles preajustados, por lo tanto las corrientes de aire provocadas por ventilaciones forzadas o naturales entre ventanas y puertas, pueden desplazar las concentraciones de gas fuera del alcance del detector.

## PRECAUCIONES:

Cubra o retire el detector de su soporte cuando decida pintar el recinto.

No rocíe con aerosoles el detector para su limpieza, pueden contener componentes químicos que dañen el sensor interno.

En los modelos alimentados a la red eléctrica, desconectar la tensión antes de proceder a su instalación. No manipule el detector bajo tensión, DOMAUT no se responsabiliza de los daños materiales o accidentes a personas acaecidos como consecuencia de instalaciones no conformes o de usos inadecuados de este producto.

## GARANTÍA:

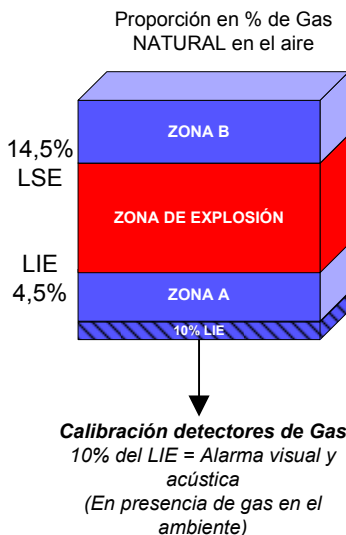
La garantía de este producto es de 2 años desde la fecha de compra en condiciones normales de uso, tanto de materiales como defecto de fabricación. En cualquier caso la garantía no cubrirá averías provocadas por el mal uso del equipo, negligencia o manipulación por personal no autorizado.

Consulte condiciones vigentes en nuestra página WEB [www.domaut.com](http://www.domaut.com), en el apartado condiciones de venta

## GAS NATURAL:

En la siguiente figura: las zonas A y B, en condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 4,5% y más de 14,5% de gas natural son consideradas como no explosivas ante una fuente de ignición. Aunque la práctica debe desconfiarse de las mezclas que cuyos contenidos se acerquen a las zonas explosivas.

En la zona de explosión, proporción de gas en el aire comprendida entre 4,5% LIE (Límite Inferior de Explosión) y 14,5% LSE (Límite superior de Explosión) una fuente de ignición podría desencadenar un incendio o explosión.



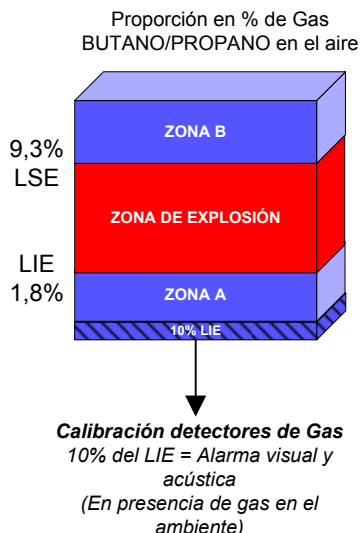
## LIMITE DE EXPOSICIÓN:

- 1000 ppm durante una jornada laboral de 8h.

## GAS BUTANO / PROPANO:

En la siguiente figura: las zonas A y B, en condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 2,15% y más de 9,6% de gas butano/propano son consideradas como no explosivas ante una fuente de ignición. Aunque la práctica debe desconfiarse de las mezclas que cuyos contenidos se acerquen a las zonas explosivas.

En la zona de explosión, proporción de gas en el aire comprendida entre 2,15% LIE (Límite Inferior de Explosión) y 9,6% LSE (Límite superior de Explosión) una fuente de ignición podría desencadenar un incendio o explosión.



## LIMITE DE EXPOSICIÓN:

- 1000ppm PROPANO concentración máxima segura permisible durante una jornada laboral de 8h.  
- 800ppm BUTANO concentración máxima segura permisible durante una jornada laboral de 8h.

## POSIBLES FUENTES DE RIESGO:

- Aparatos de GAS como Estufas.
- Sistemas de calefacción.
- Calentadores de agua.
- Filtraciones a través de canalizaciones interna de la vivienda y externas.

## ACTUACIÓN EN CASO DE ALARMA:

1. Apague La fuente GAS.
2. Cierre la llave de GAS y abra rápidamente las ventanas.
3. Por favor no encienda ni apague interruptores de luz ni enchufes de electrodomésticos, o cualquier otro dispositivo que pueda generar una chispa.
4. Llame a la compañía inspectora de gas.
5. Aléjese el máximo posible del lugar de la fuga.

## CUADRO MÉDICO Y SÍNTOMAS:

El gas Natural no tiene olor, color ni sabor, por lo que se le aportan componentes con olor desagradable para advertir su presencia en el aire.

La exposición a débiles concentraciones de gas no es dañino para la salud de las personas, pero a mayor es la concentración, menor es el nivel de oxígeno en el aire, llegando a ser perjudicial por asfixia ya que desplaza el oxígeno disponible para respirar. Los síntomas ocasionados pueden ser:

- Mareo, fatiga, náuseas, dolor de cabeza, respiración irregular, mareos y en altas concentraciones el fallecimiento por asfixia.

Los grupo más vulnerables son las personas con problemas pulmonares, niños, ancianos y personas con algún tipo de deficiencia olfativa ya que no podrán identificar los componentes químicos que se añaden al GAS como sistema de alerta.

El mayor problema se presenta durante el periodo de sueño, ya que la inhalación prolongada nos lleva a un sueño más profundo imposibilitándonos el despertar.

Una persona con síntomas de asfixia por inhalación de GAS, necesita oxígeno urgentemente, desplácelo a un lugar seguro, avise a los servicios médicos y practíquele respiración forzada hasta recibir asistencia médica.

## SELLO DISTRIBUIDOR Y FECHA DE VENTA



Avda. Cerro del Águila, Nº 5 1ª Planta Of.13  
28700 - S.S. de los Reyes (Madrid)  
Tel. 902.875.228 // Fax. 91 651.18.10

### ***Disparo de la alarma acústica sin causa aparente:***

Cuando aplicamos tensión de alimentación al detector, se iluminará el LED de servicio (color verde) de forma intermitente, este proceso de varios minutos de duración, permite al detector calibrarse y alcanzar la temperatura óptima de trabajo. Si todo es correcto, el LED verde de servicio queda encendido de forma fija indicando que el detector está preparado para detectar una fuga de GAS.

Los sensores de GAS de Óxido de Estaño, son componentes muy frágiles, un transporte incorrecto, la exposición a una temperatura o humedad inapropiada, un Largo periodo de almacenaje, presencia de gases en el aire procedentes de barnices en obras nuevas o una instalación en un lugar incorrecto, pueden alterar las propiedades del sensor y provocar un disparo de la alarma (sin presencia de gas en el aire).

Espere al termino de las obras para proceder a la instalación de estos equipos, los daños ocasionados por suciedad acumulada en el sensor, no serán cubiertos por la garantía de defecto de fabricación del producto.

### ***Disparo de la alarma acústica al conectar por primera vez la tensión de servicio:***

Durante el tiempo de chequeo, si el microcontrolador que incorpora este detector encuentra una descompensación del sensor anormal, el detector entrará en alarma encendiendo el LED rojo y activando la alarma acústica de forma intermitente.

### ***Pasos a seguir:***

Para corregir estas anomalías, el microcontrolador incorpora una rutina de auto calibración que se inicia con el siguiente proceso manual:

- a.- Quitar y volver a dar tensión de alimentación al detector.
- b.- Esperar a que el detector indique alarma (en este caso avería).
- c.- Actuar manualmente sobre el pulsador de TEST, un periodo superior a 20 segundos.
- d.- Esperar hasta que la alarma de desactive y el LED verde de servicio quede encendido de forma intermitente.
- e.- Soltar el pulsador de TEST.

El proceso de auto calibración, puede durar desde minutos a una hora, no quitar tensión de alimentación al detector durante este proceso.

Una vez finalizada la calibración el detector debe entrar en modo de funcionamiento correcto (LED verde encendido de forma fija) y no requiere ninguna intervención adicional.

Nota: Muy puntualmente se requiere iniciar un nuevo proceso de Auto Calibración.

# HAM1000WS = ASFW – SISTEMA DE SEGURIDAD INALÁMBRICO

## 1. Introducción

**A los ciudadanos de la Unión Europea**

**Importantes informaciones sobre el medio ambiente concerniente este producto**



Este símbolo en este aparato o el embalaje indica que, si tira las muestras inservibles, podrían dañar el medio ambiente.

No tire este aparato (ni las pilas eventuales) en la basura doméstica; debe ir a una empresa especializada en reciclaje. Devuelva este aparato a su distribuidor o a la unidad de reciclaje local.

Respete las leyes locales en relación con el medio ambiente.

**Si tiene dudas, contacte con las autoridades locales para residuos.**

**Las exigencias de seguridad y uso varían según le país o la región de compra. Contacte con las autoridades locales para una instalación y un uso conforme a, la legislación local.**

¡Gracias por haber comprado el **HAM1000WS**! Es un sistema de seguridad inalámbrico que le avisará si un intruso entra en la zona vigilada. Lea cuidadosamente las instrucciones del manual antes de usar el aparato. Si el aparato ha sufrido algún daño en el transporte no lo instale y póngase en contacto con su distribuidor.

## 2. Instrucciones de seguridad

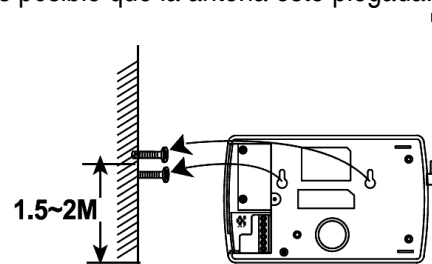
- Daños causados por descuido de las instrucciones de seguridad de este manual invalidarán su garantía y su distribuidor no será responsable de ningún daño u otros problemas resultantes.
- Transporte el aparato en su embalaje original.
- Por razones de seguridad, las modificaciones no autorizadas del aparato están prohibidas.
- No exponga el aparato a rayos directos del sol o a lluvia.
- No ponga la oreja directamente en el aparato; la alarma suena a un volumen muy alto.
- Mantenga el aparato lejos del alcance de fuentes de calor como p.ej. radiadores, estufas, etc.
- Es posible que el sistema esté instalado demasiado cerca de una fuente de calor si la alarma se activa sin motivo. Si es el caso, desplace el aparato o diríjalo a otro punto.
- Este sistema protege su casa y posesiones de manera muy eficaz al utilizarlo de manera correcta. Sin embargo, no garantiza una protección completa contra robos. JR international SA no será responsable de daños o pérdidas causados durante un robo.

## 3. Descripción (véase fig. 1)

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. Entrada antena                 | 8. Zumbador                                |
| 2. Antena                         | 9. Tecla de reinicialización ► ◯ ◀ (reset) |
| 3. Pantalla LCD                   | 10. Tapa del compartimiento de pilas       |
| 4. Indicación LED batería baja    | 11. Borne exterior                         |
| 5. Indicación LED alimentación CC | 12. entrada CA                             |
| 6. Tecla numérica                 | 13. Pila de 9V (no incl.)                  |
| 7. Entrada CC 9V                  |  |

## 4. Instalación

1. Desatornille el tornillo del compartimiento de pilas de la unidad principal e introduzca 1 pila alcalina de 9V (referencia **6LR61**, no incl.). Esta pila servirá de alimentación de reserva en caso de fallo de alimentación.
2. Introduzca la antena en la entrada y póngala en una posición vertical. Es posible que la antena esté plegada. Si es el caso, enderece la antena.
3. introduzca el conector CA en la entrada de 9V.
4. Fije el aparato a la pared si quiere. Seleccione un lugar adecuado a una altura de 1.5 a 2m. Taladre los agujeros, introduzca los tacos y tornillos. Fije el aparato firmemente a los tornillos (véase fig.).



## 5. Ajustar el sistema

El sistema sólo puede ser ajustado en el modo 'stand-by'. El sistema sale automáticamente del menú de ajuste después de 15 segundos de inactividad. El **HAM100WS** tiene un código estándar (000) que puede personalizar.

### a. Modificar el código de acceso

1. Introduzca el código de acceso estándar (000). Pulse PROG. PASSWORD parpadea.
2. Pulse la tecla ARM/DISARM para confirmar y modificar el código.
3. Introduzca su código personalizado (de 3 a 6 cifras) y pulse la tecla ARM/DISARM para confirmar el nuevo código.
4. Pulse DOWN o UP para seleccionar una opción de ajuste o pulse PROG 5 veces para salirse.


**NOTA:** Si ha olvidado el código, mantenga PROG pulsado y pulse RESET ► ◯ ◀ con un objeto afilado. Suelte la tecla PROG. El sistema se reinicializa al igual que la fecha y la hora. Se establece de nuevo el código de acceso estándar (000). Los otros ajustes se guardarán.

## **b. Los códigos de identificación**

Todos los sensores y el mando a distancia se programan con el código estándar. El sistema está listo para utilizar. No obstante, es posible ampliar el sistema al añadir sensores. Para la programación de los códigos, siga las siguientes instrucciones:

1. Introduzca el código de acceso y pulse PROG dos veces. El icono LEARN parpadea en la pantalla.
2. Pulse ARM/DISARM para confirmar. El sistema entra en el modo de memoria. El icono ZONE 1 parpadea.
3. Pulse UP o DOWN para seleccionar una zona. Es posible codificar una zona (FULL) o no (NO ID CODE). En el primer caso, seleccione otra zona o pulse DEL para borrar el código. En el segundo caso, es posible programar un código.
4. Pulse ARM/DISARM para confirmar la elección del código.
5. Active el sensor del detector de movimientos o del sensor de puerta/ventanas. Oirá un bip sonoro para confirmar la programación lograda.
6. Pulse UP o DOWN para seleccionar otra zona o pulse PROG para salirse.

## **c. (Des)activar la sirena**


1. Para desactivar la sirena, introduzca el código de acceso y pulse PROG tres veces.
2. El icono  parpadea en la pantalla. Pulse ARM/DISARM para confirmar.
3. (Des)active la sirena con las teclas UP o DOWN. Pulse ARM/DISARM para confirmar.
4. Pulse UP o DOWN para seleccionar otro ajuste o pulse PROG tres veces para salirse.

## **d. Ajustar el tiempo de entrada**

El sistema tiene un tiempo de entrada por defecto de 20 segundos.

1. Introduzca el código de acceso y pulse PROG cuatro veces. ENTRY parpadea en la pantalla.
2. Pulse ARM/DISARM para confirmar la selección.
3. Utilice UP o DOWN para seleccionar el tiempo (0, 5, 10 ó 20 segundos). Pulse ARM/DISARM para confirmar.
4. Pulse PROG dos veces para salirse.

## **e. Ajustar la hora**

1. Introduzca el código de acceso y pulse PROG cinco veces.  parpadea en la pantalla.
2. Pulse ARM/DISARM para confirmar la selección.
3. La fecha aparece en la pantalla (AA/MM/DD) seguida de la hora. Modifique las cifras que parpadean con las teclas UP o DOWN. Pulse ARM/DISARM para confirmar la selección.
4. Pulse PROG para salirse del modo.

## **6. Comprobar la distancia entre el sensor y la unidad principal**

Seleccione un lugar de montaje, pulse HOME y espere 60 segundos antes de activar el sensor. La unidad principal emite una señal sonora y la pantalla visualiza la zona del sensor. Pulse HOME para salirse del modo.

## **7. Utilizar el aparato**

### **a. Activar el sistema**

1. Introduzca el código de acceso y pulse ARM/DISARM.
2. Oirá tres bips sonoros. El icono ARM aparece en la pantalla.
3. Para activar el sistema, mantenga pulsada la tecla ARM del mando a distancia durante 2 segundos.
4. Oirá otro bip sonoro después de 60 segundos. La alarma está activada.
5. La unidad principal detecta el estado del sensor (cerrado o abierto). La alarma se activa si el sensor sigue abierto después de 5 segundos.

## **b. La alarma**

1. Después de haber activado el sistema, la unidad principal visualizará el icono TRIGGER y la zona de detección en cuanto detecte una señal en la zona protegida. Oirá una sirena durante 30 segundos después de que se haya transcurrido el tiempo de entrada.
2. Tenga en cuenta que la sirena sólo suena si está activada (véase « **5.c. (Des)activar la sirena** »).

## **c. Desactivar el sistema**

1. Introduzca el código de acceso y pulse ARM/DISARM.
2. Oirá un bip sonoro. El icono ARM aparece en la pantalla de la unidad principal para confirmar la desactivación del sistema.
3. También es posible de mantener pulsada la tecla DISARM del mando a distancia durante 2 segundos.

## **d. La tecla « PANIC » (la alarma de pánico)**

1. Pulse la tecla PANIC de la unidad principal o mantenga pulsada la tecla PANIC del mando a distancia durante 2 segundos. La alarma de pánico se activa.
2. Introduzca el código de acceso y pulse ARM/DISARM de la unidad principal para desactivar la sirena. También es posible de mantener pulsada la tecla DIASRM del mando a distancia durante 2 segundos.

## **e. La función « Home Mode »**

En cuanto se capte una señal, la unidad principal visualizará la zona y emitirá un sonido. Por consiguiente, esta función le permite activar o desactivar una zona.

1. Pulse HOME para activar. Oirá un sonido. El icono HOME se visualiza en la pantalla.
2. Espere 60 segundos hasta que oirá un bip sonoro.
3. En cuanto se detecte una señal en la zona protegida, oirá un sonido.
4. Pulse HOME para salirse del modo.
5. Todas las zonas están activadas por defecto. Para desactivar una zona, introduzca el código de acceso y pulse HOME.
6. El icono ZONE 1 parpadea. Utilice UP o DOWN para seleccionar la zona y pulse ARM/DISARM para confirmar su elección. Luego, pulse ON u OFF para activar o desactivar la zona. Pulse ARM/DISARM para confirmar.
7. Vuelva a pulsar HOME para salirse del modo.

## **f. Otras funciones**

1. El **HAM1000WS** está equipado con un LED que indica el estado de la pila. Reemplace la pila si este LED parpadea.
2. En el modo 'stand-by', pulse DOWN para visualizar los últimos 5 puntos de activación.

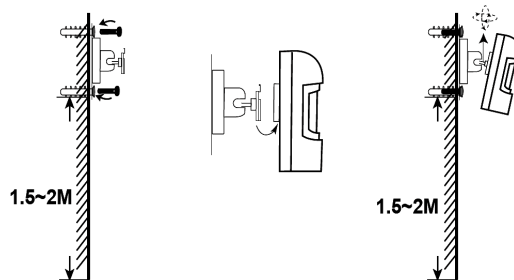
## **8. El detector de movimientos (referencia HAM1000WS/MDS, incl.)**

### **a. Comprobar el detector de movimientos**

Antes de montar el sensor, compruebe el alcance de transmisión. Pulse HOME de la unidad principal y alinee el detector para obtener una superficie lo más grande posible. Fije el detector provisionalmente. Pase delante del sensor para accionar el sensor. Oirá un sonido. Si la unidad principal no emite ningún sonido, alinee el detector.

## b. La instalación

1. Abra el compartimiento de pilas e introduzca 1 pila alcalina de 9V (referencia **6LR61**, no incl.). Vuelva a cerrar el compartimiento de pilas.
2. Seleccione un lugar de montaje adecuado. Taladre los agujeros a una altura de 1.5 a 2m. Introduzca un taco en cada agujero y fije el soporte con los tornillos. Fije el detector en el soporte y alinee la unidad (véase figura).



## c. La pila

Reemplace la pila si el LED de indicación de pila baja parpadea.

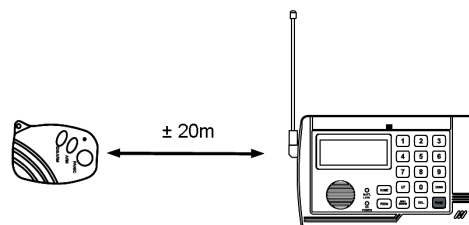
## 9. El mando a distancia (referencia HAM1000WS/RC, incl.)

### a. Instalar la pila

1. Abra el compartimiento de pilas con un destornillador adecuado e introduzca 3 pilas del tipo G13-A (incl.). Respete la polaridad. Las pilas tienen una autonomía de 5 a 6 meses (funcionamiento normal).
2. Cierre el compartimiento de pilas.

### b. El alcance de transmisión

El alcance de transmisión es de  $\pm 20$ m. Reemplace las pilas si el alcance disminuye.



## 10. El sensor de puerta/ventanas (referencia HAM1000WS/SDWS, opcional)

### a. Comprobar el sistema

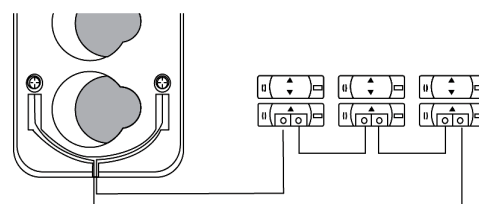
Antes del montaje, compruebe el alcance de transmisión. Pulse la tecla CHIME de la unidad principal. Abra y vuelva a cerrar el conmutador magnético del sensor para activar la alarma. Tire de la antena si fuera necesario.

### b. La instalación

1. Abra el compartimiento de pilas e introduzca 1 pila de 9V (referencia **6LR61**, no incl.). Vuelva a cerrar el compartimiento de pilas.
2. Seleccione un lugar de montaje adecuado. Fije el sensor con cinta adhesiva de doble cara al marco de una puerta o a la ventana. Asegúrese de que alinee las marcas (▶ y ◀).
3. Es posible añadir sensores cableados adicionales para ampliar la zona protegida.
  - Abra el compartimiento de pilas del sensor de puerta/ventanas.
  - Desatornille el tornillo de los bornes y quite el cableado de conexión.
  - Mida la distancia entre el sensor y el emisor y corte el cable de conexión a la longitud deseada. Desnude el extremo de los cables a una longitud de 1.5cm y trence los extremos.
  - Conecte el sensor al emisor. Asegúrese de que establezca una conexión en bucle. Establezca una conexión en serie si utiliza más de un sensor (véase fig.).

### c. Uso

El aparato pasa al modo 'stand-by' 60 segundos después de haber introducido la pila.



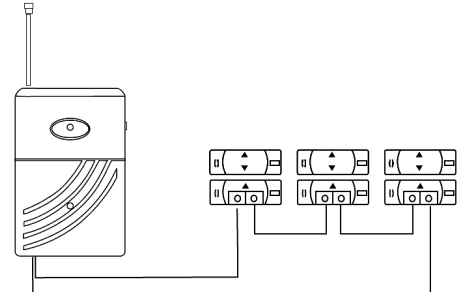
## 11. El sensor de puerta/ventanas con alarma (referencia HAM1000WS/DWS, opcional)

### a. Comprobar el sensor

Antes del montaje, compruebe el alcance de transmisión. Pulse la tecla CHIME de la unidad principal. Abra y vuelva a cerrar el conmutador magnético del sensor para activar la alarma. Tire de la antena si fuera necesario.

### b. La instalación

1. Abra el compartimiento de pilas e introduzca 1 pila de 9V (referencia **6LR61**, no incl.). Vuelva a cerrar el compartimiento de pilas.
2. Seleccione un lugar de montaje adecuado. Taladre los agujeros e introduzca un taco en cada agujero. Fije el sensor a los tornillos.
3. Fije el sensor con cinta adhesiva de doble cara al marco de una puerta o a la ventana. Asegúrese de que alinee los marcos (▶ y ◀).
4. Conecte el sensor al emisor. Establezca una conexión en serie al utilizar más de un sensor (véase fig.).



## 12. Solución de problemas

<b>Problema</b>	<b>Solución</b>
Es imposible activar / desactivar la unidad principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegúrese de que entre el código de acceso correcto.</li> <li>• Reinicialice (▶ ◯ ◀) la unidad principal con un objeto afilado para activar / desactivar el sistema.</li> </ul>
El mando a distancia no funciona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique el estado de las pilas y reemplácelas si fuera necesario.</li> <li>• Vuelva a programar el código de identificación (véase « <b>5.b. Los códigos de identificación</b> »)</li> </ul>

## 13. Especificaciones

### Alimentación

Unidad principal	9VCC / 500mA (incl.) (pila de reserva de 9V, referencia <b>6LR61</b> , no incl.)
Detector de movimientos	1 pila de 9V (referencia <b>6LR61</b> )
Mando a distancia	3 pilas del tipo G13-A (incl.)
Peso de la unidad principal	850g

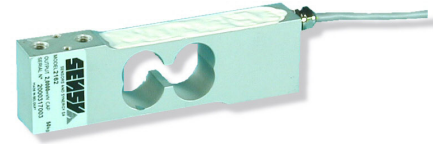
**Para más información sobre este producto, visite nuestra página web [www.JR-international .fr](http://www.JR-international.fr)  
Se pueden modificar las especificaciones y el contenido de este manual sin previo aviso.**



## 2162

## SINGLE POINT LOAD CELL "OFF CENTER"

- Capacity range till 150 kg
- Maximum platform till 400 x 400 mm.
- Off-Center
- Made of Aluminium alloy
- Protection IP 63
- Very competitive prices
- Easy to install
- Available in EEx ia IIC T4 / T6 certified version for use in hazardous area
- Complies with OIML/R60 up to 3000 d for scales in class III according to EN 45 501



Model 2162 – 50 kg

The SENSY's load cell 2162 is perfectly designed to the following applications :

- Single point load cells for industrial scales and weighing system
- Retail and computing scales...
- Industrial platforms
- Filling, packaging and batching applications

### AVAILABLE CAPACITIES :

**2162 : 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 kg**

#### TECHNICAL DATA

Accuracy class		0.1 1000 d	C 1 1000 d OIML	0.05 2000 d	C 2 2000 d OIML	0.03 3000 d	C 3 3000 d OIML	C 6 6000 d OIML
Linearity error	% F.S.	< ± 0.1	< ± 0.03	< ± 0.05	< ± 0.025	< ± 0.025	< ± 0.020	< ± 0.013
Hysteresis error	% F.S.	< ± 0.1	< ± 0.03	< ± 0.05	< ± 0.025	< ± 0.025	< ± 0.020	< ± 0.013
Non - repeatability	% F.S.	< ± 0.03	< ± 0.02	< ± 0.02	< ± 0.01	< ± 0.015	< ± 0.01	< ± 0.01
Creep error over 30 min.	% F.S.	< ± 0.06	< ± 0.04	< ± 0.04	< ± 0.03	< ± 0.025	< ± 0.020	< ± 0.013
Zero shift after loading	% F.S.	< ± 0.015	< ± 0.01	< ± 0.01	< ± 0.0075	< ± 0.0075	< ± 0.005	< ± 0.005
Reference temperature	°C	23	23	23	23	23	23	23
Nominal temperature range	°C	- 10...+ 45	- 10...+ 45	- 10...+ 45	- 10...+ 45	- 10...+ 45	- 10...+ 45	- 10...+ 45
Service temperature range	°C	- 30...+ 70	- 30...+ 70	- 30...+ 70	- 30...+ 70	- 30...+ 70	- 30...+ 70	- 30...+ 70
Storage temperature range	°C	- 50...+ 85	- 50...+ 85	- 50...+ 85	- 50...+ 85	- 50...+ 85	- 50...+ 85	- 50...+ 85
Temperature coefficient of the sensitivity	% /10°C	< ± 0.05	< ± 0.02	< ± 0.035	< ± 0.015	< ± 0.015	< ± 0.009	< ± 0.005
Temperature coefficient of zero signal	% F.S./10°C	< ± 0.035	< ± 0.03	< ± 0.03	< ± 0.02	< ± 0.023	< ± 0.013	< ± 0.01
Nominal sensitivity	mV/V	2	2	2	2	2	2	2
Zero balance	mV/V	± 0.02	± 0.02	± 0.02	± 0.02	± 0.02	± 0.02	± 0.02
Sensitivity tolerance (g=9,8107 m/s <sup>2</sup> )	%	< ± 0.3	< ± 0.3	< ± 0.3	< ± 0.1	< ± 0.1	< ± 0.1	< ± 0.05
Input / Output resistance	Ohm	351 ± 2	351 ± 2	351 ± 2	351 ± 2	351 ± 2	351 ± 2	351 ± 2
Insulation resistance (50V)	MOhm	> 5000	> 5000	> 5000	> 5000	> 5000	> 5000	> 5000
Nominal excitation voltage	V	5 to 10	5 to 10	5 to 10	5 to 10	5 to 10	5 to 10	10
Nominal range of the excitation voltage	V	2...15	2...15	2...15	2...15	2...15	2...15	2...15
Safe load limit	% F.S.	150	150	150	150	150	150	150
Breaking load	% F.S.	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300
Static lateral force limit	% F.S.							
Permissible dynamic loading	% F.S.	50	50	50	50	50	50	50

F.S.: full scale Specifications subject to change without notice

# LOAD CELL

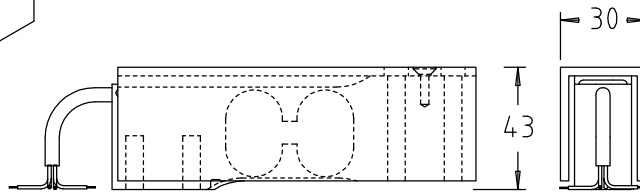
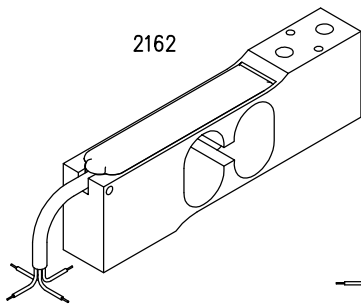
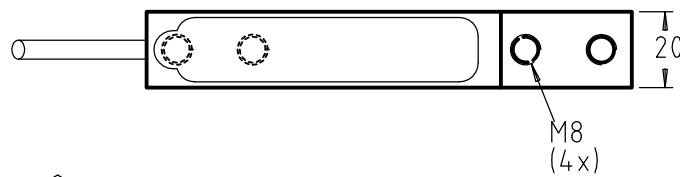
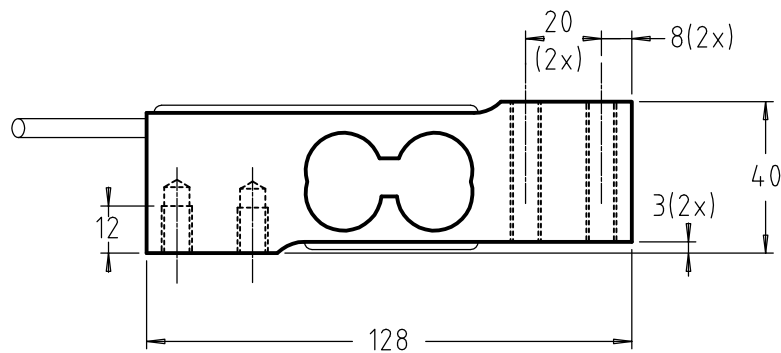
model 2162 aluminium alloy



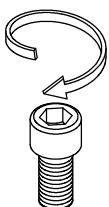
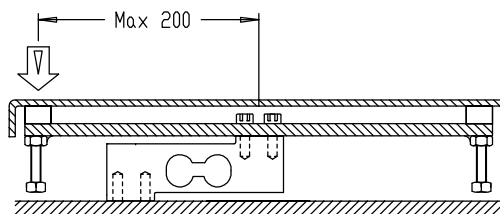
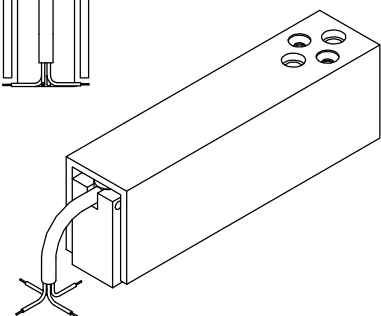
## OFF-CENTER

Range 10–75 kg IP63

Cable length : 2 m



2162-F  
COVER OPTION



Note: Correct torque for fixing bolts : 10 Nm if M8  
(don't touch bottom of tapped holes)



■ Features :

- Universal AC input / Full range
- Low leakage current <200uA
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Ultra-miniature size, light weight
- Cooling by free air convection
- UL60601-1/IEC60601-1/EN60601-1 medical safety approved
- No load power consumption<0.75W
- 100% full load burn-in test
- Fixed switching frequency at 90KHz
- High reliability
- 3 years warranty

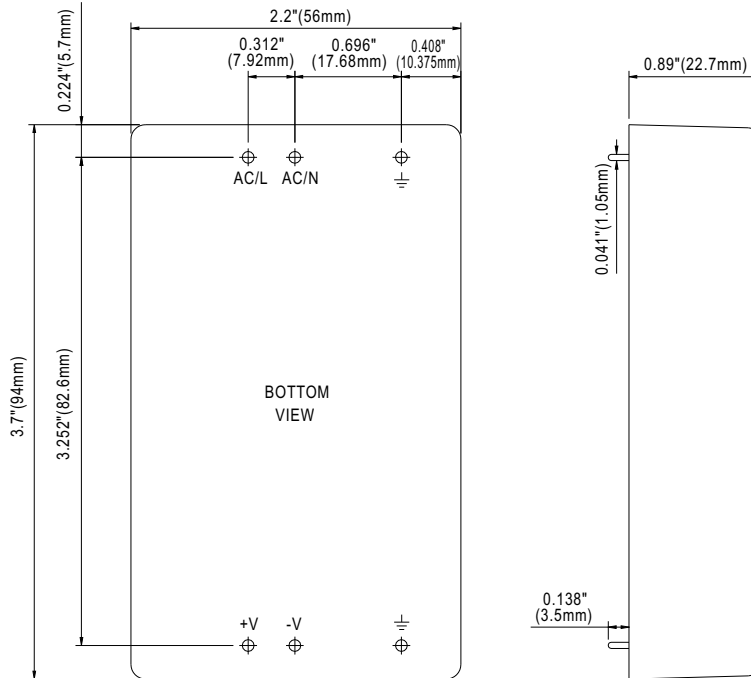


SPECIFICATION

MODEL	PM-20-3.3	PM-20-5	PM-20-12	PM-20-15	PM-20-24	
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	5V	12V	15V	24V
	RATED CURRENT	4.5A	4.4A	1.8A	1.4A	0.92A
	CURRENT RANGE	0 ~ 4.5A	0 ~ 4.4A	0 ~ 1.8A	0 ~ 1.4A	0 ~ 0.92A
	RATED POWER	14.85W	22W	21.6W	21W	22.08W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	80mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	240mVp-p
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±3.0%	±2.0%	±2.0%	±2.0%	±2.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION	±1.5%	±1.5%	±1.0%	±1.0%	±0.5%
	SETUP, RISE TIME	500ms, 20ms/230VAC      500ms, 20ms/115VAC at full load				
HOLD UP TIME (Typ.)	50ms/230VAC      16ms/115VAC at full load					
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC      120 ~ 370VDC				
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 440Hz				
	EFFICIENCY (Typ.)	71%	75%	81%	83%	84%
	AC CURRENT (Typ.)	0.6A/115VAC      0.4A/230VAC				
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 30A/115VAC      65A/230VAC				
LEAKAGE CURRENT	<200uA / 240VAC					
PROTECTION	OVERLOAD	Above 105% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed				
	OVER VOLTAGE	3.8 ~ 4.46V	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V	27.6 ~ 32.4V
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +60°C (Refer to output load derating curve)				
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing				
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH				
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)				
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes				
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL60601-1, TUV EN60601-1, IEC60601-1 approved				
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:4KVAC    I/P-FG:1.5KVAC    O/P-FG:1.5KVAC				
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH				
	EMI CONDUCTION & RADIATION	Compliance to EN55011(CISPR11),EN55022 (CISPR22) Class B				
	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2, -3				
OTHERS	EMM IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11; ENV50204, EN55024, EN60601-1-2, EN61204-3, medical level, criteria A				
	MTBF	487.8Khrs min.    MIL-HDBK-217F (25°C)				
	DIMENSION	94*56*22.7mm (L*W*H)				
	PACKING	0.18Kg; 90pcs/17.2Kg/0.97CUFT				
NOTE	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple &amp; noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf &amp; 47uf parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</p> <p>4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives.</p>					

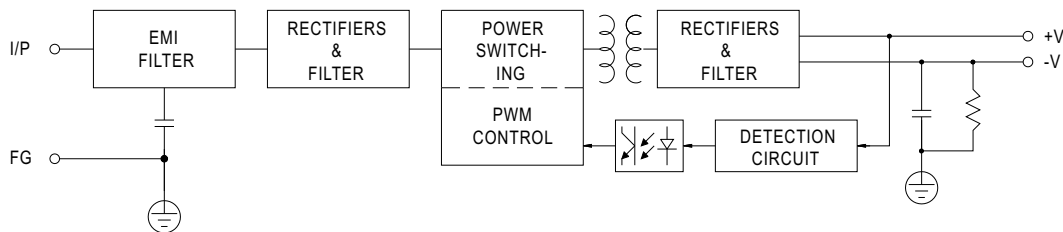
■ Mechanical Specification

Case No. 951A Unit:inch(mm)

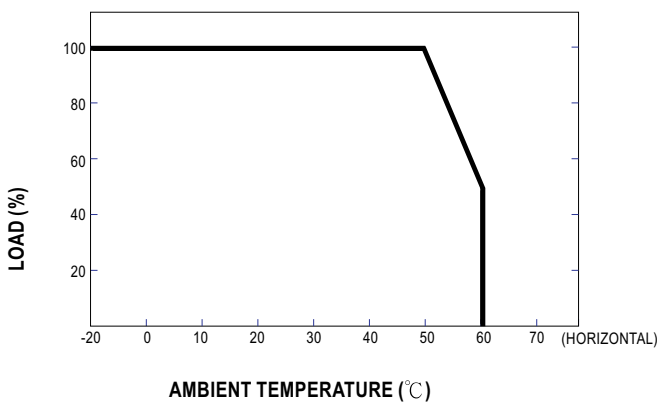


■ Block Diagram

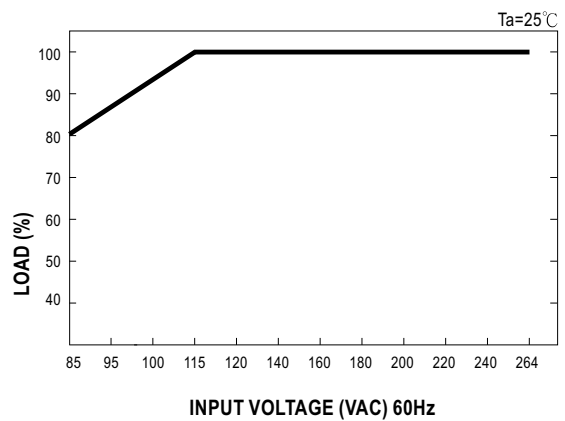
fosc : 90KHz

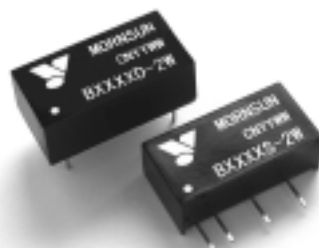


■ Derating Curve



■ Output Derating VS Input Voltage





## B\_S-2W/ B\_D-2W Series

FIXED INPUT ISOLATED & UNREGULATED  
2W OUTPUT SINGLE OUTPUT  
MINIATURE SIP(DIP) PACKAGE

multi-country patent protection

### FEATURES

- Efficiency up to 86%
- Miniature SIP or DIP Package
- Single Output Voltage
- 1KVDC Isolation
- Power Density up to 1.40W/cm<sup>3</sup>
- Fully Encapsulated
- Temperature Range: -40°C~+85°C
- Industry Standard Pinout
- UL94-V0 Package
- No Heat sink Required
- No External Component Required
- PCB Mounting
- Footprint From 1.05cm<sup>2</sup>
- RoHS Compliance

### APPLICATIONS

The B\_S(D)-2W Series is specially designed for applications where a single power supply is isolated from the input power supply in a distributed power supply system on a circuit board.

These products apply to:

- 1) Where the voltage of the input power supply is fixed (voltage variation  $\leq \pm 10\%$ );
- 2) Where isolation is necessary between input and output (isolation voltage = 1000VDC);
- 3) Where the regulation of the output voltage and the output ripple noise are not demanding.

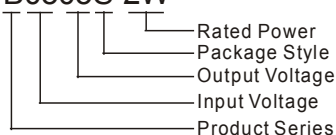
Such as: purely digital circuits, ordinary low frequency analog circuits.

These products don't apply to:

- 1) Where the input supply voltage is varied (variation  $\geq \pm 10\%$ ), otherwise our company's WRB series is recommended;
- 2) Where the isolation voltage between input and output is required to be >1000VDC, otherwise our company's F\_S(D)-2W Series of products are recommended;
- 3) The output load's actual power consumption is less than 0.25W, otherwise our company's B\_LS(D)-1W Series are recommended.

### MODEL SELECTION

B0505S-2W



**MORNSUN Science Technology Ltd.**

Address: 8th floor 8th building, Hangzhou Industrial District, Guangzhou, China  
Tel: 86-20-38601850  
Fax: 86-20-38601272  
http://www.mornsun.cn

### PRODUCT PROGRAM

Part Number	Input		Output			Efficiency (% Typ)	Package Style
	Voltage (VDC)		Voltage (VDC)	Current (mA)			
	Nominal	Range		Max	Min		
B0505S/D-2W	5	4.5~5.5	5	400	40	81	SIP/DIP
B0509S/D-2W	5	4.5~5.5	9	222	23	82	SIP/DIP
B0512S/D-2W	5	4.5~5.5	12	167	17	84	SIP/DIP
B0515S/D-2W	5	4.5~5.5	15	133	14	84	SIP/DIP
B1205S/D-2W	12	10.8~13.2	5	400	40	82	SIP/DIP
B1209S/D-2W	12	10.8~13.2	9	222	23	83	SIP/DIP
B1212S/D-2W	12	10.8~13.2	12	167	17	85	SIP/DIP
B1215S/D-2W	12	10.8~13.2	15	133	14	85	SIP/DIP
B2405S/D-2W	24	21.6~26.4	5	400	40	83	SIP/DIP
B2409S/D-2W	24	21.6~26.4	9	222	23	84	SIP/DIP
B2412S/D-2W	24	21.6~26.4	12	167	17	86	SIP/DIP
B2415S/D-2W	24	21.6~26.4	15	133	14	86	SIP/DIP
B2424S/D-2W	24	21.6~26.4	24	83	8	86	SIP/DIP

### COMMON SPECIFICATIONS

Short circuit protection	1second
Temperature rise at full load	25°C MAX, 15°C TYP
Cooling	Free air convection
No load power consumption	10% nominal power (typical)
Operating temperature range	-40°C~+85°C
Storage temperature range	-55°C ~+125°C
Lead temperature*	300°C
Storage humidity range	≤95%
Case material	Plastic (UL94-V0)
MTBF	>3,500,000 hours

\*Lead temperature 1.5mm from case for 10 seconds.

### ISOLATION SPECIFICATIONS

Item	Test conditions	Min	Typ	Max	Units
Isolation voltage	Tested for 1 minute	1000			VDC
Isolation resistance	Test at 500VDC	1000			MΩ

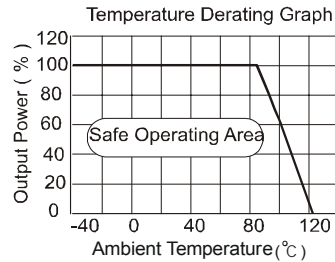
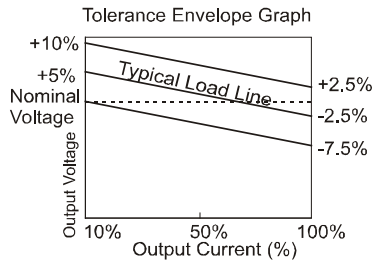
### OUTPUT SPECIFICATIONS

Item	Test condition	Min	Typ	Max	Units
Output power		0.2		2	W
Line regulation	For Vin change of 1%			1.2	%
Load regulation	10% to 100%		10	15	%
Output voltage accuracy	See tolerance envelope graph				
Temperature drift	100% full load			0.03	%/°C
Output ripple	20MHz Bandwidth		100	150	mVp-p
Switching frequency	Full load, nominal input		75		KHz

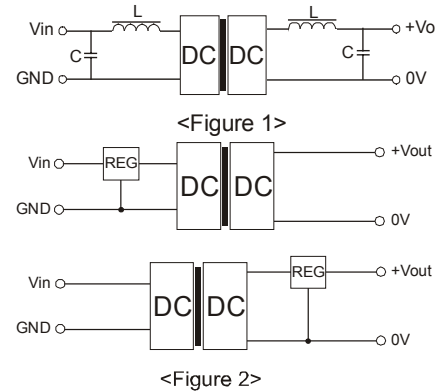
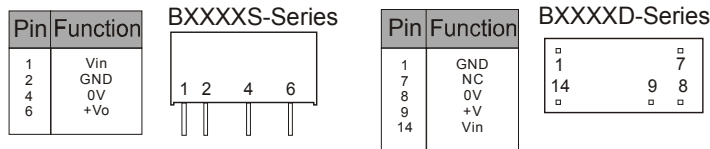
Note:

1. All specifications measured at TA=25°C, humidity<75%, nominal input voltage and rated output load unless otherwise specified.
2. See below recommended circuits for more details.

## TYPICAL CHARACTERISTICS



## PIN CONNECTIONS



## Overload Protection

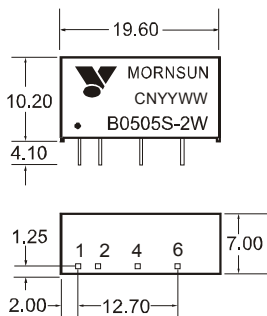
Under normal operating conditions, the output circuit of these products has no protection against over-current and short-circuits. The simplest method is to connect a self-recovery fuse in series at the input end or add a circuit breaker to the circuit.

## Output Voltage Regulation and Over-voltage Protection Circuit

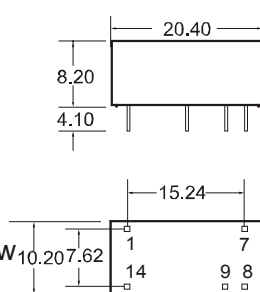
The simplest device for output voltage regulation, over-voltage and over-current protection is a linear voltage regulator with overheat protection that is connected to the input or output end in series (see Figure 2).

## OUTLINE DIMENSIONS RECOMMENDED FOOTPRINT DETAILS

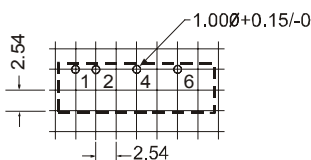
### BXXXXS-2W Package



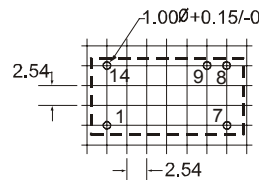
### BXXXXD-2W Package



### BXXXXS-2W Package



### BXXXXD-2W Package



Note: All Pins on a 2.54mm pitch; all pin diameters are 0.50mm; all dimensions in mm.

## APPLICATION NOTE

### Filtering

In some circuits which are sensitive to noise and ripple, a filtering capacitor may be added to the DC/DC output end and input end to reduce the noise and ripple. However, the capacitance of the output filter capacitor must be proper. If the capacitance is too big, a startup problem might arise. For every channel of output, provided the safe and reliable operation is ensured, the greatest capacitance of its filter capacitor sees the external capacitor table. To get an extremely low ripple, an "LC" filtering network may be connected to the input and output ends of the DC/DC converter, which may produce a more significant filtering effect. It should also be noted that the inductance and the frequency of the "LC" filtering network should be staggered with the DC/DC frequency to avoid mutual interference (see figure 1).

### Requirement on output load

To ensure this module can operate efficiently and reliably, a minimum load is specified for this kind of DC/DC converter in addition to a maximum load (namely full load). During operation, make sure the specified range of input voltage is not exceeded, the minimum output load is **not less than 10%** of the full load, and that this product should never be operated under no load! If the actual output power is very small, please connect a resistor with proper resistance at the output end in parallel to increase the load, or use our company's products with a lower rated output power (B\_LS(D) -1W series).

## External Capacitor Table

V <sub>in</sub>	External capacitor	V <sub>out</sub>	External capacitor
5VDC	4.7 $\mu$ F	5VDC	10 $\mu$ F
12VDC	2.2 $\mu$ F	9VDC	4.7 $\mu$ F
24VDC	1 $\mu$ F	12VDC	2.2 $\mu$ F
--	--	15VDC	1 $\mu$ F



**MORNSUN Science Technology Ltd.**

Address: 8th floor 8th building, Huangzhou Industrial District, Guangzhou, China  
Tel: 86-20-38601850  
Fax: 86-20-38601272  
Http: //www.mornsun.cn

# **UPS1212**

## **Manual técnico**

## 1. DESCRIPCIÓN

La UPS1212 es una fuente de alimentación ininterrumpida de 12v con gestión para carga de una batería de plomo de respaldo y conmutación automática de esta en cuanto desaparece la tensión de red.

Entre sus características destacan su control mediante microprocesador, protección contra cortocircuitos, sobrecargas, sobretensión y monitorización de la tensión de la batería en modo autónomo para evitar la sobredescarga de esta. El tiempo de conmutación cuando desaparece la tensión de red es de tan solo 30ms realizándose la conmutación mediante transistores MOSFET de muy baja resistencia interna.

La estabilización de tensión se obtiene mediante reguladores conmutados en secundario para la máxima eficacia y fiabilidad.

Cuenta con una salida de fallo de red con niveles TTL que puede ser usada junto con nuestro sistema de telecontrol Hermes TCR100 para obtener un sistema de alarma de fallo de alimentación en una estación remota.

La UPS1212 se presenta en una robusta caja para carril DIN incorporando las bornas para la conexión de red, batería, salida de 12v y señal de fallo de red.

## 2. OPERACION

Existen cuatro modos de operación distintos:

**RED OK:** La UPS proporciona carga a la batería y alimentación en la salida de 12v. Led Permanentemente encendido. Salida de fallo de red baja.

**FALLO RED:** La UPS alimenta la carga desde la batería de Plomo. El diodo led hace un parpadeo corto una vez por segundo. Salida de fallo de red alta.

**SOBRETEMP.:** La temperatura es excesiva, se corta la alimentación y la carga de la batería. El led hace un parpadeo largo una vez por segundo.

**BAT. BAJA:** En modo FALLO DE RED la tensión de la batería ha bajado a un nivel peligroso, se desconecta la batería para protegerla. El led se mantiene apagado.



### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tensión de salida	12v
Intensidad Máxima (Salida 12v + carga)	1A
Intensidad Nominal (Salida 12v + carga)	800mA
Intensidad de carga	250mA
Tipo de carga	Flotante a 13.8v para batería de plomo de 1,2AH a 7AH.
Tensión de entrada	220v
Protección por sobretemp.	Corta la alimentación a 85°C, rearme a 60°C
Protección sobredescarga batería de plomo.	Corta la alimentación a 10.1v, rearme a 12v
Tiempo de conmutación de la batería ante fallo de red	30ms
Salida fallo de red	Nivel TTL.
Tamaño	105 x 90 x 70

#### 4. DIAGRAMA DE CONEXIONES

BORNA	SEÑAL	NOTAS
1	Positivo de la batería	Batería de plomo 12v 1,2AH a 7AH
2	Masa de la batería	Batería de plomo 12v 1,2AH a 7AH
14	Salida de +12v	1A Máx., 800mA nominal
15	Masa	
16	Señal de fallo de red	Al terminal 16 del TCR100
18	Entrada de red	220v
19	Entrada de red	220v



- Excelente rendimiento en descargas profundas, combinado con una larga vida útil.
- De acuerdo a la norma IEC 60896-21 / -22
- La versión UL94-V0 está de acuerdo a la norma BS 6290, Parte 4.
- Transporte sin problemas de los monoblocs, sin restricciones para el transporte por ferrocarril, carretera, mar o aire (IATA, DGR A67)
- Clasificación EUROBAT: Long Life

Tipo	Part-Nr.	Cumple	Nom. Volt.	C <sub>10</sub> 1.8 VpC 20°C	L	An	H	Peso aprox.
			V	Ah	mm	mm	mm	kg
L12V15	NALL120015HMOMA		12	14	181	76	167	6.5
L12V15	NALL120015VMOMA	UL94 V0	12	14	181	76	167	6.5
L12V24	NALL120024HMOMA		12	23	168	127	174	9.5
L12V24	NALL120024VMOMA	UL94 V0	12	23	168	127	174	9.5
L12V32	NALL120032VMOMA	UL94 V0	12	31.5	198	168	175	13.5
L12V32	NALL120032HMOMA		12	31.5	198	168	175	13.5
L12V42	NALL120042HMOMB		12	42	234	169	190	18.5
L12V42	NALL120042VMOMB	UL94 V0	12	42	234	169	190	18.5
L12V55	NALL120055VMOMB	UL94 V0	12	55	272	166	190	22.0
L12V55	NALL120055HMOMB		12	55	272	166	190	22.0
L12V80	NALL120080HMOMA		12	80	359	172	226	30.0
L12V80	NALL120080VMOMA	UL94 V0	12	80	359	172	226	30.0
L6V110	NALL060110VMOMA	UL94 V0	6	112	272	166	190	23.0
L6V110	NALL060110HMOMA		6	112	272	166	190	23.0
L6V160	NALL060160HMOMA		6	162	359	171	226	31.5
L6V160	NALL060160VMOMA	UL94 V0	6	162	359	171	226	31.5
L2V220	NALL020220VM0FA	UL94 V0	2	220	208	135	282	16.0
L2V220	NALL020220HM0FA		2	220	208	135	282	16.0
L2V270	NALL020270HM0FA		2	270	208	135	282	18.3
L2V270	NALL020270VM0FA	UL94 V0	2	270	208	135	282	18.3
L2V320	NALL020320VM0FA	UL94 V0	2	320	208	201	282	24.2
L2V320	NALL020320HM0FA		2	320	208	201	282	24.2
L2V375	NALL020375HM0FA		2	375	208	201	282	26.5
L2V375	NALL020375VM0FA	UL94 V0	2	375	208	201	282	26.5
L2V425	NALL020425VM0FA	UL94 V0	2	425	208	201	282	28.8
L2V425	NALL020425HM0FA		2	425	208	201	282	28.8
L2V470	NALL020470HM0FA		2	470	208	270	282	32.6
L2V470	NALL020470VM0FA	UL94 V0	2	470	208	270	282	32.6
L2V520	NALL020520VM0FA	UL94 V0	2	520	208	270	282	35.0
L2V520	NALL020520HM0FA		2	520	208	270	282	35.0
L2V575	NALL020575HM0FA		2	575	208	270	282	37.3
L2V575	NALL020575VM0FA	UL94 V0	2	575	208	270	282	37.3



Vida de la batería en años  
12



Capacidad nominal  
14 - 575 Ah



Monobloc / elemento suelto



Placa de rejilla



Reciclable



Válvula regulada de plomo ácido



Sin mantenimiento (sin relleno)



Alto voltaje



# ND 200 LSN Pulsador de emergencia



- ▶ Pulsador de emergencia con tecnología LSN
- ▶ Para conexión con un panel de control de intrusión LSN
- ▶ Transmisión de sabotaje y alarma mediante el bus LSN
- ▶ Contacto de sabotaje
- ▶ El cable se puede instalar en superficie o empotrado
- ▶ Tapa con cubierta como protección contra activación (opcional)

El pulsador de emergencia ND 200 LSN se utiliza para la activación manual y discreta de alarmas en lugares que corren un riesgo potencial de sufrir robos, tales como bancos, joyerías, empresas, casas particulares, etc.

## Certificados y homologaciones

Región	Certificación	
Alemania	VdS	G 101037, C ND 200 LSN
Europa	CE	ND 200 LSN

## Piezas incluidas

Tipo	Cantidad	Componente
ND 200 LSN	1	Pulsador de emergencia con cierre adhesivo

## Especificaciones técnicas

Tensión de funcionamiento (pieza LSN)	De +12 V a 30 V
Consumo de corriente (tensión de línea)	Aprox. 0,5 mA
Temperatura ambiente	De 0 °C a +50 °C
Climas ambiente	DIN 40040 R14
Categoría de protección	IP 40
Carcasa	
• Material	ABS
• Color	RAL 9002 (carcasa) Gris (cubierta)
Peso	Aprox. 70 g
Dimensiones (Pr. x Al.)	81 x 31 mm
Clase ambiental	2

## Información sobre pedidos

<b>ND 200 LSN Pulsador de emergencia</b>	<b>4998117564</b>
Para la activación manual y discreta de alarmas en lugares de trabajo con un riesgo potencial de sufrir robos	

## Accesorios de hardware

<b>Tapa con cubierta</b>	<b>3902115343</b>
Para una cubierta protectora adicional para evitar falsas alarmas	

**Spain:**  
Bosch Security Systems, SAU  
C/Hermanos García Noblejas, 19  
28037 Madrid  
Tel.: +34 914 102 011  
Fax: +34 914 102 056  
es.securitysystems@bosch.com  
www.boschsecurity.es

**Americas:**  
Bosch Security Systems, Inc.  
130 Perinton Parkway  
Fairport, New York, 14450, USA  
Phone: +1 800 289 0096  
Fax: +1 585 223 9180  
security.sales@us.bosch.com  
www.boschsecurity.us

**America Latina:**  
Robert Bosch Ltda  
Security Systems Division  
Via Anhanguera, Km 98  
CEP 13065-900  
Campinas, Sao Paulo, Brazil  
Phone: +55 19 2103 2860  
Fax: +55 19 2103 2862  
al.securitysystems@bosch.com  
www.boschsecurity.com

**Represented by**



## **SIRENA EXTERIOR**

Manual de instalación  
V1.1





## Descripción.

Sirena exterior construida sobre una carcasa de ABS resistente a impactos. Dispone de cuatro modos de funcionamiento. Cuando el panel de control le manda una señal, la sirena puede hacer:

- Sonar y encender el flash continuamente.
- Sonar y encender el flash durante 5 segundos.
- Sonar y encender el flash durante 3 minutos.
- Alternando 1 minuto de sonido y flash con 0,5 minutos de solo flash (repetido tres veces).

Además tiene la posibilidad de mantener el flash continuamente encendido, después de haber parado de sonar.

Protección de tapa y pared (tamper), con posibilidad de disparo desde el panel de control y cuando se activen los tamper switches de la tapa y pared.

Dispone de 2 tubos de flash xenón y 5 leds para la indicación de estados, carga de batería, fallo del sistema, etc.

## Instalación y funcionamiento.



*Precauciones: Instalar la sirena en un sitio protegido contra condiciones climáticas no adecuadas.*

### Conexiones.

<b>HOLD</b>	<b>BT</b>	<b>TG</b>	<b>RTN</b>
Fuente de alimentación	Batería	Activación	Retorno



**- Temporización para alarmas (altavoz y flash).**

La Temporización de la alarma puede ser programada mediante los puentes (jumpers) situados en la placa. La programación de fábrica es ALTERN y FLASHMEM activados.

<b>TEMPORIZACIÓN</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
ALTERN	1- El altavoz sonará y el flash se activará durante 1 minuto. 2- Se activa el flash durante 0,5 minutos. Este proceso se repite tres veces.
5S	El altavoz suena y el flash se activa durante 5 segundos.
3M	El altavoz suena y el flash se activa durante 3 minutos.
CONTS	El altavoz y el flash se activan continuamente
FLASHMEM	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>Quando la Temporización de la alarma haya llegado a su fin, el flash sigue funcionando hasta la cancelación de la alarma.</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>No se activa el flash al finalizar la Temporización de la alarma.</p> </div> </div>

**- Tampers de tapa y pared.**

La sirena permite definir como han de funcionar los tampers de tapa y pared. Puente RTN.

<b>RTN</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
 EXT	El altavoz y el flash se activan desde el panel de control, pero no desde los tamper.
 INT	El altavoz y el flash se activan desde el panel de control y también con los tamper.

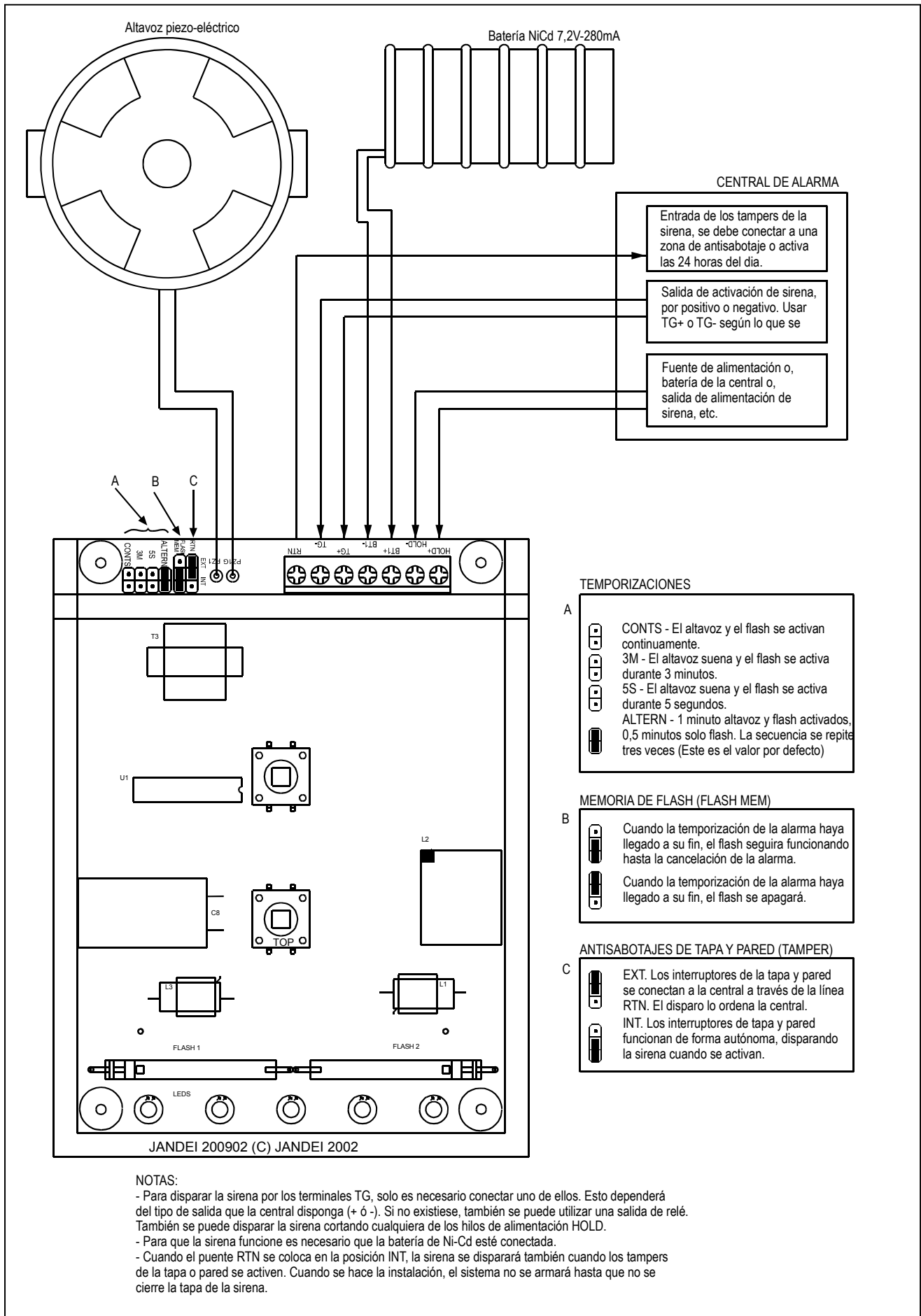
- Leds de estado.

<b>SISTEMA</b>	<b>ESTADO DE LOS LEDS</b>
Batería cargando	Los 2 leds de los extremos están intermitentes.
Fallo de sistema	Todos los leds están intermitentes.
Instalación OK	Todos los leds se encienden durante 5 segundos. Después pasa a Sistema-Listo
Sistema - Listo	Los leds alternan cada 0,5 segundos, deslizándose de un lado a otro.

## **Especificaciones técnicas.**

Alimentación	13,8 V DC
Rango recarga batería	13,8 - 15 V DC
Corriente de control	1 mA
Corriente en reposo	20 mA
Corriente en alarma	350 mA
Altavoz y flash activados por señal TG	TG- = 0 VDC TG+ = $\geq 10$ VDC
Señal de sirena	120dB(A)/1m -1700 a 3600 Hz con modulación de 2Hz.
Señal de flash	1 ciclo/segundo
Temperatura de trabajo	-25°C a +70°C
Dimensiones	359x260x80 mm

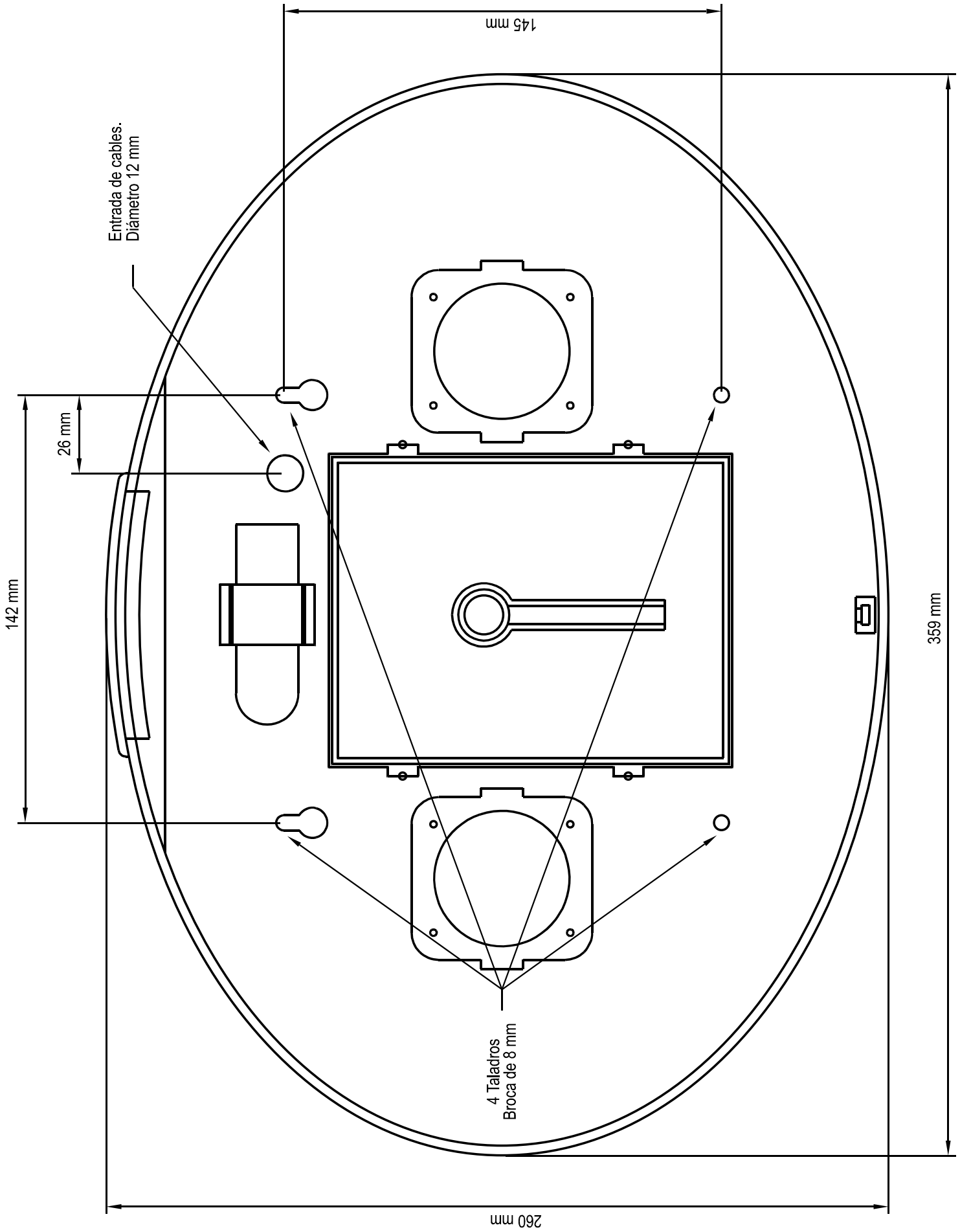
# Instalación



## NOTAS:

- Para disparar la sirena por los terminales TG, solo es necesario conectar uno de ellos. Esto dependerá del tipo de salida que la central disponga (+ ó -). Si no existiese, también se puede utilizar una salida de relé. También se puede disparar la sirena cortando cualquiera de los hilos de alimentación HOLD.
- Para que la sirena funcione es necesario que la batería de Ni-Cd esté conectada.
- Cuando el puente RTN se coloca en la posición INT, la sirena se disparará también cuando los tampers de la tapa o pared se activen. Cuando se hace la instalación, el sistema no se armará hasta que no se cierre la tapa de la sirena.

# Montaje



---

JANDEI, S.L.

Pol. Ind. Pocomaco, E28 - 15190 La Coruña - Spain

Tlf: +34 902 137335 Fax: +34 981 283492

[www.jandei.com](http://www.jandei.com) - [jandei@jandei.com](mailto:jandei@jandei.com)



# HERMES TCR-120

Manual técnico

## **1. INTRODUCCIÓN**

El HERMES es un completo equipo de telecontrol vía GSM para entornos industriales que permite controlar desde un teléfono GSM y mediante el servicio de mensajes cortos las incidencias en instalaciones remotas (estaciones de bombeo, sistemas de riego, repetidores, maquinas de vending, alarmas, etc.), de tal manera que al generarse una condición de alarma en el equipo monitorizado, el Hermes envía un mensaje corto con el texto descriptivo del tipo de alarma, la fecha y el nombre de la estación.

El HERMES también permite activar dispositivos remotamente para lo cual cuenta con un juego de salidas por relé que se pueden activar mediante el envío de un mensaje corto.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

El HERMES se presenta en una robusta caja para carril DIN, incorporando en una sola unidad ocho entradas digitales, cuatro salidas por relé, cuatro entradas analógicas para bucle 4/20mA, el terminal GSM y un puerto RS232.

El equipo es totalmente configurable vía SMS o mediante llamada de datos de modo que si una vez instalado se necesita cambiar la configuración, esto se puede llevar a cabo sin tener que desplazarse a la ubicación del equipo.

Es destacable su pequeño tamaño, bajo consumo y amplio rango de tensión de alimentación.



## 3. FUNCIONALIDAD

### 3.1 ALARMAS EN ENTRADAS DIGITALES

El HERMES está dotado de ocho entradas digitales, cuatro de ellas están galvánicamente aisladas (entradas 0 a 3), permitiendo la activación mediante cierre de contacto o aplicación de tensión según la configuración de los jumpers. Las entradas restantes (4 a 7) se activan por tensión con un rango de activación entre 5 y 30v.

La configuración permite definir los siguientes parámetros:

- Polaridad: establece si la alarma se disparara por cierre o por apertura de contacto.
- Persistencia: establece el tiempo que debe estar la entrada en el estado activo para que se dispare la alarma.
- Ciclos: establece el número de veces que se debe activar una entrada para que se dispare la alarma. Se puede establecer un periodo de tiempo máximo que permita medir un caudal excesivo, por ejemplo.
- Acción: establece la acción que llevara a cabo el equipo al dispararse la alarma, envió de SMS ó envió de SMS y llamada de voz.
- Reenvíos: establece si el equipo debe reenviar la alarma mientras la condición de alarma este presente.
- Texto: define el texto descriptivo de la alarma que será enviado en el mensaje corto.
- Ejecución automática de macros: permite configurar la ejecución automática de una macro al activarse y desactivarse la alarma permitiendo, por ejemplo, activar una salida cuando se dispara una alarma.

En la figura 1 se muestra la pantalla de configuración de alarmas del software de configuración a la que se accede mediante al boton "Alarmas 1" para los canales 0 a 3 y "Alarmas 2" para los canales 4 a 7.

De izquierda a derecha aparecen los parámetros:

#### **Lista desplegable modo de operación:**

- No Habil:** Alarma no habilitada.
- N.A.:** Alarma habilitada normalmente abierta. Se dispara por cierre de contacto o presencia de tensión (según jumper de configuración de entradas).
- N.C.:** Alarma habilitada normalmente cerrada. Se dispara por apertura de contacto o ausencia de tensión.
- Biestab.:** Alarma habilitada biestable. La alarma se dispara cuando la entrada queda fija en cualquier estado por un tiempo superior al de persistencia.

**Texto de alarma:**

Permite definir el texto descriptivo de la alarma que será enviado en el SMS.

**Casilla Ring:**

Habilita la notificación por llamada de voz y SMS de la alarma.

**Casilla Reenv:**

Habilita la función de reenvío de la alarma mientras persista la condición que la provocó.

La frecuencia de reenvíos y el número máximo se definen según los parámetros "Número de Reenvíos" y "Tiempo de reenvíos" (ver sección 3.11).

**Casilla Persist:**

Seleccionando esta casilla se puede establecer un tiempo de persistencia distinto del periodo por defecto de 1 segundo. El periodo de persistencia se expresa en segundos permitiendo un decimal. El periodo de tiempo de persistencia mínima es 0.1 segundos siendo el máximo de 3000 segundos.

**Casilla Ciclos:**

Habilita la función contador. La alarma se dispara únicamente cuando se cumpla el número de ciclos especificado. El número máximo de ciclos es 30000.

**Campo reset:**

Define el tiempo en segundos para que se reinicie el contador de ciclos. Si este parámetro toma el valor 0 se inhibe el reset del contador. El periodo máximo es de 30000 segundos. Una aplicación típica de esta funcionalidad es la detección de exceso de caudal consumido por unidad de tiempo.

**Lista desplegable "Macro sí activa":**

Permite especificar la ejecución automática de una macro de usuario (ver sección 3.9) cuando se activa la alarma.

**Lista desplegable "Macro no activa":**

Permite especificar la ejecución automática de una macro de usuario (ver sección 3.9) cuando se desactiva la alarma.

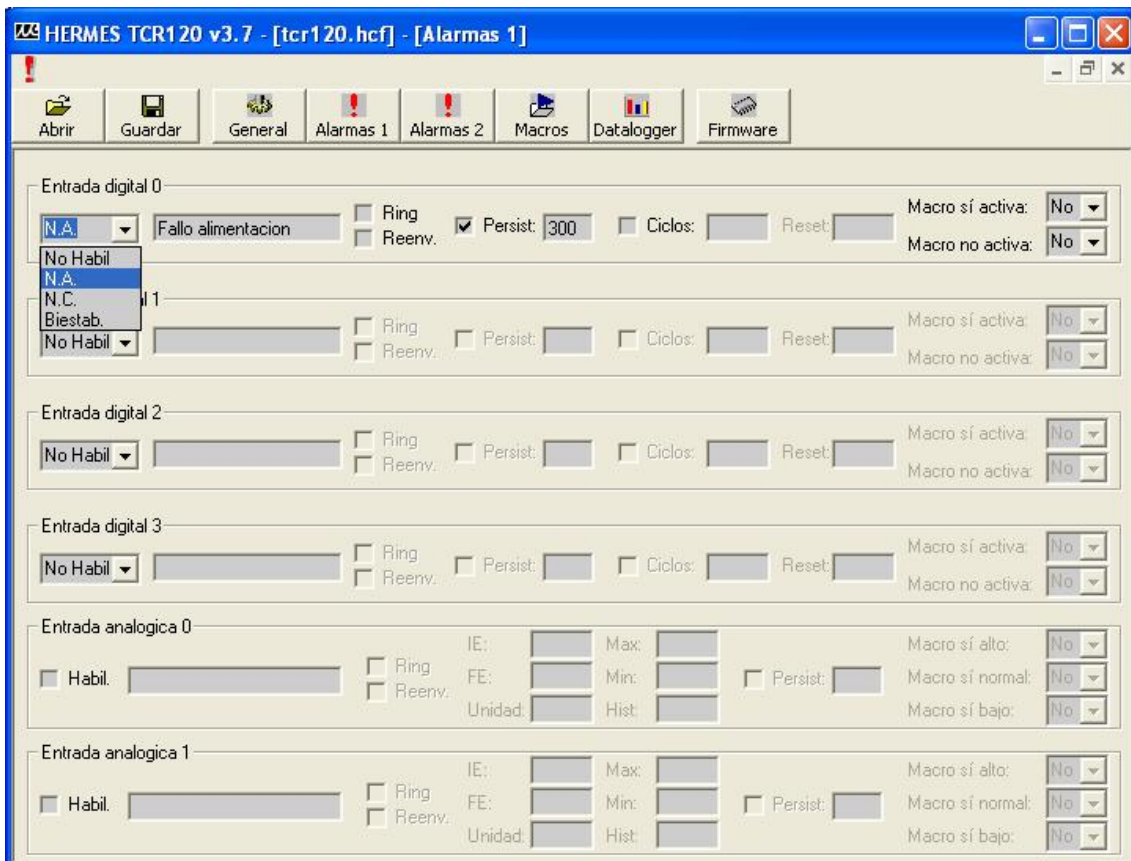


Fig. 1

### 3.2 ALARMAS EN ENTRADAS ANALOGICAS

El Hermes esta dotado de cuatro entradas analógicas para bucle 4/20mA. Dos de ellas están galvánicamente aisladas (canales 0 y 1) siendo las restantes (canales 2 y 3) entradas analógicas activas (alimentan al sensor) sin aislamiento. El Hermes permite la conversión a unidad de ingeniería de la magnitud medida.

La configuración permite definir los siguientes parámetros:

- Mínimo: valor mínimo por debajo del cual se genera la alarma.
- Máximo: valor máximo por encima del cual se genera la alarma.
- Histéresis: valor de la histéresis aplicable.
- Inicio escala: equivalencia a 4mA con la unidad de medida.
- Fondo escala: equivalencia a 20mA con la unidad de medida.
- Unidad: unidad en que se expresa la magnitud medida.
- Persistencia: establece el tiempo que debe estar la entrada fuera de rango para que se dispare la alarma.
- Acción: establece la acción que llevara a cabo el equipo al dispararse la alarma: envió de SMS ó envió de SMS y llamada de voz.

- Reenvíos: establece si el equipo debe reenviar la alarma mientras la condición de alarma está presente.
- Texto: establece el texto descriptivo de la alarma que será enviado en el mensaje corto.
- Ejecución automática de macros: permite configurar la ejecución automática de una macro al activarse y desactivarse la alarma permitiendo, por ejemplo, activar una salida cuando se dispara una alarma.

En la figura 2 se muestra la pantalla de configuración de alarmas del software de configuración a la que se accede mediante al boton "Alarmas 1" para los canales 0 a 1 y "Alarmas 2" para los canales 2 a 3.

De izquierda a derecha aparecen los parámetros:

**Casilla Habil.:**

Habilitación de la alarma.

**Texto de alarma:**

Permite establecer el texto descriptivo de la alarma que será enviado en el SMS.

**Casilla Ring:**

Habilita la notificación por llamada de voz y SMS de la alarma.

**Casilla Reenv:**

Habilita la función de reenvió de la alarma mientras persista la condición que la provocó. La frecuencia de reenvíos y el número máximo se definen según los parámetros "Número de Reenvíos" y "Tiempo de reenvíos" (ver sección 3.11).

**Campo de texto IE:**

Establece el valor de inicio de escala para la conversión a unidad de ingeniería, es decir, la equivalencia con la magnitud medida a 4mA en el bucle de corriente.

**Campo de texto FE:**

Establece el valor de fondo de escala para la conversión a unidad de ingeniería, es decir, la equivalencia con la magnitud medida a 20mA en el bucle de corriente.

**Campo de texto Unidad:**

Establece la unidad en que se expresa la magnitud medida.

**Campo de texto Max:**

Establece el valor máximo por encima del cual se dispara la alarma. Se expresa en la unidad de ingeniería.

**Campo de texto Min:**

Establece el valor mínimo por debajo del cual se dispara la alarma. Se expresa en la unidad de ingeniería.

**Campo de texto Hist:**

Establece el valor de la histéresis expresado en la unidad de ingeniería.

**Casilla Persist:**

Seleccionando esta casilla, se puede establecer un tiempo de persistencia distinto del periodo por defecto de 1 segundo. El periodo de persistencia se expresa en segundos. El periodo mínimo es 1 segundo, siendo el máximo de 3000 segundos.

**Lista desplegable "Macro sí alto":**

Permite especificar la ejecución automática de una macro de usuario (ver sección 3.9) cuando se activa la alarma por el límite superior.

**Lista desplegable "Macro sí bajo":**

Permite especificar la ejecución automática de una macro de usuario (ver sección 3.9) cuando se activa la alarma por el límite inferior.

**Lista desplegable "Macro sí normal":**

Permite especificar la ejecución automática de una macro de usuario (ver sección 3.9) cuando el valor de entrada esté dentro del margen nominal.

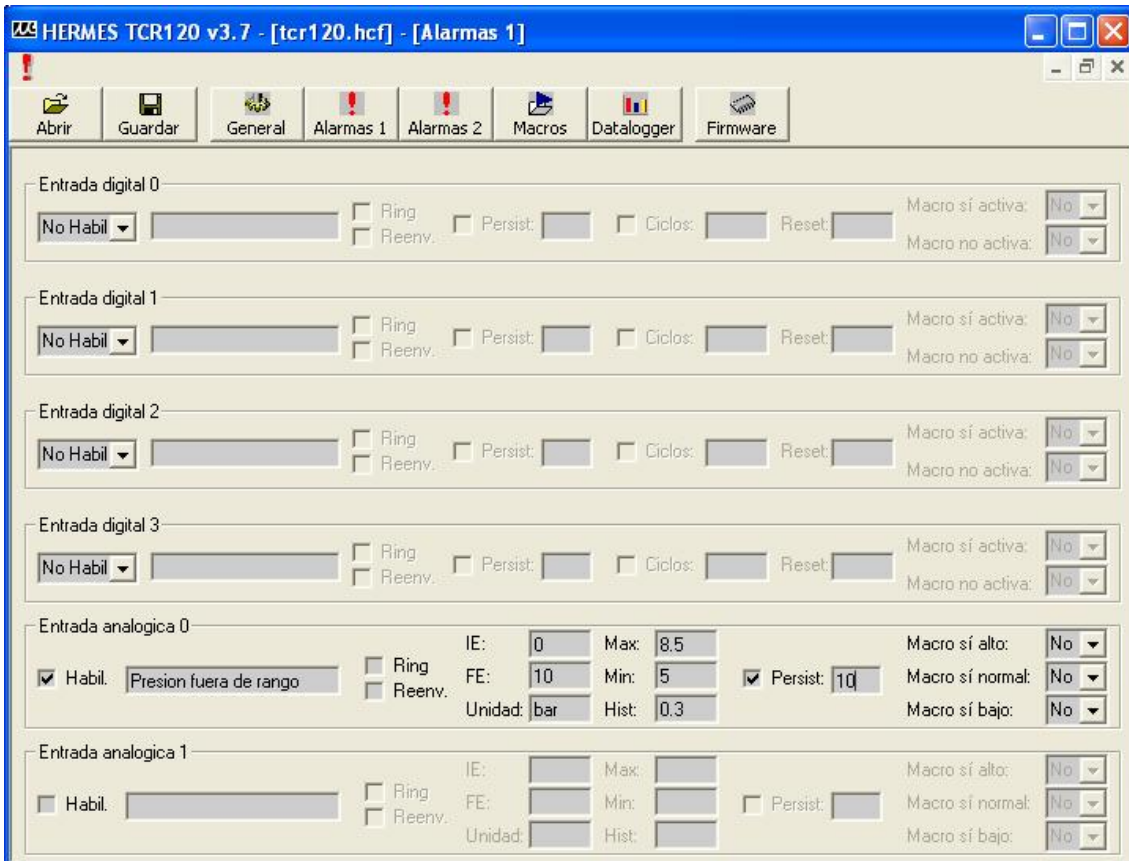


Fig. 2

### 3.3 SALIDAS DIGITALES

El HERMES esta dotado de cuatro salidas digitales por relé que se pueden activar en tres modos distintos mediante el envío de un mensaje corto (ver sección A.3.7):

- Activación por periodo indefinido: la salida queda indefinidamente en el valor indicado.
- Activación por tiempo: la salida toma el valor indicado durante el tiempo establecido, tras el cual retorna al estado en que estaba.
- Activación temporizada: la salida toma el valor indicado durante la franja horaria establecida.

Las salidas también se pueden activar como consecuencia de la ejecución de una macro automática.

### 3.4 FORMATO DE LOS MENSAJES DE ALARMA

Los mensajes de alarma enviados desde el HERMES tienen el siguiente formato:

Alarma digital:

**Texto particular de la alarma**

**Equipo: Nombre del equipo.**

**Mm/dd/aaaa hh:mm:ss**

Ejemplo para un equipo con nombre ACME y una alarma por fallo de alimentación ocurrido el 10 de septiembre de 2002 a las 11:55:20

**Fallo de alimentación**

**Equipo: ACME**

**10/9/2002 11:55:20**

Alarma analógica:

**Texto particular de la alarma**

**Valor=Valor en unidad de ingeniería (Alto/Bajo)**

**Equipo: Nombre del equipo.**

**Mm/dd/aaaa hh:mm:ss**

Ejemplo para un equipo con nombre ACME y una alarma por presión fuera del rango inferior ocurrido el 10 de septiembre de 2002 a las 11:55:20

**Presión fuera de rango**

**Valor=2.103bar (Bajo)**

**Equipo: ACME**

**10/9/2002 11:55:20**

Ejemplo para un equipo con nombre ACME y una alarma por presión fuera del rango superior ocurrido el 10 de septiembre de 2002 a las 11:55:20

**Presión fuera de rango**

**Valor=9.183bar (Alto)**

**Equipo: ACME**

**10/9/2002 11:55:20**

### 3.5 LLAMADAS DE VOZ

Según configuración el Hermes puede notificar las alarmas mediante la realización de una llamada de voz.

Esta opción es de particular interés para las alarmas mas criticas, dado que el timbre para las llamadas de voz es mas intenso que el de los mensajes cortos. En este modo de operación, el HERMES llama al teléfono especificado a intervalos de un minuto hasta que la llamada es contestada. Al descolgar la llamada se recibe una señal bitonal. Finalizada la llamada se recibirá un SMS con el texto descriptivo de la alarma en cuestión.

El HERMES también acepta llamadas entrantes mediante las cuales se puede consultar el estado de las alarmas sin gasto de la tarjeta insertada en el HERMES. A la recepción de una llamada, el HERMES contesta bien con una señal bitonal o bien con una señal intermitente de un solo tono según exista o no alguna condición de alarma.

### 3.6 LISTA DE TELEFONOS AUTORIZADOS

El HERMES sólo ejecuta comandos recibidos desde teléfonos en su lista interna de "teléfonos autorizados". Esta lista se compone de un máximo de ocho teléfonos configurables por el usuario. Podemos distinguir entre dos tipos de números de teléfono autorizado; aquellos que tienen permitido el cambio de configuración y la interrogación sobre el estado del equipo y los números de teléfono a los que además se enviaran los mensajes de alarma o cualquier otro mensaje generado espontáneamente por el equipo. Estos ultimo reciben el nombre de números prioritarios. Cada número prioritario tiene asociado un nivel de prioridad entre uno (máxima prioridad) y ocho (mínima prioridad) que establece el orden en que se envían los mensajes o las llamadas de voz cuando se genera una alarma. En el caso de las llamadas de voz, una vez que ha sido contestada una llamada, el equipo no sigue llamando al resto de teléfonos en su lista.

Los números prioritarios pueden tener asociada una mascara de entradas; esto significa que se puede configurar un numero de teléfono prioritario al que solo se le enviaran alarmas de las entradas descritas en la mascara.

Adicionalmente se puede asociar un nivel de privilegio a cada teléfono de la lista en tres estados:

**Administrador:** Teléfono que tiene autorizado los cambios de configuración, activación de salidas e interrogación de estado.

**U. Avanzado:** Teléfono que tiene autorizada la activación de las salidas y la interrogación de estado del equipo.

**Usuario:** Teléfono que únicamente tiene autorizado la interrogación de estado del equipo.



El nivel de privilegio no tiene ningún efecto en la recepción de alarmas. Todos los números prioritarios reciben las alarmas independientemente de su grado de privilegio.

En la figura 3 se muestra como dar de alta un teléfono desde el software de configuración. Para ello, desde la ventana "General", rellenamos el campo "teléfono" con el número deseado en formato internacional (+34 para números Españoles) y seleccionamos desde las listas desplegables, el privilegio y prioridad deseados. Si se quiere que el número configurado solo reciba las alarmas de determinadas entradas, se deben seleccionar, habilitando la mascara; de lo contrario no es necesario habilitar la mascara de alarmas. Por último se debe hacer clic en el botón "Añadir" con lo que el nuevo número pasará a la lista de autorizados.

Para borrar un teléfono basta con seleccionarlo de la lista y hacer clic en "Borrar".

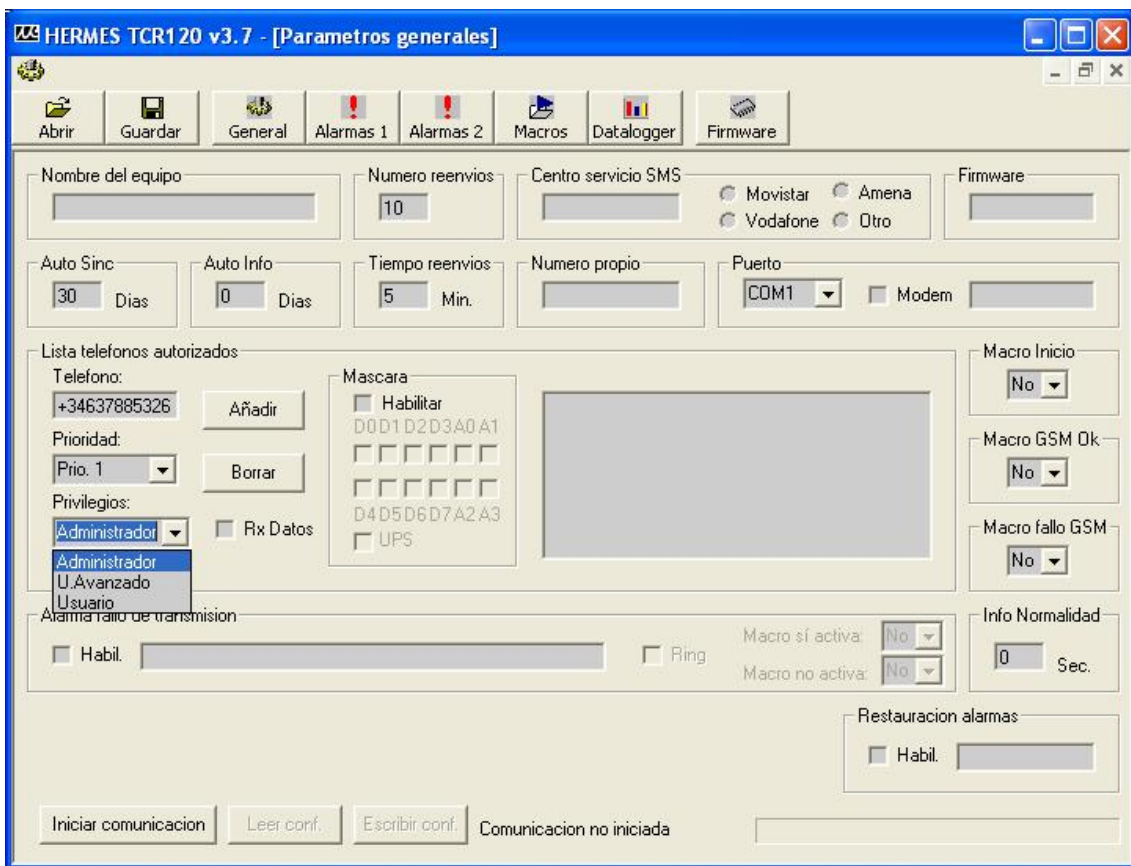


Fig. 3

### 3.7 GESTION DE MENSAJES

El HERMES cuenta con un buffer de 10 SMS, en donde éstos se almacenan en caso de que el sistema no pueda enviarlos, ya sea por falta de cobertura de GSM en el momento del envío, fallo en la red GSM o cualquier otro problema. Esta característica proporciona una gran fiabilidad al sistema, garantizando la entrega de los SMS.

### 3.8 LLAMADAS DE DATOS

El Hermes soporta la posibilidad de configuración remota mediante llamada de datos GSM. Para ello basta con conectar un MODEM GSM al puerto serie del ordenador y desde el software de configuración de Windows, habilitando la opción correspondiente, se configura el equipo del mismo modo que en la conexión directa por cable. El acceso al Hermes está protegido mediante una clave de cuatro cifras cuyo valor por defecto es 1234.

### 3.9 MACROS

El Hermes permite definir hasta 14 macros de usuario; es decir, comandos definidos por el usuario con una equivalencia al comando real del Hermes. Esta función puede ser de utilidad para la activación de las salidas; por ejemplo se puede definir una macro **iniciar riego** que resulta mas sencilla de recordar que el comando real **s0=1**. Otra aplicación sería la de crear una macro para conocer el saldo de una tarjeta prepago insertada en el Hermes. El comando real para conocer el saldo de una tarjeta prepago de Amena es **ussd=\*111#**; en este caso se puede crear una macro **saldo?** mas fácil de recordar.

En la figura 4 se muestra la pantalla de configuración de macros.

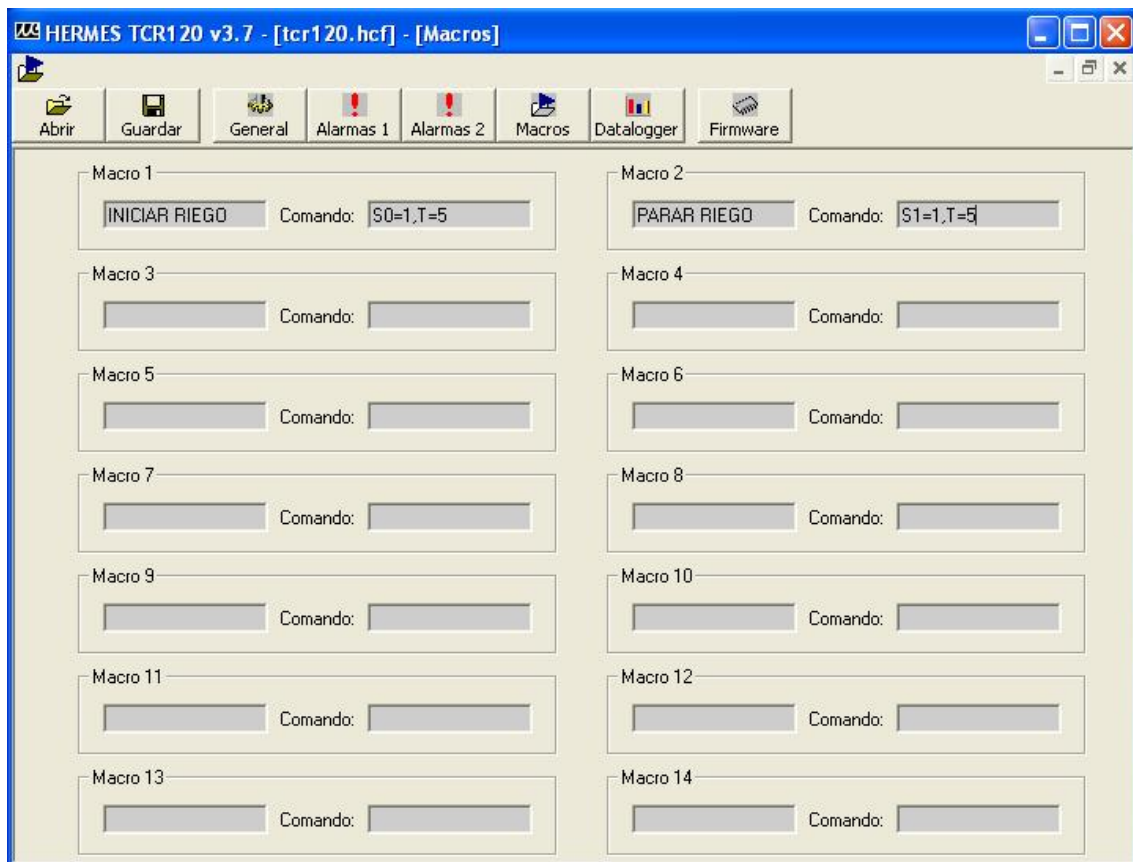


Fig. 4

El Hermes permite la ejecución automática de macros en función de sus entradas digitales y analógicas.

En la figura 5 se muestra la configuración de una alarma digital y otra analógica para ejecución automática de macros.

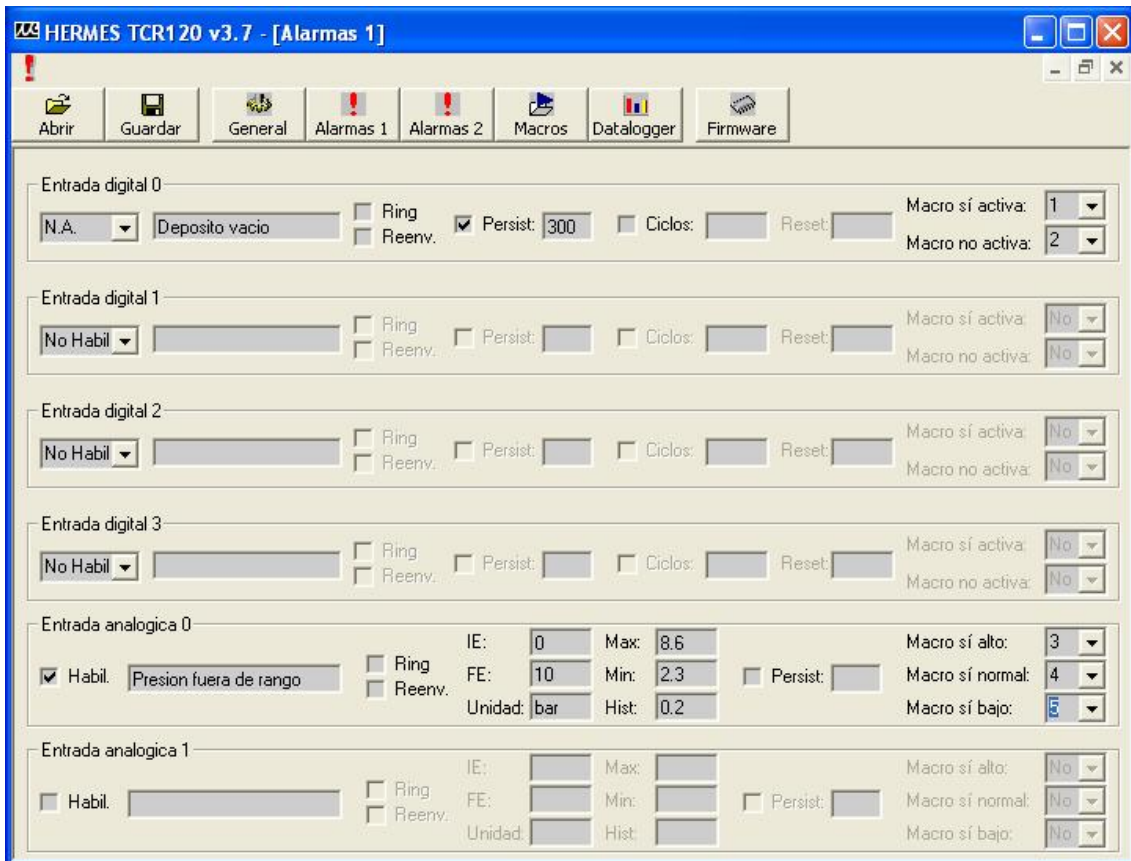


Fig. 5

En este ejemplo, cuando la entrada digital 0 se activa durante mas de 5 minutos (persist = 300 seg.), se enviara el mensaje de alarma "deposito vació" y se ejecutara automáticamente la macro numero 1. Cuando se desactive la entrada, se ejecutara la macro numero 2.

Igualmente cuando el valor de la entrada analógica 0 exceda los 8.6 bares, se enviara el mensaje de alarma "Presión fuera de rango" y se ejecutara la macro 3. Cuando el valor retorne a valores nominales (desde 2.3 bares a 8.6 bares), se ejecutará la macro 4 y si el valor baja de 2.3 bares, se enviará el mensaje de alarma y se ejecutará la macro 5.

Cuando se desee únicamente la ejecución automática de macros, sin envío de mensaje de alarma, se debe dejar el campo de texto de alarma vacío.

### 3.10 EJECUCION REMOTA DE COMANDOS

La función de ejecución remota de comandos permite la comunicación entre dos Hermes distantes en la que uno de ellos fuerza en el otro la ejecución de un comando, como podría ser, el cierre de una salida. Esta comunicación se implementa mediante llamada de datos GSM. Se ha preferido esta vía de comunicación sobre el SMS por resultar mas segura y rápida.

El procedimiento de comunicación comprende la realización de hasta tres reintentos con una espera de un minuto entre ellos. Si se agotan los reintentos sin éxito en la comunicación, se enviara el SMS de alarma de fallo de comunicación (ver sección 3.11).

Haciendo uso de esta función junto con la ejecución automática de macros, se puede implementar la transmisión remota de estados. Como ejemplo, se puede configurar un sistema en el que al cerrarse una de sus entradas digitales se provoque el cierre de una salida en un Hermes remoto. Mas información en sección A.3.29.

### 3.11 PARAMETROS DE CONFIGURACION GENERAL

En la figura 6 se muestra la pantalla de configuración de parámetros general.

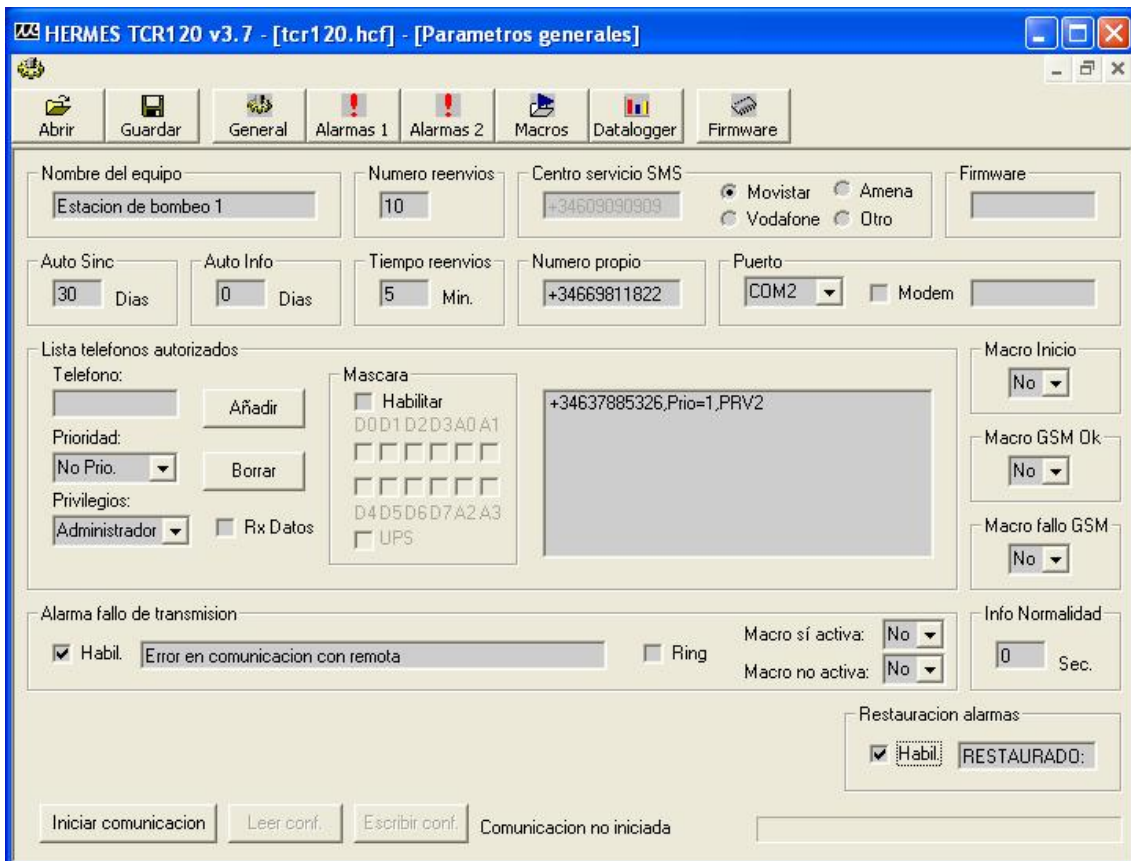


Fig. 6

De izquierda a derecha y de arriba a abajo encontramos:

**Nombre del equipo:**

Este campo de texto será enviado en cada SMS para que sea fácilmente reconocible por el usuario la procedencia del mismo.

**Número reenvíos:**

Establece el número máximo de veces que se reenviara una alarma con la casilla "Reenv." marcada.

**Centro servicio SMS:**

Establece el centro de servicio de SMS para la tarjeta SIM insertada en el Hermes.

**Firmware:** Cuando se ha establecido la conexión con el Hermes, muestra la versión de firmware.

**Auto Sinc:**

Establece el periodo en días para que el Hermes ejecute automáticamente el procedimiento de sincronización de la hora con la red GSM. Se recomienda un periodo de 30 días. Si este parámetro toma el valor 0 la hora no se sincroniza automáticamente. El procedimiento de sincronización de la hora requiere del envío de un SMS.

**Auto Info:**

Establece el periodo en días para que el Hermes envíe automáticamente un mensaje de información de estado a todos los números prioritarios. Si toma el valor 0 nunca se envía el mensaje de información automático.

El mensaje se envía siempre a las 12:00 según el reloj de Hermes.

**Tiempo reenvíos:**

Establece el tiempo entre reenvíos de alarma en las alarmas con la casilla "Reenv." marcada.

**Numero propio:**

Debe contener el número de teléfono de la tarjeta SIM insertada en el Hermes. Es necesario para el procedimiento de sincronización del reloj en tiempo real. El número se debe introducir en formato internacional (con +34 delante para números Españoles) con la única excepción de tarjetas SIM pertenecientes a programas de numeración corporativos en cuyo caso se debe introducir el numero corto.

**Puerto:**

Establece el puerto que se usara para la comunicación con el Hermes. En caso de que se vaya a conectar con Hermes mediante llamada de datos, se debe seleccionar la casilla

“MODEM” e introducir en el cuadro de texto adjunto el numero de teléfono del Hermes que se quiere configurar.

**Lista de teléfonos autorizados:**

Ver sección 3.6.

**Macro inicio:**

Permite seleccionar una macro que se ejecutará cada vez que el equipo se reinicie.

**Macro GSM Ok:**

Permite seleccionar una macro que se ejecutara cuando se recupere la señal GSM tras una perdida.

**Macro fallo GSM:**

Permite seleccionar una macro que se ejecutará cuando se pierda la señal GSM. Junto con la macro GSM Ok permite actuar sobre una salida cuando el equipo no este registrado en la red GSM, de utilidad para sistemas redundantes o como alarma local.

**Alarma fallo de transmisión:**

Permite configurar la alarma de fallo de transmisión de estado a un Hermes remoto (Ver comando RCOM en sección A.3.29).

**Info Normalidad:**

Permite definir el tiempo en segundos desde que desapareció la ultima alarma, para que se envíe el mensaje de informe de estado (Ver A.3.17) indicando que el sistema ha vuelto a la normalidad (ninguna alarma activa). Si toma el valor 0, se inhibe el mensaje de vuelta a la normalidad.

**Restauración alarmas:**

Habilita el mensaje de restauración de alarmas. Cada vez que una alarma pase al estado inactivo, se enviara el mensaje de alarma añadiéndole delante el texto configurado en el cuadro de texto adjunto. Un ejemplo: si se ha disparado una alarma con texto **fallo de alimentación** y en restauración de alarmas se ha configurado **Restaurado**, al desaparecer la alarma, se enviaría el texto **“Restaurado fallo de alimentación”**.

**Botón Iniciar comunicación:**

Inicia la comunicación con el equipo Hermes conectado localmente o por llamada de datos si esta seleccionada la casilla Modem.

**Botón Leer Conf.:**

Lee la configuración del Hermes conectado.

### Botón Escribir Conf.:

Escribe en el Hermes conectado la configuración cargada en los formularios.

## 4. APLICACIONES

### 4.1 SISTEMA DE BOMBEO

En este ejemplo de aplicación se describe un sistema de bombeo compuesto por dos Hermes; uno en el deposito y otro en la sala de bombas. La transmisión del nivel de deposito se implementa sin hilos, utilizando la función de transmisión de estados del Hermes (ver comando RCOM en sección A.3.29).

#### Hermes instalado en el deposito:

Este Hermes mide el nivel del deposito mediante una sonda analógica conectada a la entrada analógica 2. Tiene configurada la ejecución de la macro 1 cuando el nivel pasa de 6 metros (parada del bombeo) y la macro 2 cuando el nivel baja de 4 metros (arranque del bombeo). El parámetro de persistencia toma el valor de un minuto para evitar falsos disparos. En la figura 7 se muestra la configuración de entradas correspondiente.

HERMES TCR120 v3.7 - [Alarmas 2]

Abrir Guardar General Alarmas 1 Alarmas 2 Macros Datalogger Firmware

Entrada digital 4  
No Habil. Ring Reenv. Persist: Ciclos: Reset: Macro sí activa: No Macro no activa: No

Entrada digital 5  
No Habil. Ring Reenv. Persist: Ciclos: Reset: Macro sí activa: No Macro no activa: No

Entrada digital 6  
No Habil. Ring Reenv. Persist: Ciclos: Reset: Macro sí activa: No Macro no activa: No

Entrada digital 7  
No Habil. Ring Reenv. Persist: Ciclos: Reset: Macro sí activa: No Macro no activa: No

Entrada analogica 2  
Habil. Ring Reenv. IE: 0 Max: 6 FE: 10 Min: 4 Unidad: metros Hist: 0.2 Persist: 60 Macro sí alto: 1 Macro sí normal: No Macro sí bajo: 2

Entrada analogica 3  
Habil. Ring Reenv. IE: Max: FE: Min: Unidad: Hist: Persist: Macro sí alto: No Macro sí normal: No Macro sí bajo: No

Fig. 7

La macro 1 toma los parámetros:

Nombre de la macro: **Arranque**

Comando: **rcom='s0=1',dest=+34637885326,pw=1234**

Esta macro ejecuta en el Hermes remoto, con número de teléfono +34637885326 y clave de acceso 1234, el comando S0=1 (cerrar rele salida 0, encender el bombeo).

La macro 2 toma los parámetros:

Nombre de la macro: **Paro**

Comando: **rcom='s0=0',dest=+34637885326,pw=1234**

Esta macro ejecuta en el Hermes remoto, con numero de teléfono +34637885326 y clave de acceso 1234, el comando S0=0 (abrir rele salida 0, parar el bombeo).

#### **Hermes instalado en sala de bombas:**

Este Hermes, además de ejecutar el encendido / apagado del bombeo según lo recibido desde el Hermes en el deposito, gestiona las siguientes alarmas de la sala de bombas:

- Fallo de red; entrada digital 0 desde fuente de alimentación ininterrumpida UPS1212. Configurada para que se dispare si el fallo dura mas de 2 minutos.
- Fallo variador; entrada digital 1 desde el variador. Configurada para que se dispare si el fallo dura mas de 10 segundos.
- Intrusión; entrada digital 2 desde el sistema de alarma. Configurada para que se dispare de inmediato.
- Exceso de caudal; entrada digital 3 desde caudalimetro de pulsos. Configurada para que se dispare si hay mas de 100 pulsos del caudalimetro en 30 minutos (1800 segundos).
- Fallo presión de agua; entrada analógica 0 desde sonda de presión. Se dispara si la presión excede de 8.5 bar o es inferior a 4 bar.
- Contenido de cloro fuera de rango; entrada analógica 1 desde sonda de cloro. Se dispara si el contenido de cloro excede 0.6 ppm es inferior a 0.4 ppm.

En la figura 8 se muestra la configuración de alarmas.



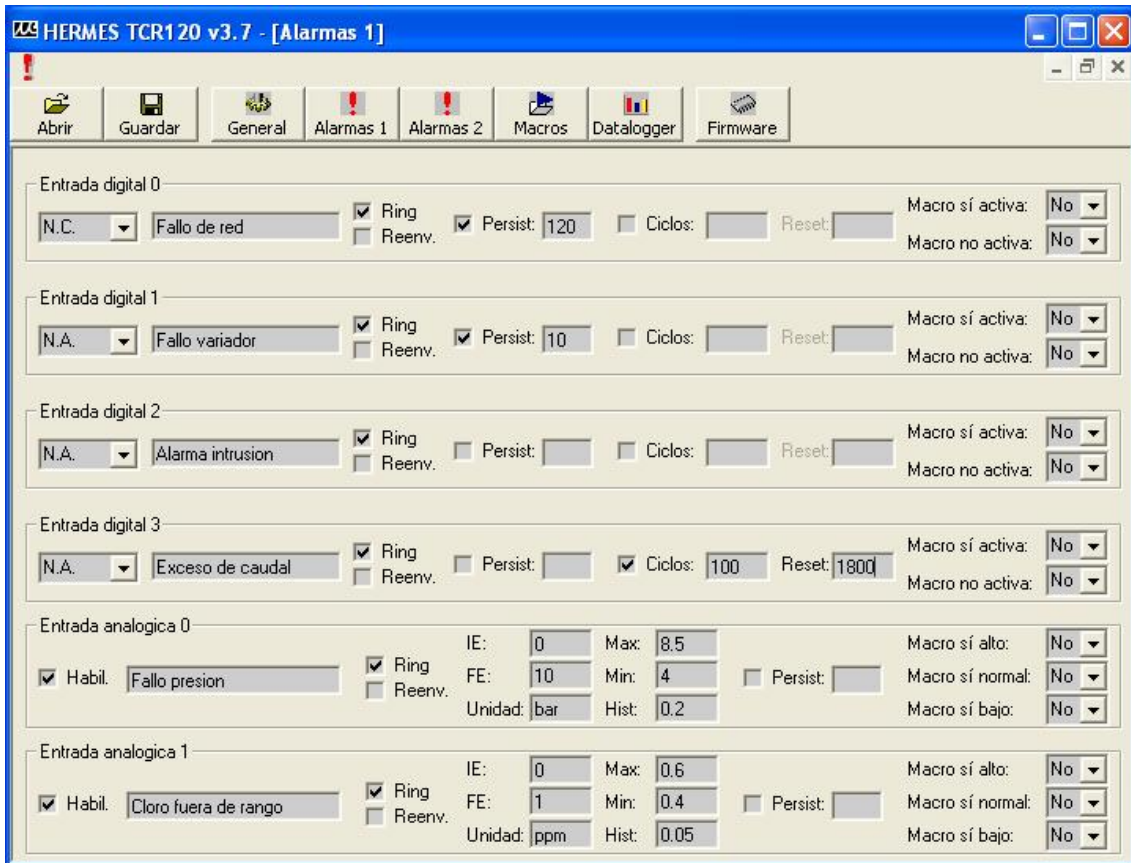


Fig. 8

#### 4.2 ENCENDIDO REMOTO DE SISTEMA DE RIEGO CON DETECCION DE PARADA

En este ejemplo se describe un sistema de encendido remoto de un sistema de riego con bomba accionada por motor diesel, en la que se detecta, por un lado, la parada del motor mediante la medida de la presión de aceite y, por otro, la falta de presión de agua en la acometida.

La configuración del sistema es la siguiente:

- Salida 0; activa el arranque del motor diesel.
- Salida 1; activa el paro del motor.
- Entrada digital 0; presostato de aceite motor.
- Entrada analógica 0; mide presión de agua en la acometida.

En la figura 9 se muestra la configuración de alarmas.

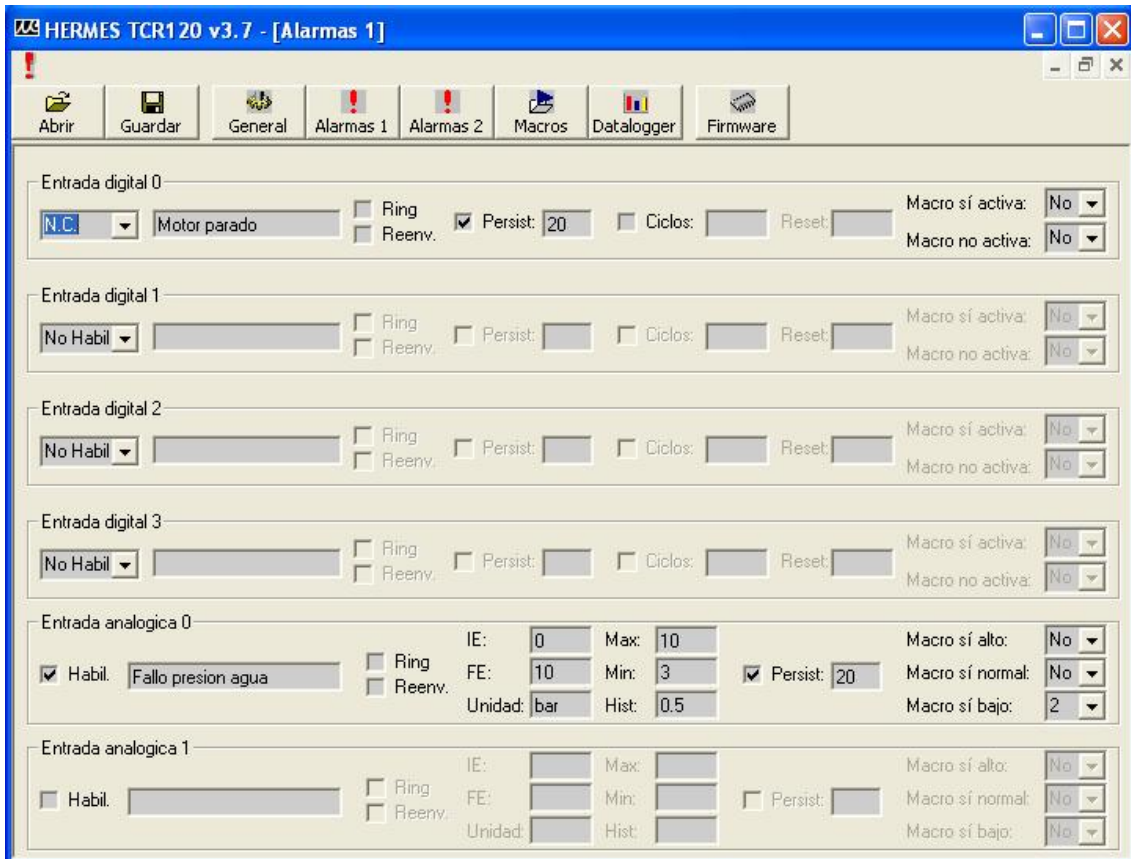


Fig. 9

En este sistema se han configurado dos macros que enviara el usuario desde su móvil personal para controlar el sistema:

#### Macro 1

Nombre de la macro: **Iniciar riego**

Comando: **s0=1,t=10;ed0=1;ea0=1**

Esta macro activa la salida 0 durante 10 segundos (arranque motor), al mismo tiempo habilita la alarma de detección de motor parado (ed0=1) y la de fallo de presión de agua (ea0=1).

#### Macro 2

Nombre de la macro: **Parar riego**

Comando: **s1=1,t=10;ed0=0;ea0=0**

Esta macro activa la salida 1 durante 10 segundos (paro motor), al mismo tiempo inhibe la alarma de detección de motor parado (ed0=0) y la de fallo de presión de agua (ea0=0).

Merece especial atención la configuración de la entrada analógica ya que además de notificar la alarma de fallo de presión al usuario, ejecuta automáticamente la macro 2 parando de este modo el motor ante la falta de presión de agua.

## 5. DATALOGGER

La función datalogger permite hacer registros temporizados del valor de las entradas analógicas y entradas digitales 0 a 3 en las que se ha implementado un contador de 16 bits para medida de caudal. Además de hacer registros temporizados, el Hermes tiene la capacidad de generar registros adicionales cuando el valor de una entrada analógica sale del rango especificado o cuando se activa una entrada digital.

El registro se almacena en memoria flash no volátil siendo la profundidad del histórico de 1000 registros. La descarga del histórico generado se hace mediante llamada de datos GSM. Consulte con su distribuidor las opciones para la explotación de estos datos en un PC.

En la figura 10 se muestra la pantalla de configuración de la función datalogger.

### Recuadro parámetros de grabación de histórico:

#### **Tiempo entre registros:**

Define el tiempo en segundos entre registros de histórico.

#### **Registrar alarmas en canales:**

Permite definir los canales en los que se registrarán alarmas cuando se excedan los valores de consigna en el caso de las alarmas analógicas.

### Recuadro entradas digitales:

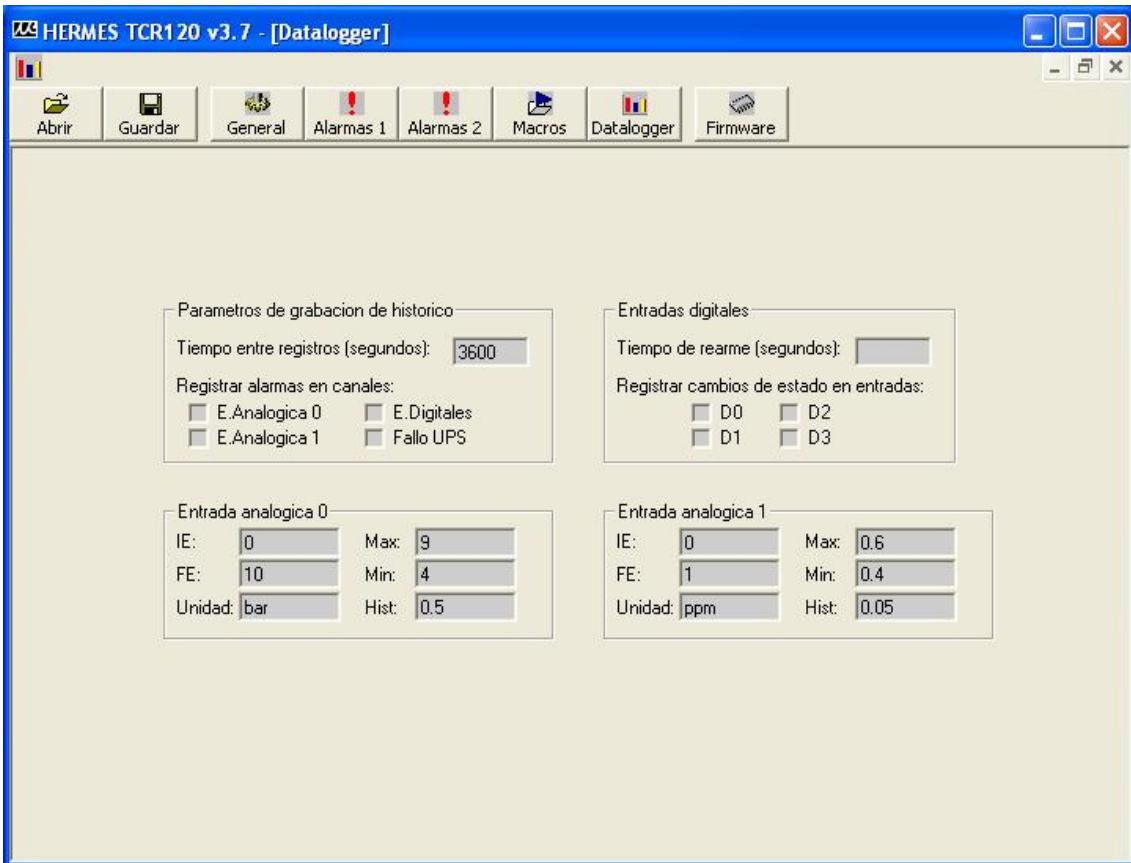
¡OJO! Si se desea registrar cambios en las entradas digitales hay que seleccionar la casilla "E.Digitales" en el recuadro Parámetros de grabación de histórico.

#### **Tiempo de rearme:**

Tiempo de rearme en segundos para registro de alarmas por cambio de estado en entradas digitales.

### Recuadro entrada analógica 0 y 1:

Establece los parámetros de conversión a unidad de ingeniería y la consigna para las funciones de datalogger. Estos parámetros son totalmente independientes de los parámetros de alarmas SMS.



## 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Alimentación</b>	<b>9 a 30V</b>
<b>Consumo a 12V</b>	<b>20mA + 20mA por rele activo. Máx. con GSM en Tx 300mA</b>
<b>Procesador</b>	<b>8051 a 11.0592MHz</b>
<b>RAM</b>	<b>8KB</b>
<b>FLASH</b>	<b>160KB</b>
<b>EEPROM</b>	<b>8KB</b>
<b>Tamaño</b>	<b>105 x 90 x 70</b>
<b>Peso</b>	<b>250g</b>
<b>Firmware</b>	<b>Multitarea protegido por Watchdog</b>
<b>GSM</b>	<b>Wavecom WISMO Q2400</b>
<b>Temperatura de operación</b>	<b>-10°C a +60°C</b>
<b>Humedad</b>	<b>5 a 95% R.H. sin condensación</b>

### 6.2 CARACTERÍSTICAS HISTORICO

<b>Profundidad de histórico</b>	<b>1000 registros</b>
<b>Memoria de histórico</b>	<b>24KB Flash (no volátil)</b>
<b>Contadores en entradas digitales</b>	<b>16 bits</b>

### 6.3 ENTRADAS / SALIDAS

Tipo	Numero	Descripción
Entrada digital optoacoplada	4	Entrada optoacoplada, activación por cierre de contacto o tensión según configuración de los jumper. Rango de tensión de 5 a 30v. Impedancia de entrada 2K.
Entrada digital no aislada	4	Entrada digital sin aislamiento galvanico, protegida contra transitorios. Rango de tensión 5 a 30v. Impedancia de entrada 2K.
Entrada analógica galvanicamente aislada	2	Entrada galvanicamente aislada para bucle 4-20mA Protegida contra transitorios. Resolución 12bits Precisión 0.5% Aislamiento mejor que 1KV. Caída máxima a 20mA 5,5V
Entrada analógica no aislada	2	Entrada analógica activa para bucle 4-20mA. Protegida contra transitorios. Resolución 12bits Precisión 0.1% Tensión mínima a 20mA en el bucle 5V menos que tensión de alimentación.
Salida digital	4	Salida por rele libre de potencial. Intensidad máxima 5A, tensión máxima 250VAC.
RS232	1	Puerto de comunicación para configuración del equipo.

### 7. REFERENCIA DE PEDIDO

Referencia	8 Entradas digitales	4 entradas analógicas
TCR120-1	•	
TCR120-3	•	•

## APÉNDICE A

### DESCRIPCIÓN DE COMANDOS

#### A.1 ESTRUCTURA DE LOS COMANDOS

Los comandos se componen de una palabra clave y opcionalmente una igualdad y una lista de modificadores separados por comas:

**PalabraClave**=*Igualdad,modificador1,modificador2,....,modificador n*

Ejemplo:

**+alm0=Fallo de alimentacion,nc,p=100,c=10,ring**

En este ejemplo la palabra clave es **+alm0**, que indica establecer una alarma en la entrada digital 0, la igualdad es **Fallo de alimentación**, y el resto son modificadores.

En este manual los modificadores **opcionales** de los comandos se escribirán en cursiva.

Los comandos se pueden encadenar, es decir se pueden enviar varios comandos en un solo SMS (tantos como permita el máximo de caracteres por SMS que es de 160). Para ello deben estar separados por punto y coma.

Se pueden usar indistintamente mayúsculas y minúsculas en todos los comandos.

Ejemplo de lista de comandos valida:

**+alm0=Fallo de alimentacion,nc,p=100,c=10,ring;s0=1,t=10,c=10;id=Hermes**

Cada comando correcto recibido por el Hermes es enviado de vuelta hacia el remitente del mensaje como acuse de recibo. Si el comando no es correcto se enviara un mensaje indicando el error.

#### A.2 GLOSARIO

- NúmeroTeléfono: Número de teléfono en formato internacional. En España hay que poner +34 delante del numero. Ej: +34656729040
- Prioridad: Identifica un número de teléfono de la lista de teléfonos autorizados como prioritario. El rango valido comprende desde 1 (máxima prioridad) hasta 8 (mínima prioridad).
- Mascara: Establece para los numero de teléfono prioritarios que entradas generaran la notificación de alarma ha dicho numero. Los parámetros validos son desde D0 a

D7 para las entradas digitales 0 a 7 y A0 a A3 para las entradas analógicas 0 a 3. Si el parámetro no está presente se notificarán las alarmas de todas las entradas.

- Privilegio: Grado de privilegio de los teléfonos autorizados, PRV2 → Administrador, PRV1 → usuario avanzado, PRV0 → Usuario.
- identificador: Cadena de texto de hasta 50 caracteres que identifica al equipo.
- AlmText: Cadena de texto de hasta 80 caracteres que identifica la alarma.
- Macro: Numero de macro entre 1 y 14.
- x: Numero de entrada o salida, entre 0 y 7 para entradas / salidas digitales y 0 o 3 para las entradas analógicas.
- y: Valor a establecer en la salida, 1 = Cierre de contacto, 0 = Apertura de contacto.
- s: Estado de las entradas o salidas, 1 = Entrada / Salida activa, 0 = Entrada / Salida inactiva.
- e: Habilitar/inhibir alarmas, 0 inhibe, 1 habilita.

## A.3 COMANDOS

### A.3.1 CONFIGURACION DEL CENTRO DE SERVICIO DE MENSAJES CORTOS

Permite establecer el número del centro de servicio de mensajes cortos.

Por defecto el equipo reconoce automáticamente la red en que está registrado y aplica el número adecuado para las operadoras nacionales Vodafone, Movistar y Amena. No obstante conviene configurar explícitamente este parámetro.

**CSM= NumeroTelefono**

Ejemplo para Vodafone:

**CSM= +34607003110**

Los números para las operadoras nacionales son:

Vodafone: +34607003110

Movistar: +34609090909

Amena: +34656000311

### A.3.2 CONFIGURACION DE NUMEROS AUTORIZADOS

Este comando añade un número a la lista de teléfonos autorizados. La lista de teléfonos autorizados puede contener hasta 8 números distintos.

**+TLF=NumeroTelefono, Prio=Prioridad, Privilegio, Mascara**



Ejemplo para configurar el numero +34656729040 como autorizado:

**+TLF=+34656729040**

Ejemplo para configurar el numero +34656729040 como numero prioritario de prioridad 1 al que solo le deben ser notificadas alarmas de las entradas digitales 0, 2 y 3 con privilegio administrador:

**+TLF=+34656729040,prio=1,PRV2,d0,d2,d3**

### **A.3.3 BORRAR UN NUMERO DE LA LISTA DE AUTORIZADOS**

**-TLF=NumeroTelefono**

### **A.3.4 PEDIR LA LISTA DE TELEFONOS AUTORIZADOS**

Como respuesta a este comando HERMES envía un mensaje con la lista de teléfonos autorizados que tiene memorizada.

**TLF?**

### **A.3.5 ESTABLECER EL NUMERO DE TELEFONO PROPIO**

Este comando establece el numero de teléfono propio de la tarjeta SIM insertada en el HERMES. Es necesario para el procedimiento de sincronización del reloj en tiempo real con la red GSM.

**PTLF=NumeroTelefono**

### **A.3.6 ESTABLECER EL IDENTIFICADOR DEL EQUIPO**

Establece el nombre o identificador del equipo. El identificador se envía en cada SMS con el propósito de que la procedencia del mismo sea fácilmente reconocible por el usuario y normalmente hace referencia a la localización en que esta instalado.

**ID=Identificador**

Ejemplo para identificador ACME:

**ID=ACME**

### A.3.7 ACTIVAR SALIDAS DIGITALES

Permite establecer el estado de las salidas digitales en tres modalidades distintas.

Activación por tiempo indefinido:

**Sx=y, T=t**

Ejemplo para cerrar el contacto de la salida numero 2:

**S2=1**

Activación por tiempo definido:

**Sx=y, T=t**

Ejemplo para cerrar el contacto de la salida numero 0 durante 10 segundos:

**S0=1,T=10**

Opcionalmente se puede definir que la salida repita la temporizacion intermitentemente durante el numero de ciclos que deseemos.

Ejemplo para 10 ciclos de cierre / apertura de la salida 1 en periodos de 5 segundos:

**S0=1,T=5,C=10**

Activación por franja horaria:

**Sx=y,I=Hora,F=Hora**

Ejemplo para cierre del contacto en la salida 0 entre las 12:35 y las 16:00:

**S0=1,I=12:35,F=16:00**

### A.3.8 ESTABLECER ALARMAS EN ENTRADAS DIGITALES

Este comando configura las alarmas en las entradas digitales.

**+ALMx=AlmText,nc,r,p=Persistencia,c=Ciclos,rst=Segundos,ring,macrot=Macro,  
macrof=Macro**

Modificadores:

NC: Indica que la entrada es normalmente cerrada, es decir la alarma se generara a la apertura de los contactos o cuando deje de aplicarse tensión según el estado de los jumper.

P: Establece la persistencia de la entrada en incrementos de 1/10s. El rango valido comprende desde 1 a 65535. El valor por defecto es 10 (1 segundo).

C: Establece el numero de ciclos tras el que se activara la alarma.

Rst: Establece el tiempo en segundos para reiniciar el contador de ciclos.

R: Indica que se deben hacer reenvíos de esta alarma.

Ring: Indica que esta alarma debe ser notificada mediante llamada de voz además de por SMS.

Macrot: Macro a ejecutar automáticamente cuando la macro se activa.

Macrof: Macro a ejecutar automáticamente cuando la macro se desactiva.

Ejemplo para alarma en la entrada digital 0 con texto "Fallo de alimentación", persistencia 2 minutos y ejecución automática de la macro 1 cuando se activa y macro 2 cuando se desactiva:

**+alm0=Fallo de alimentación,p=120,macrot=1,macrof=2**

### **A.3.9 ESTABLECER ALARMAS EN ENTRADAS ANALOGICAS**

Este comando configura las alarmas en las entradas analógicas.

**+ADALMx=AlmText,ie=v,fe=v,un=unidad,min=v,max=v,hist=v,r,p=Persistencia,ring,macroh=Macro,macrol=Macro,macron=Macro**

Modificadores:

IE: Inicio de escala para la conversión.

FE: Fondo de escala para la conversión.

UN: Unidad en que se expresa la medida.

Min: Valor mínimo por debajo del cual se generara la alarma (con la conversión aplicada).

Max: Valor máximo por encima del cual se generara la alarma (con la conversión aplicada).

Hist: Valor de la histéresis (con la conversión aplicada).

Macroh: Macro a ejecutar cuando se supera el valor de consigna superior.

Macrol: Macro a ejecutar cuando se supera el valor de consigna superior.

Macron: Macro a ejecutar cuando se supera el valor de consigna inferior.

Macron: Macro a ejecutar cuando se retorna a valores nominales.

Resto de modificadores mismo significado que en A.3.8.

Ejemplo para alarma en entrada analógica 1 con texto **Presión fuera de rango**, inicio de escala **1**, fin de escala **10**, unidad **Bares**, valor mínimo **4 bares**, valor máximo **6 bares**, histéresis **0.5 bares**.

**+ADALM1=Presión fuera de rango, ie=1,fe=10,un=Bares,max=6,min=4,hist=0.5**

#### **A.3.10 BORRAR ALARMA DIGITAL**

Permite desactivar una alarma digital.

**-ALMx**

#### **A.3.11 BORRAR ALARMA ANALOGICA**

Permite desactivar una alarma analógica.

**-ADALMx**

#### **A.3.12 HABILITAR / INHIBIR ALARMA DIGITAL**

Permite inhibir ó habilitar una alarma digital sin tener que reconfigurarla.

**EDx=e**

**¡ATENCIÓN!** Este parámetro no se guarda en memoria persistente, las alarmas siempre quedan habilitadas cuando se reinicia el equipo.

#### **A.3.13 HABILITAR / INHIBIR ALARMA ANALOGICA**

Permite inhibir ó habilitar una alarma analógica sin tener que reconfigurarla.

**EAx=e**

**¡ATENCIÓN!** Este parámetro no se guarda en memoria persistente, las alarmas siempre quedan habilitadas cuando se reinicia el equipo.

### A.3.14 PETICION DE INFORMACIÓN

Comando de interrogación acerca del estado del equipo.

#### INFO?

El Hermes responde con dos mensajes:

##### MENSAJE 1:

<b>TCR120 vx.xx</b>	Indica versión del firmware.
<b>E0=s E1=s E2=s E3=s</b>	Indica el estado de las entradas.
<b>S0=s S1=s S2=s S3=s</b>	Indica el estado de las salidas.
<b>A0=v A1=v</b>	Indica el valor de las entradas analógicas.
<b>GSM=rssi%</b>	Indica la intensidad de la señal recibida por el GSM.

Y el texto:

**No hay alarmas activas**

O bien:

**Hay alarmas activas.**

Por ultimo:

**Equipo: Nombre del equipo**  
**Año/Mes/Día Hora:Min:Seg** Hora en que se envió el mensaje

##### MENSAJE 2:

<b>TCR120 vx.xx</b>	Indica versión del firmware.
<b>E4=s E5=s E6=s E7=s</b>	Indica el estado de las entradas.
<b>A2=v A3=v</b>	Indica el valor de las entradas analógicas.
<b>Equipo: Nombre del equipo</b> <b>Año/Mes/Día Hora:Min:Seg</b>	Hora en que se envió el mensaje

En el caso de que haya alarmas activas son enviadas tras los mensajes de información.

### A.3.15 PETICION DE INFORMACIÓN GRUPO DE CANALES 1

Comando de interrogación acerca del estado del equipo, canales digitales 0 a 3 y analógicos 0 y 1.

#### INFO1?

Hermes responde con un mensaje con formato:

<b>TCR120 vx.xx</b>	Indica versión del firmware.
<b>E0=s E1=s E2=s E3=s</b>	Indica el estado de las entradas.
<b>S0=s S1=s S2=s S3=s</b>	Indica el estado de las salidas.
<b>A0=v A1=v</b>	Indica el valor de las entradas analógicas.
<b>GSM=rssi%</b>	Indica la intensidad de la señal recibida por el GSM.

Y el texto:

**No hay alarmas activas**

O bien:

**Hay alarmas activas.**

Por ultimo:

**Equipo: Nombre del equipo**

**Año/Mes/Día Hora:Min:Seg** Hora en que se envió el mensaje

En el caso de que haya alarmas activas son enviadas tras el mensaje de información.

### A.3.16 PETICION DE INFORMACIÓN GRUPO DE CANALES 2

Comando de interrogación acerca del estado del equipo, canales digitales 4 a 7 y analógicos 2 y 3.

#### INFO2?

Hermes responde con un mensaje con formato:

<b>TCR120 vx.xx</b>	Indica versión del firmware.
---------------------	------------------------------

**E4=s E5=s E6=s E7=s**  
**A2=v A3=v**

Indica el estado de las entradas.

Indica el valor de las entradas analógicas.

**GSM=rssi%**

Indica la intensidad de la señal recibida por el GSM.

Y el texto:

**No hay alarmas activas**

O bien:

**Hay alarmas activas.**

Por ultimo:

**Equipo: Nombre del equipo**

**Año/Mes/Día Hora:Min:Seg**

Hora en que se envió el mensaje

En el caso de que haya alarmas activas son enviadas tras el mensaje de información.

### **A.3.17 PETICION DE INFORMACIÓN ABREVIADA**

Comando de interrogación acerca del estado del equipo.

**I?**

Hermes responde con un mensaje con formato:

**TCR120 vx.xx**

Indica versión del firmware.

**A0=v A1=v**

Indica el valor de las entradas analógicas 0 y 1.

**A2=v A3=v**

Indica el valor de las entradas analógicas 2 y 3.

**GSM=rssi%**

Indica la intensidad de la señal recibida por el GSM.

Y el texto:

**No hay alarmas activas**

O bien:

**Hay alarmas activas.**

Por ultimo:

**Equipo: Nombre del equipo**

**Año/Mes/Día Hora:Min:Seg** Hora en que se envió el mensaje

En el caso de que haya alarmas activas son enviadas tras el mensaje de información.

#### **A.3.18 EJECUTAR PROCEDIMIENTO DE SINCRONIZACION**

El procedimiento de sincronización automática sincroniza el reloj en tiempo real del Hermes con la hora de la red GSM. Para la ejecución del procedimiento de sincronización es necesario que este adecuadamente configurado el parámetro PTLF (Ver A.3.5).

#### **SINC**

Tras la ejecución con éxito del procedimiento de sincronización el Hermes enviara un mensaje de confirmación.

#### **A.3.19 ESTABLECER SINCRONIZACION AUTOMATICA**

Este comando permite configurar el Hermes para que ejecute automáticamente el procedimiento de sincronización.

**ASINC=Periodo** Periodo en días, 0 inhibe la sincronización automática.

#### **A.3.20 ESTABLECER ENVIO AUTOMATICO DE INFORMACION**

Este comando permite configurar el Hermes para que envíe automáticamente el mensaje de información (Ver A.3.17) a todos los numero de teléfono prioritarios.

**AINFO=Periodo** Periodo en días, 0 inhibe envío automático.

#### **A.3.21 ESTABLECER NUMERO DE REENVIOS MAXIMO**

Permite establecer el numero máximo de reenvíos para la notificación de las alarmas con modificador "r".

**RENVN=MaximoReenvios**

#### **A.3.22 ESTABLECER TIEMPO ENTRE REENVIOS**

Permite establecer el tiempo entre reenvíos para la notificación de las alarmas con modificador "r".



**RENVT=Tiempo**

Tiempo en minutos.

### **A.3.23 ACUSE DE RECIBO DE ALARMAS**

Este comando permite parar el reenvío de las alarmas configuradas con parámetro "r" (reenvíos) una vez que se ha recibido la alarma.

**ALMREC**

### **A.3.24 EJECUTAR COMANDOS USSD**

Permite ejecutar comandos USSD en el Hermes (los comando ussd son aquellos con \* tres cifras #) la utilidad mas evidente es la de conocer el saldo de la tarjeta insertada en el Hermes.

**USSD=Comando USSD.**

Ejemplo:

Conocer el saldo de una tarjeta prepago amena insertada en el Hermes:

**USSD=\*111#**

Se recibirá de vuelta un SMS con la respuesta.

### **A.3.25 CONFIGURAR MENSAJE DE VUELTA A LA NORMALIDAD**

Permite configurar el tiempo desde que desapareció la ultima alarma para que el Hermes envíe el mensaje de vuelta a la normalidad.

**NORMAL=Tiempo**

El tiempo se expresa en décimas de segundo y el valor 0 inhibe el envío del mensaje de vuelta a la normalidad.

Ejemplo:

Configurar el envío de mensaje de vuelta a la normalidad al minuto de que desaparezca la ultima condición de alarma:

**NORMAL=600**

### **A.3.26 AÑADIR MACROS DE USUARIO**

Permite añadir macros de usuario a la lista de macros.

**+MACRO=MacroText,COM="Comando",INDEX=Indice**

Donde:

MacroText = Nombre de la macro.

Com = Comando a ejecutar.

Index = Opcional, permite especificar el numero de macro en que se guardara.

Ejemplo para crear una macro con nombre "Iniciar riego" y comando asociado "S0=1,T=10"  
**+MACRO=Iniciar riego,COM="S0=1,T=10"**

### **A.3.27 BORRAR MACROS DE USUARIO**

Permite borrar macros de usuario.

**-MACRO=MacroText**

Donde:

MacroText = Nombre de la macro.

### **A.3.28 CONFIGURAR MENSAJE DE RESTAURACION DE ALARMA**

Permite configurar el texto de restauración de alarmas. Este texto se enviara delante del texto de alarma normal cada vez que una alarma pase al estado inactivo.

**REST=RestText**

Donde:

RestText: Texto a añadir al mensaje de alarma.

### **A.3.29 EJECUCION REMOTA DE COMANDOS**

El Hermes en que se ejecuta este comando comunica con un Hermes remoto para que este ultimo ejecute el comando que se especifica. La utilidad principal, es la de provocar una acción en un Hermes remoto cuando se ejecuta una macro automática por alarma en una entrada, ya sea analógica o digital.

**RCOM='Comando',DEST=NúmeroTeléfono,PW=Contraseña**

Donde:

Comando: Comando a ejecutar en el Hermes remoto.

NumeroTelefono: Numero de teléfono del Hermes remoto en formato internacional.

Contraseña: Contraseña de acceso al Hermes remoto para llamadas de datos.

Ejemplo para cerrar el relé en la salida 0 durante 10 segundos en un Hermes con numero de teléfono +34656729040 y clave de acceso 1234:

**RCOM='S0=1,T=10',DEST=+34656729040,PW=1234**

## APÉNDICE B

### INSTRUCCIONES DE PUESTA EN MARCHA

- La SIM a insertar en el Hermes debe de tener el código PIN desbloqueado.
- La configuración de entradas estándar es para activación por aplicación de tensión, si lo que se necesita es activación de las entradas por cierre de contacto hay que modificar los jumper según esta indicado en el apéndice C.
- El diodo led del frontal indica el estado del equipo, parpadea de 1 a 5 veces indicando la intensidad de campo (cobertura) recibida de un modo equivalente a las rayas en el display de un GSM ordinario. Si no parpadea significa que el GSM no esta registrado en la red y que por lo tanto el equipo no podrá notificar las alarmas. Normalmente entre que se alimenta el equipo y se registra en la red puede pasar aproximadamente 1 minuto. El nivel mínimo de intensidad de campo recomendado es el de dos parpadeos.

Además se debe configurar el equipo al menos con los siguientes parámetros:

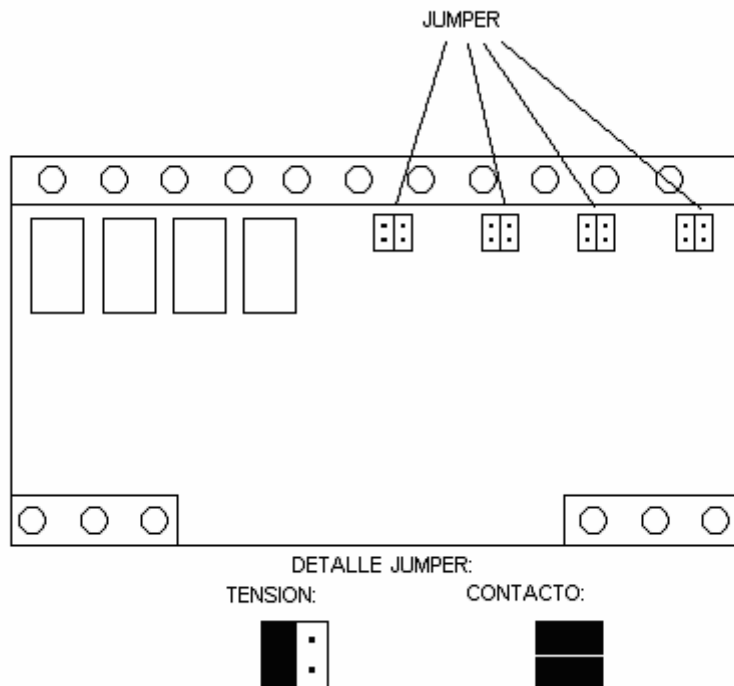
- Centro de servicio de mensajes cortos.
- Numero de teléfono de la SIM insertada en el Hermes.
- Lista de números autorizados con al menos un numero prioritario.
- Establecer la sincronización automática del reloj, recomendamos cada 30 días.
- Establecer las alarmas según sus necesidades.

## APÉNDICE C

### CONFIGURACIÓN DE ENTRADAS

Las entradas se pueden activar por cierre de contacto o tensión según el estado de los jumper de configuración. En la figura se describe la posición de los jumper para cada opción:

BAJO NINGUN CONCEPTO SE DEBE APLICAR TENSION EN UNA ENTRADA CONFIGURADA PARA ACTIVACION POR CIERRE DE CONTACTO YA QUE SE PUEDE DAÑAR Y NO SERA OBJETO DE GARANTIA.



## APÉNDICE D

### GUIA DE RESOLUCION DE PROBLEMAS

#### D.1. HERMES NO RESPONDE / EJECUTA LOS MENSAJES SMS

Compruebe los siguientes puntos:

- ¿Esta el código PIN de la tarjeta SIM activo? Si es así desactívelo.
- ¿Esta el centro de servicio de mensajes cortos adecuadamente configurado? En versiones de firmware anterior a la v3.30 si lo ha modificado debe reiniciar el equipo para que el cambio sea efectivo.
- ¿Los números de teléfono se han introducido en formato internacional? Si no es así introdúzcalos en formato internacional (añadiendo +34 para números de España).
- Compruebe que la tarjeta SIM funciona en un teléfono ordinario y que puede enviar mensajes.
- ¿Parpadea el diodo LED? De no ser así significa que el equipo no esta registrado en la red GSM. Compruebe la conexión de antena y pruebe a ponerla en otra posición, si la señal GSM es débil en el lugar de la instalación puede ser necesario instalar una antena de mayor ganancia.

#### D.2. HERMES NO SINCRONIZA EL RELOJ

Compruebe los siguientes puntos:

- ¿Esta el parámetro teléfono propio adecuadamente configurado y en formato internacional? (En tarjetas SIM con programa de numeración corporativo se debe utilizar el numero corto para el parámetro teléfono propio).

**APÉNDICE E****DIAGRAMA DE CONEXIONES**

BORNA	SEÑAL	NOTAS
1	Entrada analógica 0 +	4/20mA aislada
2	Entrada analógica 0 -	4/20mA aislada
3	Entrada analógica 1 +	4/20mA aislada
4	Entrada analógica 1 -	4/20mA aislada
6	Entrada digital 4	5 a 30V no aislada
7	Entrada digital 5	5 a 30V no aislada
8	Entrada digital 6	5 a 30V no aislada
9	Entrada digital 7	5 a 30V no aislada
10	Entrada analógica 2 +	4/20mA activa
11	Entrada analógica 2 -	4/20mA activa
12	Entrada analógica 3 +	4/20mA activa
13	Entrada analógica 3 -	4/20mA activa
15	Positivo de alimentación.	9 a 30v, 1A Max.
16	Masa de alimentación.	
18	Rele 3	5A Max
19	Rele 3	5A Max
20	Rele 2	5A Max
21	Rele 2	5A Max
22	Rele 1	5A Max
23	Rele 1	5A Max
24	Rele 0	5A Max
25	Rele 0	5A Max
27	Entrada digital 3 +	Cierre contacto / 5 a 30V
28	Entrada digital 3 -	Cierre contacto / 5 a 30V
29	Entrada digital 2 +	Cierre contacto / 5 a 30V
30	Entrada digital 2 -	Cierre contacto / 5 a 30V
31	Entrada digital 1 +	Cierre contacto / 5 a 30V
32	Entrada digital 1 -	Cierre contacto / 5 a 30V
33	Entrada digital 0 +	Cierre contacto / 5 a 30V
34	Entrada digital 0 -	Cierre contacto / 5 a 30V

# **ORDENANZA PARA LA REDACCION DE PROYECTOS DE URBANIZACION, CONTROL DE LAS OBRAS Y RECEPCION DE LAS MISMAS EN EL T.M. DE CARTAGENA**

## **CAPITULO 1.- NORMAS GENERALES**

- Art.1.01.- Carácter y Objeto de la Ordenanza.
- Art.1.02.- Documentación de los Proyectos.
- Art.1.03.- Conexión de los Servicios propios de los edificios con las redes generales.
- Art.1.04.- Documentación previa a la aprobación definitiva.
- Art.1.05.- Base topográfica y plano de replanteo.

## **CAPITULO 2.- BASES DE CALCULO Y CRITERIOS DE DISEÑO.**

- Art. 2.01.- Bases genéricas de cálculo.
- Art. 2.02.- Bases de calculo de los firmes de las vías urbanas.
- Art. 2.03.- Diseño de la red viaria.
- Art. 2.04.- Clasificación de las vías.
- Art. 2.05.- Clasificación de las explanadas.
- Art. 2.06.- Clasificación de las capas de base.
- Art. 2.07.- Clasificación de las capas de pavimento.
- Art. 2.08.- Secciones estructurales del firme.
- Art. 2.09.- Propuesta de ordenación de tráfico.
- Art. 2.10.- Sistema de saneamiento.
- Art. 2.11.- Bases para el cálculo hidráulico del saneamiento.
- Art. 2.12.- Bases para el cálculo mecánico de las tuberías de saneamiento.
- Art. 2.13.- Sistema de distribución de aguas.
- Art. 2.14.- Bases para el cálculo hidráulico de la red de distribución de aguas.
- Art. 2.15.- Sistema de protección contra incendios.
- Art. 2.16.- Bases para el cálculo y diseño del sistema de protección contra-incendios.
- Art. 2.17.- Alumbrado público
- Art. 2.18.- Bases de cálculo fotolumínico del alumbrado público.
- Art. 2.19.- Limitaciones de consumo.
- Art. 2.20.- Luminarias, columnas e implantaciones.
- Art. 2.21.- Alimentación de las instalaciones.
- Art. 2.22.- Red de conductores.
- Art. 2.23.- Equipos de medida y centros de mando.
- Art. 2.24.- Red de energía eléctrica.
- Art. 2.25.- Bases de cálculo de la red de energía eléctrica.
- Art. 2.26.- Criterios de diseño de la red de energía eléctrica.
- Art. 2.27.- Red de telefonía.
- Art. 2.28.- Instalaciones de gas.
- Art. 2.29.- Otros servicios
  
- Art. 2.30.- Espacios libres.
- Art. 2.31.- Criterios de diseño de los Espacios libres.
- Art. 2.32.- Alumbrado de los espacios libres.
- Art. 2.33.- Instalaciones de riego.



- Art. 2.34.- Especies vegetales.  
Art. 2.35.- Juegos infantiles y mobiliario.

### **CAPITULO 3 .- DE LOS MATERIALES Y SU CONTROL.**

- Art. 3.01.- Generalidades.  
Art. 3.02.- De los componentes para viales.  
Art. 3.03.- Subbases granulares.  
Art. 3.04.- Bases granulares.  
Art. 3.05.- Pavimentos de mezclas bituminosas.  
Art. 3.06.- Pavimentos de hormigón.  
Art. 3.07.- Pavimentos de baldosa para trafico mixto.  
Art. 3.08.- Pavimentos de baldosa.  
Art. 3.09.- Bordillos.  
Art. 3.10.- De los componentes del alcantarillado.  
Art. 3.11.- Tuberías a emplear en el sistema de saneamiento.  
Art. 3.12.- De los componentes de la red de aguas.  
Art. 3.13.- Tuberías a emplear en la red de aguas.  
Art. 3.14.- Piezas especiales de la red de aguas.  
Art. 3.15.- De los componentes del sistema contra incendios.  
Art. 3.16.- De los componentes del alumbrado publico.  
Art. 3.17.- De los componentes de la red de baja y media tensión.  
Art. 3.18.- De los componentes de las canalizaciones de telefonía.

### **CAPITULO 4.- DE LA RECEPCION Y GARANTIA DE LAS OBRAS DE URBANIZACION.**

- Art. 4.01.- Recepción provisional de las obras.  
Art. 4.02.- Documentación previa a la recepción de las obras.  
Art. 4.03.- Garantía de las obras de urbanización.  
Art. 4.04.- Recepción definitiva de las obras.

#### **ANEXO N° 1.- SERVICIOS EN LOS EDIFICIOS.**

#### **ANEXO N° 2.- CATALOGO DE LAS SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRMES.**

#### **ANEXO N° 3.- EDIFICIOS QUE PRECISAN PROTECCION POR HIDRANTES SEGUN SU USO.**

#### **ANEXO N° 4.- DETALLE LLAVE HIDRANTE S.C.T.**

### **CAPITULO 1.- NORMAS GENERALES**

- Art. 1.01.- Carácter y Objeto de la Ordenanza.  
Art. 1.02.- Documentación de los Proyectos.  
Art. 1.03.- Conexión de los Servicios propios de los edificios con las redes generales.  
Art. 1.04.- Documentación previa a la aprobación definitiva.  
Art. 1.05.- Base topográfica y plano de replanteo.

### **Artículo 1.1.- Carácter y objeto de la Ordenanza.**

La presente ordenanza tiene el carácter de disposición de normativa general, dictada por el Ayuntamiento de Cartagena, en el ejercicio de la competencia ordinaria municipal que regula los aspectos de intervención y control para la redacción y ejecución de los Proyectos de Urbanización y Proyectos de Obras Ordinarias.

La aprobación se efectuará por el Órgano Municipal que corresponda, mediante el procedimiento previsto en el artículo 49 de la Ley de Bases de Régimen Local, debiéndose publicar de conformidad con el artículo 70.2 del mismo cuerpo legal.

El objeto de la ordenanza, es fijar unos criterios técnicos que sirvan de base para la redacción de los proyectos de Urbanización para desarrollar las unidades de ejecución previstas en el planeamiento y aquellas obras ordinarias de urbanización, para completar los servicios urbanísticos que se hayan de realizar en el Término Municipal de Cartagena, tanto por los particulares como por la Administración.

Los proyectos de urbanización deberán redactarse incluyendo la totalidad de las calzadas perimetrales hasta el bordillo opuesto así como las conexiones exteriores de los distintos servicios urbanísticos, cuando por problemas de propiedad no puedan realizarse estas calzadas o conexiones en su totalidad, se justificará previamente en la gestión del suelo precedente.

Así mismo pretende fijar el nivel de control que deberá realizarse, de los materiales y de las instalaciones, en estas obras, para que posteriormente puedan ser recibidas por el Excmo. Ayuntamiento.

Estos criterios técnicos serán complementarios, de los que por razones de tramitación ante otros Organismos, sea necesario tener en cuenta en la redacción de los proyectos.

No obstante los redactores de los proyectos de urbanización o de parte de ellos podrán seguir otros criterios, justificadamente, no expuestos en esta ordenanza.

No será objeto de esta ordenanza los proyectos de conservación y/o mejora de zonas urbanas consolidadas, si bien estos se adaptarán en lo posible a las condiciones de esta ordenanza, a excepción de los que por sus especiales circunstancias no permitan el cumplimiento de la misma.

Esta Ordenanza estará supeditada a cualquier legislación al respecto de Superior Rango.

### **Artículo 1.2.- Documentación de los proyectos.**

Los proyectos que deberán estar redactados por Técnico Competente y visados por el Colegio Oficial correspondiente, contendrán la documentación que al respecto está prevista en el apartado 1.3.1 de las Normas del P.G.O.M. de Cartagena.

Esta documentación se ampliará en el proyecto, con un cuadro de especificaciones, un plan de control, la definición de las fases de ejecución de las obras y los presupuestos de ejecución de las

obras interiores al ámbito de actuación y las exteriores al mismo, de acuerdo a lo siguiente:

1.- Se aportará un cuadro resumen de especificaciones en el que se indique:

a.-Superficie y características básicas de viales que conforman el proyecto especificando:

- Superficie de viario rodado.
- Superficie de viario para tráfico mixto.
- Superficie de aceras.
- Superficies de viales peatonales exclusivos

b.-Superficie de espacios libres públicos.

c.-Longitud total del saneamiento, con expresión de las longitudes parciales de cada uno de los diámetros utilizados, y numero de pozos por profundidades de 0.5 m en 0.5 m..

d.-Longitud total de la red de agua, con expresión de las longitudes parciales de cada uno de los diámetros utilizados.

e.-Número de báculos y farolas, clasificados por alturas y potencia de la luminaria.

f.- Longitud de la canalización de telefonía instalada, con expresión de las longitudes parciales de cada tipo de conjunto de tubos instalados y numero de arquetas por tipos.

g.- Longitud de la red de media y baja tensión con expresión de las longitudes de cada uno de los tipos de cable utilizados, así como número de centros de transformación y sus características.

h.- Numero de semáforos instalados clasificados por su tipología.

i.- Características de los depósitos de gas y de las canalizaciones de gas que se instalen.

j.- En general los datos relativos a cualquier otra canalización o servicio que se instale.

k.- Presupuesto de ejecución material y contrata.

2.-Se aportará un plan de control de obra, con expresión del número de ensayos a realizar por cada uno de los materiales a emplear que deban ser analizados, que servirá de base, tras su aprobación, para la recepción de las obras.

3.- La ejecución de las obras de un proyecto podrá subdividirse en fases, cada una de las fases de la obras de un proyecto deberá ser autónoma, de tal manera que las parcelas que queden afectas a la misma tengan todos los servicios urbanísticos necesarios para su funcionalidad a la vez que las conexiones exteriores. Esta división por fases deberá ser justificada y su comprobación será potestativa del Ayuntamiento.

4.- Los Presupuestos de las obras se subdividirán en los necesarios correspondientes a las obras interiores al ámbito de la Actuación Urbanística y los de las obras exteriores al ámbito de la

Actuación, pudiendo considerarse como Sistemas Generales estos últimos, previo informe de los Servicios Técnicos y aprobación municipal al efecto.

5.- Plazo de ejecución de la obra y/o de las fases de ejecución.

### **Artículo 1.3 Conexión de los Servicios propios de los edificios con las redes generales.**

Los proyectos de edificación de nueva planta, rehabilitación o adaptación, deberán cumplir con la Ordenanza de los Servicios de la edificación.

### **Artículo 1.4.- Documentación previa a la aprobación definitiva.**

Será necesario, previa a la aprobación definitiva, presentar proyecto o proyectos de electrificación y alumbrado público visados y con autorización Administrativa Previa de la Consejería de Industria y aprobación la Cía Suministradora en cuanto a los de electrificación se refiere.

Será así mismo necesario, presentar proyecto de canalizaciones de telefonía conformado por la Compañía Titular del Servicio.

Si se pretendiesen instalar canalizaciones de gas, se deberá disponer de las correspondientes licencia de instalación.

Por tanto independientemente de la tramitación para la obtención para la aprobación indicada, deberán tramitarse paralelamente las autorizaciones de todas aquellas redes que hayan de obtener autorizaciones complementarias de esta aprobación.

### **Artículo 1.5.- Base topográfica y plano de replanteo.**

La base topográfica sobre la que debe realizarse el plano de replanteo estará actualizada, con definición de escala 1/500, debiendo por tanto figurar en la misma todos los elementos que a dicha escala puedan tener representación gráfica y aquellos que sin cumplir esta condición, por su importancia y singularidad sea necesario reflejarlos en la misma. En este caso se grafíaran mediante signos convencionales, especificando su significado en la simbología.

Las curvas de nivel se trazaran como mínimo a 0.50 m.

Las determinaciones de planeamiento se grafíaran sobre la base topográfica teniendo en cuenta, además de las dimensiones, los criterios de este al cambiar de escala, en lo referente a:

- Límites de propiedad.
- Prolongación de alineaciones.
- Paralelismo y ortogonalidad.
- Referencias a elementos existentes.

Se reflejaran en un cuadro comparativo las superficies reales de cada una de las parcelas, espacios libres, equipamientos y viales, con las previstas en el instrumento de planeamiento.

Deberán definirse por coordenadas, o por los ángulos y distancias, referidas a elementos fijos en el terreno que no vayan a sufrir modificaciones durante la obra: los ejes de las alineaciones que forman la red viaria, a partir de sus puntos de cruce, así como los puntos del contorno del ámbito del proyecto.

Se podrá utilizar como sistema de coordenadas el sistema U.T.M. u otro de ámbito local definido a partir de puntos inamovibles del terreno.

## **CAPITULO 2.- BASES DE CALCULO Y CRITERIOS DE DISEÑO.**

Art. 2.01.- Bases genéricas de cálculo.

Art. 2.02.- Bases de cálculo de los firmes de las vías urbanas.

Art. 2.03.- Diseño de la red viaria.

Art. 2.04.- Clasificación de las vías.

Art. 2.05.- Clasificación de las explanadas.

Art. 2.06.- Clasificación de las capas de base.

Art. 2.07.- Clasificación de las capas de pavimento.

Art. 2.08.- Secciones estructurales del firme.

Art. 2.09.- Propuesta de ordenación de tráfico.

Art. 2.10.- Sistema de saneamiento.

Art. 2.11.- Bases para el cálculo hidráulico del saneamiento.

Art. 2.12.- Bases para el cálculo mecánico de las tuberías de saneamiento.

Art. 2.13.- Sistema de distribución de aguas.

Art. 2.14.- Bases para el cálculo hidráulico de la red de distribución de aguas.

Art. 2.15.- Sistema de protección contra incendios.

Art. 2.16.- Bases para el cálculo y diseño del sistema de protección contra incendios.

Art. 2.17.- Alumbrado público

Art. 2.18.- Bases de cálculo fotolumínico del alumbrado público.

Art. 2.19.- Limitaciones de consumo.

Art. 2.20.- Luminarias, columnas e implantaciones.

Art. 2.21.- Alimentación de las instalaciones.

Art. 2.22.- Red de conductores.

Art. 2.23.- Equipos de medida y centros de mando.

Art. 2.24.- Red de energía eléctrica.

Art. 2.25.- Bases de cálculo de la red de energía eléctrica.

Art. 2.26.- Criterios de diseño de la red de energía eléctrica.

Art. 2.27.- Red de telefonía.

Art. 2.28.- Instalaciones de gas.

Art. 2.29.- Otros servicios.

Art. 2.30.- Espacios libres.

Art. 2.31.- Criterios de diseño de los Espacios libres.

Art. 2.32.- Alumbrado de los espacios libres.

Art. 2.33.- Instalaciones de riego.

Art. 2.34.- Especies vegetales.

Art. 2.35.- Juegos infantiles y mobiliario.

### **Artículo 2.1.- Bases genéricas de cálculo**

La ordenanza fija, para la redacción de los proyectos de urbanización en el T.M. de Cartagena, unas bases de cálculo y criterios de diseño para los distintos servicios urbanísticos.

Estas bases podrán ser modificadas por los proyectistas justificadamente, y deberán ser aprobadas por los distintos servicios municipales responsables de las obras.

La aprobación de los proyectos no implica, en cualquier caso, conformidad a los cálculos efectuados, los cuales serán de exclusiva responsabilidad del proyectista.

### **Artículo 2.2.- Bases de cálculo de los firmes de las vías urbanas.**

Los firmes de los viales urbanos se dimensionarán en función de los valores del tráfico esperado, de la capacidad portante de la explanada, la cual deberá justificarse mediante los ensayos realizados por Laboratorio Acreditado clase A, y del tipo de base y pavimento que se haya de utilizar.

### **Artículo 2.3.- Diseño de la red viaria.**

El diseño de la red viaria será el correspondiente a la figura de planeamiento precedente al proyecto de Urbanización. Correspondiendo tan sólo, al proyecto de urbanización, el desarrollo de:

- La determinación del espacio peatonal y del rodado para las vías con ambos tráficos. A estos efectos los viales de menos de ocho metros (8 m) de ancho serán todos de tráfico mixto ó peatonal, salvo que por razones justificadas de seguridad vial u otros debidamente apreciados no sea aconsejable tal circunstancia.
- La adecuación de las zonas peatonales a la legislación vigente sobre supresión de barreras arquitectónicas y accesibilidad en espacios públicos.
- Las aceras en todos los viales tendrán una dimensión mínima de 1,50m.
- La determinación del paquete del firme viario.
- El acuerdo de las rasantes de los distintos viales y su precisión para adecuar la totalidad de las infraestructuras
- El diseño de las intersecciones.

- La propuesta de ordenación de tráfico, con semaforización incluida, si procediese la misma.

#### **Artículo 2.4.- Clasificación de las vías.**

En función del número medio diario de vehículos pesados que se prevé que circularán por la vía proyectada durante el primer año de puesta en servicio, se definen cinco tipos de vías.

<b>V1</b>	<b><math>V_p &gt; 270</math></b>
<b>V2</b>	<b><math>50 &lt; V_p &lt; 270</math></b>
<b>V3</b>	<b><math>15 &lt; V_p &lt; 50</math></b>
<b>V4</b>	<b><math>05 &lt; V_p &lt; 15</math></b>
<b>V5</b>	<b><math>V_p &lt; 5</math></b>

donde  $V_p$  significa el número de vehículos pesados que circulará por la vía en un sentido, cada día, durante el primer año de puesta en servicio.

#### **Artículo 2.5.- Clasificación de explanadas.**

Según la capacidad portante de la explanada y concretamente del índice C.B.R. de los materiales que la forman se clasifican las explanadas en los tipos siguientes:

**E1.- Suelos adecuados con índice C.B.R. superior a cinco (CBR>5).**

**E2.- Suelos adecuados o seleccionados con índice C.B.R. superior a diez (CBR > 10).**

**E3.- Suelos seleccionados con índice C.B.R. superior a veinte (CBR > 20).**

Cuando no se haya justificado el tipo de explanada por medio de ensayo se tomara la correspondiente al tipo E1.

#### **Artículo 2.6.- Clasificación de las capas de Base.**

En la ejecución de los firmes se admitirá la posibilidad de utilizar.

Bases granulares B  
Bases de grava cemento C  
Bases asfálticas A  
Bases de hormigón F

Preferentemente se utilizarán bases granulares.

#### **Artículo 2.7.- Clasificación de las capas de pavimento.**

En la ejecución del firme se considera la posibilidad de elegir secciones estructurales con pavimentos de:

**Hormigón F**  
**Materiales asfálticos A**  
**Piezas de hormigón P**

Preferentemente se utilizarán pavimentos de materiales asfálticos, para tráfico rodado, adoquines de hormigón para tráfico mixto y baldosas de terrazo, o baldosas petreas para aceras y calles peatonales. En cualquier caso se tendrá en cuenta los tipos de pavimentos existentes en las inmediaciones y se propondrán de similares características a ellos siempre que cumplan las calidades antes reseñadas.

**Artículo 2.8.- Secciones estructurales del firme.**

Considerando la clasificación de las vías, explanadas, de las capas de base y de las capas de pavimento, se aporta en el Anexo nº 2 a esta ordenanza un catálogo de secciones estructurales de firmes urbanos para el dimensionamiento de los viales.

Para la utilización del mismo se deberá tener en cuenta:

1.- En los proyectos de urbanización de sectores residenciales, se considera como hipótesis mas desfavorable el tráfico pesado que circula durante el período de construcción de los espacios parcelados, reducido este período a un año. A tala efecto se preveerá en los proyectos la extensión de una capa de acabado (en los pavimentos asfálticos, al final de dicho período)

2.- Además de tener en cuenta el sector o zona al que sirve cada vial se debe considerar también, su posible carácter de vía de paso, en el sentido de prever un futuro tráfico que pueda incidir en su dimensionamiento.

3.- En las actuaciones de tipo industrial se considerará el tráfico del año de puesta en servicio el correspondiente al momento en que todas las industrias del sector están en pleno funcionamiento.

**Artículo 2.9.- Propuesta de ordenación de tráfico.**

En función de criterios de capacidad de los viales de nueva planta, así como del tráfico existente colindante se incluirá una propuesta de regulación del tráfico en los proyectos, incluida la semaforización si fuese necesaria y la señalización horizontal y vertical necesaria.

**Artículo 2.10.- Sistema de Saneamiento.**



Siempre que sea posible se proyectará un sistema separativo, a tal efecto en las edificaciones se contemplará dicho tipo de saneamiento independientemente de que se conexiones inicial y provisionalmente a las redes unitarias. En las zonas de Playa no se admitirá verter aguas pluviales ni de las azoteas ni patios a la red de alcantarillado.

Si como consecuencia de lo anterior y tras el correspondiente cálculo hidráulico se pudiesen derivar problemas de inundación y daños a propiedades públicas o privadas se establecerán las canalizaciones procedentes de evacuación a ramblas próximas o de desagüe al mar, con las autorizaciones procedentes.

No obstante las conducciones de aguas residuales se dimensionarán para absorber una cantidad de aguas de lluvia, y que como mínimo será del 100% de las aguas residuales del sector.

El sistema separativo recogerá en una red las aguas pluviales y en otra el resto, aun cuando su conexión con el alcantarillado se realice de forma unitaria y provisional.

En general las canalizaciones a utilizar en el alcantarillado, serán de hormigón vibrocentrifugado con junta elástica y campana armada.

Podrán utilizarse también tuberías de PVC y polietileno ó fibrocemento con junta RK.

En las zonas de playa, cuando el saneamiento este por bajo del nivel freático, se utilizarán desde que la rasante del mismo este por encima del nivel freático 0,50 m., tuberías de Polietileno de Alta Densidad. En las zonas interiores se utilizará en las mismas condiciones anteriores, tuberías de P.V.C. de la serie color teja o naranja de acuerdo a la norma UNE 53.332. En ambos casos los pozos de registro serán estancos, realizándose con polietileno, hormigón revestido con material impermeable de forma que quede asegurada la estanqueidad del pozo y de las juntas.

Cuando por las características agresivas del terreno o del efluente se puedan originar acciones químicas sobre las tuberías se utilizarán tuberías de polietileno de alta densidad, PVC, gres o poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Todas las conducciones se ejecutaran por zonas de Dominio Publico, y preferentemente por calzadas.

Los diámetros interiores mínimos de las conducciones serán, treinta centímetros (30 cm.), en las generales y veinte (20 cm.) en las acometidas domiciliarias. Las longitudes mínimas de los tubos serán de un (1) metro para diámetros mayores o iguales a setenta (70) centímetros y dos metros cincuenta centímetros (2.50 m), para las de menor diámetro.

Se construirán pozos de registro visitables cada cincuenta (50) metros, y en cada cambio de dirección y/o rasante, así como en los entronques de ramales.

En los pozos de registro se colocarán tapas de fundición dúctil para una carga de rotura de 40 Tn. en calzadas y 12,5 Tn. en aceras, el cierre de la tapa será con dispositivo de acerrojado.

La profundidad mínima aconsejable de la red será de un metro cincuenta centímetros (1.50 m.), medidos sobre la generatriz superior del tubo, siendo siempre necesario para menores profundidades realizar los correspondientes cálculos mecánicos de la misma, estableciéndose canalizaciones adecuadas a los esfuerzos mecánicos a soportar o protegiéndose con hormigón.

Antes de bombes y depuradoras se colocaran aliviaderos de la red, salvo justificación en contra.

Los imbornales o sumideros, se colocaran, cuando sean necesarios, cada cincuenta (50) metros como máximo y con una superficie máxima de afección de cuatrocientos (400) metros cuadrados, debiéndose justificar la capacidad de absorción de las aguas pluviales que les puedan verter.

Los imbornales llevarán arqueta sifónica siempre que se vierta definitiva o provisionalmente a red unitaria. Las conexiones a la red deberán de ser como mínimo con tubería de PVC de 20 cm. de la misma forma que las acometidas. Las rejillas de los sumideros tendrán disposición tal que los huecos tragantes queden perpendiculares al eje de la calzada y el vano libre será inferior a 18 mm.

Las acometidas domiciliarias que se ejecutarán de PVC, entroncarán a la red general mediante taladro mecánico, como junta de goma estanca, y cuando provengan de una edificación de mas de seis viviendas con un pozo. En acera se construirá una arqueta sifónica de 50 x 50 cm.

En viviendas unifamiliares las acometidas serán individuales, salvo que la canalización de desagüe discorra por espacios privados de uso común, en cuyo caso podrán discurrir unidas. Todas las acometidas se conectarán a la generatriz superior de las redes.

Se contemplará en el proyecto la canalización necesaria hasta el punto de conexión a las redes generales.

#### **Artículo 2.11.- Bases para el cálculo hidráulico del saneamiento.**

Para el cálculo de las aguas residuales se considerará un consumo de agua de 250 l/H/día con un coeficiente de admisión de 0'8 y un número de 4'5 Habitantes por vivienda.

Se tendrá a su vez en cuenta los equipamientos posibles de acuerdo a los siguientes consumos.

<b>Espacios libres</b>	<b>2 l/m<sup>2</sup>/día</b>
<b>Limpieza viaria</b>	<b>5 l/m<sup>2</sup>/día</b>
<b>E. Escolar</b>	<b>20 l/m<sup>2</sup>/día</b>
<b>E. Sanitario</b>	<b>50 l/m<sup>2</sup>/día</b>
<b>E. Deportivo</b>	<b>50 l/m<sup>2</sup>/día</b>

Se tendrá en cuenta que el consumo, y por tanto la evacuación, se realizará en 10 H. por lo que se afectará de un coeficiente de punta a los caudales de 2'4.

Como caudal mínimo de cálculo se considerará 7 l/sg.

El cálculo del caudal de lluvia a evacuar se realizará teniendo en cuenta la intensidad media horaria de un aguacero de duración el tiempo de concentración de la cuenca, la superficie del área de la cuenca vertiente y los coeficientes de escorrentía adecuados.

Para la determinación de la Intensidad media horaria se tendrá en cuenta que la intensidad horaria máxima de la zona es de 50 mm/día por metro cuadrado. La duración máxima del aguacero no excederá de 10 minutos y la intensidad media horaria no se considerara menor de 90 mm/hora por metro cuadrado, salvo justificación en contra.

Tanto para el estudio de evacuación de residuales como de pluviales se tendrán en cuenta no sólo el ámbito de desarrollo del proyecto, sino que deberá considerarse por una parte los posibles caudales provenientes de aguas arriba de la zona a desarrollar, actuales o previstas en los planes urbanísticos, así como las incidencias que puedan producir los nuevos caudales evacuados aguas abajo.

Para cualquiera de los alcantarillados bien de residuales, de pluviales o mixtas, se tendrá en cuenta que la velocidad mínima admisible del efluente será de 0'5 m/sg y la velocidad máxima admisible será de 3 m/sg, para evitar sedimento y erosión en las tuberías.

Se justificara el sistema de depuración previsto, indicando la conexión a los colectores generales que se efectúa, o la depuradora que se proyecta y la posterior evacuación del agua depurada de la misma.

No se admitirá depuración por el sistema de lagunaje cuando la población servida por la depuradora no sobrepase los 15.000 habitantes.

#### **Artículo 2.12.- Bases para el cálculo mecánico de las tuberías de saneamiento.**

Las cargas que pueden someter a esfuerzo a las tuberías y que se tendrán en cuenta en el cálculo de sollicitaciones serán las debidas a:

- **Cargas por la acción de tierras.**

### **- Cargas por la acción del tráfico**

Las cargas por la acción de tierras dependerá del tipo a emplear en los rellenos de zanjas.

Las cargas que se consideran debidas al tráfico serán:

#### **CARGAS POR VEHICULO**

<b>Peso Total Tn.</b>	<b>Carga de rueda Kp .</b>	<b>Superficie de apoyo</b>	
		<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>
60	100	0.6	0.2
30	50	0.4	0.2

Otras cargas se tendrán en cuenta en casos especiales.

La determinación que se realizará en las tuberías, para la elección del timbraje, o refuerzo de la misma será:

- Comprobación de la tensión admisible por el tubo.
- Comprobación de la deformación admisible por el tubo.

#### **Artículo 2.13.- Sistema de distribución de aguas.**

El sistema de distribución de aguas que se utilizarán será el mallado. Tan solo se admitirán ramales ramificados cuando la longitud de estos sea inferior a 50 m, no suministre a mas de tres usuarios y no sea posible su mallado.

#### **Artículo 2.14.- Bases para el cálculo hidráulico de la red de distribución de aguas.**

El cálculo de mallas se realizará por métodos iterativo o matriciales, debiendo emplearse en cualquiera de los casos para la determinación de las velocidades del caudal circulante en los tubos la fórmula de HAZEN WILLIAMS.

Los caudales a considerar en el cálculo de la red serán los derivados de considerar un consumo de agua de 250 l/habitante/día con un número de 4'5 habitantes/vivienda.

Se tendrá a su vez en cuenta los equipamientos posibles, de acuerdo a los consumos expresados en el artículo 2.11, iguales por consiguiente a los de saneamiento. Así mismo se tendrá en cuenta que el consumo se realizará en 10 horas por lo que se afectará de un coeficiente de punta de 2'4 a los caudales.

Las velocidades admisibles en las tuberías en función de su diámetro interior serán:

<b>D.I.</b>	<b>Velocidad m/sg</b>	<b>D. I.</b>	<b>Velocidad m/sg</b>
60	0.70	200	0.90
80	0.75	250	0.92
100	0.80	300	0.95
150	0.86	350	1.00
		400	1.15
		450	1.17
		500	1.20

Además de la hipótesis de consumos normales se tendrá en cuenta las diferentes hipótesis necesarias para que se garantice el sistema contra incendios.

En estas hipótesis se admitirán velocidades en los tubos de hasta un cincuenta por cien mayor que los antes indicados.

En cualquiera de las hipótesis y para cada nudo de la malla se especificará la presión existente y el caudal circulante.

Se preverá bocas de riego a una distancia no superior a 80 m. para la limpieza viaria.

#### **Artículo 2.15.- Sistema de Protección Contra Incendios.**

Los proyectos de Urbanización deberán contener las infraestructuras necesarias para el abastecimiento de hidrantes contra incendios. En general este sistema será el mismo de la red de distribución de aguas.

#### **Artículo 2.16.- Bases para el calculo y diseño del sistema de Protección Contra Incendios.**

Las secciones de acometida a los hidrantes podrán ser de 80 mm. ó de 100 mm.

El diseño y la alimentación de la red hidráulica que soporta los hidrantes ha de satisfacer que puedan estar en funcionamiento simultáneo dos hidrantes inmediatos, durante dos horas, siendo el caudal de cada uno de ellos de 1000 l/minuto con una presión mínima de 10 m.c.a. En casos justificados por la Empresa suministradora; se podrán aceptar caudales inferiores, pero no la presión. En casos excepcionales como núcleos históricos o similares, se puede aceptar que los hidrantes proporcionen un caudal de 500 li/min., pero lo presión se mantendrá en 10 m.c.a.

Cuando por cualquier circunstancia no se pudiera garantizar el abastecimiento de agua directo desde la red de agua, se deberá disponer de depósitos de reserva de agua, que

dotados de los correspondientes grupos de presión, garanticen las condiciones anteriores.

Por norma general, cuando se desconozca la situación de las futuras edificaciones, la distancia máxima admisible entre hidrantes será de 200 m. medidos por un itinerario urbano.

Cuando se trate de Urbanizaciones que, por las características de las edificaciones a construir, según las Normas Urbanísticas de aplicación, estas deban estar protegidos por hidrantes, se situarán los hidrantes de tal manera que cualquier punto de las fachadas a nivel de rasante se encuentre a menos de 100 m. de uno de estos. En el Anexo nº 3 de esta ordenanza se especifican los edificios que necesitan de protección por hidrante.

Como excepción a esta norma en urbanizaciones de uso residencial, donde la altura máxima no supere las cuatro plantas, se deberá instalar al menos un hidrante cada 50.000 m<sup>2</sup> edificables o fracción.

Los hidrantes se situarán preferentemente en los accesos a la urbanización y/o bordes de plazas céntricas abiertas, y en cualquier caso distribuidos homogéneamente. Se situarán en lugares fácilmente accesibles, fuera del espacio destinado a circulación y estacionamiento de vehículos.

Para el cálculo de las secciones y caudales se tendrán en cuenta no solo los hidrantes a colocar en la urbanización según lo anteriormente especificado, sino los que resulten necesarios por el tipo de edificaciones y usos a implantar en la misma, teniendo en cuenta al menos el uso simultáneo de dos hidrantes contiguos y realizándose todas las hipótesis de cálculo necesarias para garantizar que las dimensiones de la red de agua puede abastecer a los hidrantes previstos, con la salvedad de admitirse unas velocidades superiores a las de consumo habitual superiores en un cincuenta por cien.

En cualquiera de las hipótesis y para cada nudo de la malla se especificará la presión existente y el caudal circulante.

#### **Artículo 2.17.- Alumbrado Público**

La red de energía eléctrica de alumbrado público se diseñará de acuerdo a las disposiciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y de las MLBT. que le sean de aplicación.

#### **Artículo 2.18.- Bases de cálculo fotolumínico del Alumbrado Público.**

De acuerdo con el P.G.O.M. se definen a efectos de alumbrado público cuatro niveles

de iluminación. Por cada uno de estos niveles las características del alumbrado medidas por la iluminancia y luminancia serán las siguientes:

a) Iluminancia horizontal sobre calzada:

<b>Tipo de vía</b>	<b>Iluminancia</b>
Calles o viales de 1º orden	25 luxes
Calles o viales de 2º orden	20 luxes
Calles o viales de 3º orden	16 luxes
Parques y jardines 4º orden	10 luxes
Vías peatonales	el máximo de las calles que enlazan

Los coeficientes de uniformidad mínimos exigibles serán los siguientes:

<b>Tipo de vía</b>	<b>U.Media</b>	<b>U.General</b>
Calles o viales de 1º orden	0'65	0'35
Calles o viales de 2º orden	0'55	0'30
Calles o viales de 3º orden	0'50	0,25
Parques y jardines 4º orden	0'30	0'25

b) Luminancia media de la calzada.

<b>Tipo de vía</b>	<b>Luminancia media</b>
Calles o viales de 1º orden	2'0 cd/m <sup>2</sup>
Calles o viales de 2º orden	1'5 cd/m <sup>2</sup>
Calles o viales de 3º orden	1'0 cd/m <sup>2</sup>
Parques y jardines 4º orden	0'5 cd/m <sup>2</sup>

Los coeficientes de uniformidad transversal y longitudinal serán las siguientes:

<b>Tipo de vía</b>	<b>U.Transversal</b>	<b>U.Longitudinal</b>
Calles o viales de 1º orden	0'40	0'70
Calles o viales de 2º orden	0'25	0'35
Calles o viales de 3º orden	0'15	0'15
Parques y jardines 4º orden	0'10	0'10

El alumbrado se realizará preferentemente con lámparas cuyos rendimiento luminoso sea inferior a 90 luminarias/watio, salvo justificación en contra.

Para la plazas se seguirá el criterio de iluminar las vías circundantes con la intensidad luminosa correspondiente a la categoría del vial, y el interior se iluminará dándole

tratamiento de jardines.

Cuando la plaza en su interior sea paso obligado de peatones, la intensidad de alumbrado en la zona de paso, será similar al de las calles circundantes.

El paso de un vial de una iluminación determinada a otro de distinta iluminación se efectuará gradualmente.

El orden de un vial a efectos lumínicos se definirá en función de las características geométricas de las aceras y calzadas que lo conforman, teniendo en cuenta que el vial pertenecerá al orden superior que se obtenga de considerar el ancho de aceras y el de calzadas. Los aparcamientos a efectos de esta definición se consideraran como parte de la calzada.

<b>Tipo de via</b>	<b>Aceras</b>
Calles o viales de 1º orden	$a \geq 3.0 \text{ m.}$
Calles o viales de 2º orden	$1.5 \text{ m} < a < 3.0 \text{ m.}$
Calles o viales de 3º orden	$a \leq 1.5 \text{ m.}$
Parques y jardines 4º orden	parques y jardines

<b>Tipo de via</b>	<b>Calzadas</b>
Calles o viales de 1º orden	$c \geq 11.0 \text{ m.}$
Calles o viales de 2º orden	$7.0 \text{ m.} < c < 11.0 \text{ m.}$
Calles o viales de 3º orden	$c \leq 7.0 \text{ m.}$
Parques y jardines 4º orden	parques y jardines

Necesitaran de refuerzo de alumbrado peatonal las calles cuyas aceras sean de un ancho superior a los tres metros, y no alcancen la iluminación prevista para parques y jardines.

El alumbrado de los viales perimetrales de la unidad de ejecución deberá proyectarse considerando su anchura total, aunque en su delimitación solo se incluya la mitad del mismo.

### **Artículo 2.19.- Limitaciones de consumo**

Con el fin de limitar el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de alumbrado público municipal, no se autorizará el establecimiento de alumbrados cuya potencia instalada específica sea superior a las siguientes:

<b>Tipo de Via</b>	<b>Potencia W/m<sup>2</sup></b>
--------------------	---------------------------------



Calles de 1° orden	1,5
Calles de 2° orden	1,2
Calles de 3° orden	1
Parque, jardines y paseos	1

En todas las instalaciones de alumbrado público estará prevista la reducción de iluminación y de la potencia consumida a partir de la hora que determine la ley; la potencia en funcionamiento durante las horas de reducción estará comprendida entre el 50 y 60 % del total.

Para la reducción se deberá utilizar dispositivos que actúen reduciendo el flujo emitido por cada luminaria; en consecuencia, solo se admitirá el apagado alternativo de lámparas cuando en cada luminaria se monte más de una lámpara, de forma que no se produzca el apagado total del punto de luz a menos que exista una avería.

El reductor de flujo será del tipo que emita el 100% de la luminosidad cuando se dispone de tensión en el tubo de mando.

#### **Artículo 2.20.- Luminarias, Columnas e Implantaciones.**

Las luminarias que se instalen deberán incorporar los equipos auxiliares de encendido (reactancias, condensador y posibles arrancadores); dispondrán de un reflector de alto grado de eficacia y el compartimento óptico estará herméticamente cerrado.

Los dispositivos a instalar para la reducción de flujo serán compatibles con los existentes en las instalaciones municipales, estando prohibidos aquellos que usen elementos móviles electromecánicos o con contactos deslizantes.

En parque, jardines, pasos y donde el entorno lo aconseje podrán instalarse luminarias tipo globo o farol clásico siempre que sean de material antivandálico e incorporen los equipos auxiliares de encendido, siendo preferible el empleo de farol al del globo; en este caso, las alturas de montaje no serán superiores a cuatro (4) metros.

Cuando la altura de implantación de las luminarias sean iguales o inferiores a seis (6) metros, los materiales y formas constructivas serán de probada eficacia frente a los actos vandálicos, debiendo soportar actos de estas características sin deterioro en sus elementos y sin que se desprenda la luminaria, o parte de ella, de sus soportes.

En casos especiales, cuando se tenga antecedentes de existencia de actos vandálicos intensos, se podrá exigir que las luminarias tengan carácter antivandálico incluso con alturas de montaje superiores a la expresada en el párrafo anterior.

Cuando se proyecten e instalen columnas de chapa, deberán responder a tipos homologados por el Ministerio de Industria. La instalación de columnas de otro material requerirá justificación satisfactoria, entretanto no se publique normativa al respecto; de cualquier forma, será requisito indispensable que dispongan de placa de anclaje compatible con columnas de chapa de la misma altura. Las columnas de más de 4 m. de altura dispondrán la portezuela para realización de las conexiones a una altura mínima de 2,5 m. sobre la rasante de la acera.

Hasta 4 m. de altura, no dispondrán de portezuela realizándose la conexión-derivación con la columna desmontada de la peana, montándola posteriormente e instalando el fusible o magnetotérmico en la luminaria propiamente dicha.

Para parques, jardines y, en general, columnas de altura inferior a seis (6) mts., se usarán columnas de fundición u otro material que presente adecuada rigidez, construidas de forma ornamental.

No se permitirá alturas de implantación superiores a los catorce (14) mts., a menos que los soportes estén dotados de mecanismos de elevación y descenso de las luminarias desde una altura no superior a la expresada.

Para la iluminación de calles donde exista tráfico rodado no se instalarán luminarias a menos de seis (6) mts. de altura. En forma excepcional, se podrá autorizar alturas menores en calles con tráfico rodado cuando en el momento del proyecto existan árboles de gran porte que impidan la iluminación desde las alturas normales.

Para la implantación de las luminarias será preferible las siguientes disposiciones.

<b>Tipo de vía</b>	<b>Disposición</b>
Calles o viales de 1º orden	Bilateral pareada y/o central
Calles o viales de 2º orden	Bilateral pareada y/o trebolillo
Calles o viales de 3º orden	Unilateral
Parques y jardines 4º orden	-----

En aceras de cinco metros (5 m.) o mas se reforzara el alumbrado vial con alumbrado peatonal

No se situarán puntos de luz a menos de cinco (5) mts., de las esquinas o en lugares donde puedan causar deslumbramientos.

Los apoyos para los puntos de luz se situarán siempre en la vía pública. Los apoyos al suelo se ubicarán a una distancia mínima de 0'50 mts., medidos desde el límite de la calzada; entre la cara interior de la columna y la fachada o cerramiento deberá quedar el espacio mínimo que fije la normativa para la supresión de barreras arquitectónicas. Cuando no sea posible cumplir estos dos requisitos, los apoyos se situarán lo más cerca posible de la línea de fachada o cerramiento, siempre que no puedan ser medio

de acceso a las edificaciones colindantes. No se situarán en el interior de parterres o zonas de jardines.

Las cimentaciones para los apoyos deberán presentar un coeficiente de seguridad al vuelco no inferior a 1'5; deberán estar dotados de cuatro pernos de fijación roscados a M24 para columnas de altura superior a seis (6) mts. y de M20 para alturas iguales o inferiores a seis (6) mts. La situación de los pernos se hará siempre de acuerdo con la normalización establecida por el Ministerio de Industria.

El aplomado de las farolas se conseguirá mediante una correcta nivelación de la superficie superior a la cimentación, quedando expresamente prohibido el aplomado mediante el uso de tuercas bajo la placa de anclaje.

#### **Artículo 2.21.- Alimentación de las instalaciones.**

Como norma general, las instalaciones de alumbrado público se proyectarán para ser alimentadas con un sistema trifásico de tensiones de 380 V nominales entre fases y 220 V entre fases y neutro. Cuando la tensión disponible en el sector, por parte de la empresa suministradora de energía, fuera de 220 V entre fases, los conductores se dimensionarán de acuerdo con la tensión disponible pero en la instalación se añadirá un cuarto conductor destinado a usarse como conductor de neutro si en el futuro se pudiera alimentar a 380 V.

El factor de potencia de la instalación deberá ser tal que en los consumos de energía eléctrica no se produzcan recargos por este concepto; si el suministro de energía se contratara en tarifa a la que no fuera aplicable complemento por consumo de reactiva, el factor de potencia se mantendrá en valores similares a los indicados para las tarifas en las que sí lo sea.

La compensación inicial del factor de potencia deberá realizarse en cada punto de luz y no de forma concentrada.

#### **Artículo 2.22.- Red de Conductores.**

El tendido de conductores se realizara mediante canalización subterránea por terrenos públicos, no permitiéndose las canalizaciones subterráneas ni los tendidos aéreos por propiedad privada.

El tendido no podrá discurrir bajo el pavimento destinado al tráfico rodado más que en los imprescindibles puntos de cruce de calzada; tampoco se permitirá su paso bajo

parterres de jardinería, salvo justificación en contra.

Los conductores subterráneos se tenderán en zanjas dotadas de tubos que permitan la fácil reposición de los averiados. El número de tubos por zanja será igual al de conductores pertenecientes a distintos circuitos; en los cruces de calzadas deberá quedar como mínimo un tubo libre. Se emplearán tubos rígidos de PVC convenientemente embebidos en hormigón en masa; para las acometidas a los pies de las farolas podrán emplearse tubo coarrugado; en cualquier caso, los diámetros a usar estarán comprendidos entre 60 y 80 mm.

Las zanjas estarán dotadas de arquetas en los puntos que a continuación se relacionan, como mínimo:

- a.- En cada punto de luz
- b.- En cada cambio de dirección.
- c.- En cada extremo de un cruce de calzada.
- d.- Cada 30 mts. de zanja.

Cuando en un punto concreto coincida que habría de situarse arquetas por más de uno de los criterios antes enunciados, serán suficiente con colocar una.

Las arquetas que se sitúen en los cruces de calzada o en los puntos donde se bifurque la canalización subterránea deberán ser de unas dimensiones mínimas de 40 x 40 cm.; en los restantes puntos podrán ser de menores dimensiones.

Las tapas de estas arquetas, una vez colocadas, deberán resistir sin roturas ni deformaciones permanentes una carga de 500 Kg., aplicada en una superficie de 10x10 cms. y estarán construidas en materiales cuyo hurto sea poco rentable o estar debidamente fijadas a la arqueta para evitar esos actos.

Las canalizaciones de alumbrado público deberán prolongarse hasta los límites de todos los viales de la unidad de ejecución, colocando al final de estas una arqueta de continuidad para futuras conexiones con otras U.E. o con el consolidado.

La red de conductores se diseñará de tal forma que la intensidad de cálculo a la salida del centro de mando no supere los 32 A., en ninguna de las líneas; se entiende por intensidad de cálculo la que resulte de aplicar a las lámparas los coeficientes previstos en la Instrucción Complementaria MI BT 009 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, o texto legal que la sustituya.

La red de conductores se diseñará procurando que del Centro de Mando partan varias líneas de distribución con el fin de que una avería en la red afecta a parte del alumbrado y no a la totalidad. Si esta solución no fuera técnica o económicamente aconsejable, en puntos estratégicos donde se instalen cajas de derivación se instalarán protecciones que permitan una sectorización similar.

La alimentación a puntos de luz que iluminen zonas verdes o interiores de plazas constituirá un circuito independiente del de las calles que las circundan.

En los conductores con sección igual o superior a 25 mm<sup>2</sup>. no deberá conectarse ningún punto de luz; los conductores de estas secciones se emplearán únicamente como transporte de energía debiendo alimentar bien a un Centro de Mando o bien a una caja repartidora en la que se sitúen protecciones para las distintas líneas que partan de ella.

No se utilizarán conductores comunes para circuitos diferentes. Como excepción se permitirá el empleo común de un hilo del circuito de potencia para misiones de control, en este caso, los conductores de control distintos del neutro deberán ser unipolares y claramente diferenciables entre sí y con respecto al conductor principal.

No se admitirán empalmes del cableado en las conducciones o arquetas, debiendo realizarse en la caja de conexiones a 2,5 mts. de altura que tendrán los báculos de más de 4 mts. de altura, y en la luminaria en los báculos de 4 mts. de altura y en las columnas de 4 ó menos mts. de altura tal como se ha indicado en el apartado 2-20, debiendo quedar las conexiones a unos 30 cm. sobre la cota del terreno.

#### **Artículo 2.23.- Equipos de Medida y Centros de Mando.**

Los equipos de medida deberán ubicarse en la vía pública; si ello no fuera posible o aconsejable se situarán en lugar accesible tanto al personal de la Cía Suministradora de energía como al de este Excmo. Ayuntamiento, pero nunca en el interior de una propiedad privada. Se procurará que queden cerca del Centro de Mando y también de los centros de transformación y distribución de energía eléctrica.

Los equipos de medida se situarán en el interior de armarios dotados de cierre por candado, estarán contruidos de forma y materiales resistentes a la intemperie y actos vandálicos, serán de modelo autorizado por la Cía Suministradora de energía, y dispondrán de mirillas u otros dispositivos que permitan tomar la lectura de los contadores sin el auxilio del personal de la citada empresa.

El circuito amperimétrico de los contadores trifásicos no se conectará directamente a la red, sino que lo hará a través de transformadores de intensidad de 5 A. de intensidad nominal secundaria.

Los mecanismos de control de encendido y protección de los circuitos (Centros de Mando) se ubicarán, preferentemente, en armario separado del equipo de medida; caso de que fuera aconsejable ubicarlos en armario común, los contadores estarán en compartimento separado y con puerta independiente al Centro de Mando

Los armarios de los Centros de Mando estarán contruidos de forma y material resistentes a la intemperie y a los actos vandálicos y, si fueran metálicos estarán puestos a tierra; dispondrán de cierre por candado.

Los Centros de Mando deberán ubicarse en la vía pública, lo mas cerca posible de la línea de fachada o cerramiento.

Los centros de Mando podrán ubicarse sobre una peana de 30 cm de altura en aceras cuyo ancho no sea inferior a 1'50 mts. Si la anchura de la acera fuera menor, debería instalarse en posición elevada; siempre que se instale de esta forma, la parte inferior del armario deberá quedar a una altura no inferior a 2'20 mts., ni superior a 2'50 mts.

Los Centros de Mando deberán contener los siguientes dispositivos.

- a.- Interruptor general automático de corte omnipolar.
- b.- Conmutadores de tres posiciones (O-apagado, 1-encendido automático, 2-encendido manual.).
- c.- Contactores
- d.- Magnetotérmicos de protección para el circuito de control.
- e.- Controlador electrónico, con corrección automática de horario en función de la fecha, reserva de programación en caso de corte de corriente de hasta 24 horas y que no necesite de instrumentos especiales para su programación.
- f.- Magnetotérmicos y diferenciales independientes para cada línea de salida.

Se instalarán interruptores diferenciales de 30 m.A de sensibilidad por cada circuito, siendo estos del tipo que garantice su resistencia a las acciones intespectivas (rayo, etc.), para asegurar que no existirán tensiones de contacto superiores a las reglamentarias deberá calcularse e instalarse adecuadamente las puestas a tierra necesarias.

#### **Artículo 2.24.- Red de energía eléctrica.**

La red de energía eléctrica se proyectará de acuerdo al Reglamento de Baja Tensión, Reglamento de Líneas de Alta Tensión, Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Real Decreto de Acome-tidas y cuantas disposiciones vigentes en la materia le sean de aplicación.

#### **Artículo 2.25.- Previsión de Cargas.**

A los efectos del calculo del consumo eléctrico, se considerara la carga por vivienda y locales prevista en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y disposiciones complementarias. Cuando no pueda preverse la tipología de viviendas y consecuen-temente su grado de electrificación este se consideraran de grado "B".

Se considerará además la necesaria para el suministro al alumbrado público, con los coeficientes especificados en los reglamentos reseñados en el artículo 2.19

Los casos especiales de consumo de equipamientos se justificarán debidamente, no obstante como previsión se consideraran los siguientes cargas para cada uno de ellos, salvo cuando se justifiquen.

- Equipamiento escolar. 5 Kw/100 m2
- Equipamiento sanitario. 5 Kw/100 m2
- Equipamiento deportivo. 2 Kw/100 m2
- Equipamiento. 3 kw/100 m2

#### **Artículo 2.26.- Criterios de diseño.**

La red de baja tensión para dar servicio a las diferentes edificaciones se realizará en anillos cerrados, partiendo de los Centros de Transformación y seccionados en los puntos de mínima tensión.

En los puntos de suministro se colocarán armarios de seccionamiento.

Todas las nuevas líneas serán subterráneas. En el suelo consolidado, la instalación de estas nuevas redes deberá prever el futuro suministro de los solares y edificaciones existentes en su trazado de acuerdo con las viviendas posibles según la Norma de aplicación, de tal manera que no sea necesario realizar nuevamente tendidos de redes cuando se construyan dichas viviendas.

Los tendidos de líneas en media o baja tensión aéreas, serán transformados en subterráneos.

Los tendidos en Alta Tensión no podrán estar en los vuelos de espacios parcelados edificables.

Los transformadores se ubicarán preferentemente en los centros de gravedad de las cargas, en parcelas privadas, con acceso directo desde vial público o a nivel de calle, aislados o integrados en la edificación.

#### **Artículo 2.27.- Red de Telefonía.**

Los proyectos de urbanización deberán incluir la red de canalizaciones que sea necesaria realizar para dotar de servicio telefónico a todas las parcelas, sin tendido aéreo alguno sobre el dominio público, con informe favorable de la Compañía Gestora de adecuación a sus normas.

Se suprimirá el tendido aéreo existente sobre el dominio público transformándose en subterráneo, no permitiéndose la colocación de ninguna nueva línea que no sea subterránea.

Se adaptará a las normas establecidas por la Compañía que ostente el servicio.

### **Artículo 2.28.- Instalaciones de gas.**

Aquellas urbanizaciones en que se desee ejecutar la instalación de gas canalizado, deberán incluir en el proyecto conjunto de urbanización, la separata correspondiente a este tipo de instalaciones, que deberán ser subterráneas, proyectadas de acuerdo a la normativa que le sea de aplicación.

Los depósitos de abastecimiento deberán ir situadas en parcela privada.

La situación de las redes deberán ir reflejadas en el plano de coordinación de servicios; si la red no cupiese bajo las aceras por no guardar las distancias reglamentadas para cada clase de canalizaciones se llevarán por calzadas, lo más próximo posible a la línea de bordillo.

### **Artículo 2.29.- Otros servicios.**

Cualquier otro servicio que se pretenda colocar, cuyas canalizaciones a líneas discurran por el dominio público, deberán ser subterráneas y se estudiará su incidencia en los planos de coordinación de servicios, para las distintas secciones de calle.

Cualquier elemento de almacenamiento o distribución necesario para cualquier otro servicio se ejecutara en parcela privada.

### **Artículo 2.30.- Espacios libres.**

Se clasificarán en:

**Jardines:** Aquellos espacios libres en los que la superficie destinada a la plantación de especies vegetales es superior al 60 % del total, pudiendo destinarse el resto no ocupado por la jardinería a paseos y zonas peatonales ya sean pavimentadas o de tierra batida.

**Juego de Niños:** Aquellos espacios libres que por sus dimensiones y en cumplimiento de los estándares correspondientes, se destinan a este uso concreto, por lo que la mayor parte de la superficie se dispondrá de tal manera que pueda dedicarse al recreo de los niños.

**Aceras peatonales, paseos y plazas:** Aquellas espacios libres donde la superficie con posibilidades de tránsito u ocupación de las personas, es superior al 40% del total, debiendo estar esta superficie pavimentada, salvo la zona que se destine a juego de niños.



**Zonas deportivas públicas:** Aquellos espacios libres públicos destinados a la practica de actividades deportivas al aire libre y con al menos un 20 % de superficie ajardinada.

### **Artículo 2.31.- Criterios de diseño**

Se tendrá en cuenta en cualquier espacio libre para su diseño la tipología y características del entorno, formas y tipología del terreno, rasantes de viales colindantes y cualquier elemento que puede incidir o realzar el diseño.

Se tenderá a dar el máximo relieve y movimiento, resaltando las alturas de parterres, mediante volumen adecuado de las tierras, con una pendiente mínima del 10 % cuando su destino sea la plantación de gramíneas o especies tapizantes.

Las zonas que se dispongan para Juego de niños se tratarán con arena tipo albero o gravilla, instalándose los juegos infantiles en las mismas.

El arbolado se procurará disponerlo de forma que proyecte su sombra durante el máximo tiempo posible sobre las zonas de reunión y relación de personas, así como de juego de niños.

En las zonas peatonales de mas de 3 ó más m. de ancho se dispondrá de arbolado, con cadencia próxima a los 5m., debiendo estudiarse su instalación en aquellas que aún de menor ancho, las circunstancias físicas de número de redes que discurren bajo el pavimento permitan su instalación sin afcción a las mismas y proporcionados en altura y desarrollo a la tipología de viviendas que vayan a construirse en las manzanas colindantes.

### **Artículo 2.32.- Alumbrado de los espacios libres.**

En general se alumbraran con el criterio expresado en el artículo 2.16 correspondiente a viales de cuarto orden.

Las zonas deportivas se alumbrarán siguiendo el criterio de utilización de las mismas.

### **Artículo 2.33.- Instalaciones de riego.**

Se proyectará un sistema de goteo para el arbolado y de aspersion para las praderas de gramíneas o especies tapizante, con las mínimas tomas posibles de la red de distribución de agua.

El funcionamiento del sistema de riego será automático y dispondrá como mínimo de programador para una estación y electroválvulas, debidamente sectorizadas para su utilización sin pérdidas de presión. La conexión se realizará independiente del alumbrado público, salvo en los casos en que los programadores dispongan de reserva

de energía para funcionamiento de una semana como mínimo, en cuyo caso sí podrá conectarse al alumbrado.

Como refuerzo a este riego y para limpieza viaria se proyectaran bocas de riego tipo Cartagena a razón de una por cada cuatrocientos metros cuadrados (400 m<sup>2</sup>).

La instalación se procurara que tenga las mínimas conexiones posibles a la red de agua potable, y se dotará de contador.

#### **Artículo 2.34.- Especies vegetales.**

Se proyectarán la plantación de especies vegetales autóctonas o aquellas de probada aceptación en la zona.

El arbolado tendrá como mínimo una altura de 2'5 mts. y una circunferencia de 12 cm. Las especies de arbolado recomendado serán:

Ficus Rubiginosa	(ficus)	Ficus Nitida	(ficus hoja pequeña)
Pinus Pine	(pino piñonero)	Pinus Halepiensis	(pino carnosos)
Pinus Canariensis	(pino canario)	Araucaria Excelsa	(araucaria)
Cupresus Arizónica	(ciprés de Arizona)	Cupresus Sempervirens	(ciprés piramidal)
Juniperus Communis	(enebro)	Thuja Orientalis	(Tuya)
Phoenix Canariensis	(palmera de Canarias)	Phoenix Dactilifera	(palmera datilera)
Ph.Wasintonia Filifera	(palmera abanico)	Ph. Wasingtonia Robusta	(palmera abanico)
Chamaerops Humilis	(palmito)	Chamaerops Excelsa	(palmera de Java)
Olea Europeae	(olivo)	Quercus Ilex	(encina)
Brachichiton Acerifolium	(árbol botella)	Acacia Dealbata	(mimosa)
Celtis Australis	(árbol de Judea)	Laurus Nobilis	(laurel común)
Citrus Amara	(naranja borde)	Catalpa Bignoioide	(catalpa)
Jacaranda Mimosif	(jacaranda)	Lagaestroemia Indica	(árbol de Júpiter)
Platanus Orientalis	(plátano de sombra)	Populus Alba Piramidalis	(chopo blanco)
Populus Nigra Italica	(chopo piramidal)	Prunus Pissardi	(ciruelo borde)
Tetraclinis Articulata	(ciprés Cartagena)	Tipuana uspeciosa	(palo rosa)

**Las especies de tapizantes y de arbustos recomendados serán:**

Chamaeciparis	(ciprés fúnebre)	Cotoneaster	
Eunonimus	(evónimus)	Genista	(retama)
Tuniperus	(enebro)	Portu Lacaria	(portulaca)
Hibiscus Rosa Sinensis	(Hibiscus)	Hibiscus Mutabilis	(rosal del engaño)
Hibiscus Syriacus	(altea)	Dracaenas	(Drácenas)
Laurus Nobilis	(laurel común)	Laurus Cerasus	(laurel borde)
Yucca Elephantipe	(Yucca)	Anthemus	(margarita de bola)
Phonium Tenax	(cintas)	Pittosporum Tubiria	(pitosporo)
Rosales Multifloro	(rosal)		

### **Artículo 2.35.- Juegos Infantiles y Mobiliario.**

Se dispondrán de bancos y papeleras en todos los espacios libres, en número y proporción al diseño efectuado, con criterios de calidad, durabilidad y fácil mantenimiento.

En los juegos de niños se optará por aquellos que no tengan aristas vivas y preferiblemente los estáticos a los que tienen movimiento y los de madera a los metálicos.

En las zonas deportivas se incluirá en el diseño la construcción de bancos o gradas en proporción adecuada al tamaño del espacio deportivo, además de los elementos auxiliares necesarios para la práctica deportiva que se haya establecido.

### **CAPITULO 3.- DE LOS MATERIALES Y SU CONTROL.**

Art. 3.00.- Generalidades.

Art. 3.01.- De los componentes para viales.

Art. 3.02.- Terraplenes y material de la explanación.

Art. 3.2.1- Control de calidad del material.

Art. 3.2.2- Control de compactación.

Art. 3.03.- Subbases Granulares.

Art. 3.3.1- Control de calidad del material.

Art. 3.3.2- Control de compactación.

Art. 3.04.- Bases granulares.

Art. 3.4.1- Control de calidad del material.

Art. 3.4.2- Control de compactación.

Art. 3.05.- Pavimentos de mezclas bituminosas.

Art. 3.5.1- Control de calidad del material.

Art. 3.5.2- Control de compactación.

Art. 3.06.- Pavimentos de hormigón.

Art. 3.07.- Pavimentos de baldosa para tráfico mixto.

- Art. 3.08.- Pavimentos de baldosa.
- Art. 3.8.1- Control de calidad del material.
- Art. 3.09.- Bordillos.
- Art. 3.10.- De los componentes del alcantarillado.
- Art. 3.11.- Tuberías a emplear en el sistema de saneamiento.
- Art. 3.12.- De los componentes de la red de aguas.
- Art. 3.13.- Tuberías a emplear en la red de aguas.
- Art. 3.14.- Piezas especiales de la red de aguas.
- Art. 3.15.- De los componentes del sistema contra incendios.
- Art. 3.16.- De los componentes del alumbrado publico.
- Art. 3.17.- De los componentes de la red de baja y media tensión.
- Art. 3.18.- De los componentes de las canalizaciones de telefonía
- Art. 3.19.- De los componentes de las instalaciones de gas.
- Art. 3.20.- De la tierra vegetal.

### **Artículo 3.0.- Generalidades**

Se definen en este capítulo los materiales básicos a emplear en las obras de urbanización clasificándolos por servicios urbanísticos.

En general la calidad de los materiales será la definida en cada uno de los distintos Pliegos Generales de Prescripciones Técnicas que están en vigor para cada tipo de obra, no obstante se referencian las de uso mas común especificando las pruebas de cada uno de ellos y la periodicidad de las mismas

### **Artículo 3.1.- De los componentes para viales**

Las características de los distintos componentes para viales, serán las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, con las características que se indican en los siguientes artículos.

### **Artículo 3.2.- Terraplenes y material de la explanación.**

El paquete de firme se extenderá como mínimo sobre un suelo calificado de adecuado que deberá cumplir las siguientes condiciones:

- a) Carecer de elementos de tamaño superior a 10 centímetros (10 cm) y sin cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.
- b) Su límite líquido será inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ).
- c) La densidad máxima correspondiente al ensayo proctor normal no será inferior a un kilogramo setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1,750 kg/dm<sup>3</sup>).

- d) El índice CBR será superior a cinco (5) y el hundimiento medido en dicho ensayo, será inferior al dos por ciento (2%).
- e) El contenido en materia orgánica será inferior al uno por ciento (1%).

#### **Artículo 3.2.1.- Control de calidad del material.**

Por cada 5.000 m3. o fracción (y siempre que cambie el material) se realizarán los siguientes ensayos.

- 1 Granulométrico S/NLT 150/72.**
- 1 Ensayo límite de Atteberg S/NLT 105 Y 106.**
- 1 Próctor modificado S/NLT 108/72.**
- 1 Índice CBR S/NLT 111.**
- 1 Contenido en materia orgánica.**

#### **Artículo 3.2.2.- Control de compactación.**

Por cada 3.000 m2. o fracción se realizarán:

- 5 Determinaciones de Densidad "in situ".
- 5 Determinaciones de humedad "in situ".

Se aceptarán aquellos suelos que cumplan:

En núcleo del terraplén

- Valor unitario mínimo > 96% P. Modificado
- Valor unitario del lote > 98% P. Modificado

En coronación (50 cm. superiores)

- Valor unitario mínimo > 98% P. Modificado
- Valor medio del lote >100% P. Modificado

#### **Artículo 3.3.- Subbase Granulares**

Se definen como subbase granular la capa de material granular situado entre la base y el firme de la explanada

Las características del material serán las siguientes:

##### **a) Curva Granulométrica**

Estará comprendida en alguno de los usos S1, S2, S3, que a continuación se

especifican

<b>CEDAZOS Y TAMICES UNE</b>	<b>CERNIDO S1</b>	<b>PONDERAL S2</b>	<b>ACUMULADO % S3</b>
<b>50</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
<b>25</b>	<b>-</b>	<b>75-95</b>	<b>100</b>
<b>10</b>	<b>30-65</b>	<b>40-75</b>	<b>50-85</b>
<b>5</b>	<b>25-55</b>	<b>30-60</b>	<b>35-65</b>
<b>2</b>	<b>15-40</b>	<b>20-45</b>	<b>25-50</b>
<b>0'4</b>	<b>8-20</b>	<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
<b>0'08</b>	<b>2-8</b>	<b>5-15</b>	<b>5-15</b>

b) La fracción cernida por el Tamiz 0'080 UNE será menor que los (2/3) de la fracción cernida por el Tamiz 0'40 UNE en peso

c) El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Angeles, según norma NLT-149/72 será inferior a 50

d) El CBR será superior a 20 determinado de acuerdo a la norma NLT-III/58

e) El material empleado será no plástico y su equivalente de arena será superior a (30) determinado de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT 106/72, NLT 113/72

### **Artículo 3.3.1.- Control de calidad del material.**

El número de ensayos para el control de las subbases en función de la superficie de vial o fracción será el siguiente.

<b>N°ENSAYOS</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>SUP.VIAL M2.</b>
<b>1</b>	<b>Coeficiente de desgaste</b>	<b>3.000</b>
<b>1</b>	<b>Curva granulométrica</b>	<b>3.000</b>
<b>1</b>	<b>CBR</b>	<b>3.000</b>
<b>1</b>	<b>Plasticidad y equivalente de arena</b>	<b>2.000</b>
<b>1</b>	<b>Próctor modificado</b>	<b>2.000</b>

### **Artículo. 3.3.2.- Control de compactación.**

Por cada 2.000 m2 o fracción se efectuarán:

- 5 Determinaciones de Densidad "in situ"
- 5 Determinaciones de Humedad "in situ"

Se aceptarán aquellos suelos que cumplan:

### **Calzadas**

- Valor unitario mínimo > 98% Próctor modificado.
- Valor medio del lote >100% Próctor modificado.

### **Aceras**

- Valor unitario mínimo > 93% Próctor modificado.
- Valor medio del lote > 95% Próctor modificado.

## **Artículo 3.4.- Bases Granulares**

Se definen como bases granulares la capa de material granular situado entre la subbase y la capa intermedia o de rodadura las bases granulares que se recomiendan son aquellas en las que la granulometría del conjunto de los elementos que lo componen es de tipo continuo.

Las características del material serán las siguientes:

### **a) Curva granulométrica**

Estará comprendida en alguno de los usos Z 1 y Z 2 que a continuación se especifican:

<b>CEDAZOS Y TAMICES UNE</b>	<b>CERNIDO PONDERAL ACUMULADO %</b>	
	<b>Z 1</b>	<b>Z 2</b>

---

<b>50</b>	<b>100</b>	<b>--</b>
<b>40</b>	<b>70-100</b>	<b>100</b>
<b>25</b>	<b>55-85</b>	<b>70-100</b>
<b>20</b>	<b>50-80</b>	<b>60-90</b>
<b>10</b>	<b>40-70</b>	<b>45-75</b>
<b>5</b>	<b>30-60</b>	<b>30-60</b>

2	20-45	20-45
0'40	10-30	10-30
0'08	5-15	5-15

---

b) La fracción cernida por el Tamiz 0'080 UNE será menor que la mitad (1/2) de la fracción cernida por el Tamiz 0'40 UNE, en peso

c) El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de los Angeles, determinado según la Norma NLT-149/72 será inferior a 35

d) El material empleado será no plástico y su equivalente de arena será superior a treinta (30) determinado de acuerdo con las normas de ensayo NLT-105/72, NLT/106/71, NLT 113/72.

#### Artículo 3.4.1.- Control de calidad del material.

El número de ensayo para el control de las bases en función de la superficie de Vial o fracción será el siguiente:

NºENSAYOS	ESPECIFICACION	SUP.VIAL M2
1	Curva granulométrica	2.000
1	Coeficiente de desgaste	2.000
1	Plasticidad y equivalente de arena	1.000
1	Próctor modificado	1.000
1	Elementos con dos o más caras de fractura	2.000

---

#### Artículo 3.5.- Pavimentos de mezclas bituminosas

Se definen como pavimentos de mezcla bituminosas las capas de rodadura e intermedia, si la hubiese, realizadas con este material en caliente.

Los tipos de mezclas a emplear según la capa y el espesor de esta serán.

ESPESOR DE LA CAPA	TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA
--------------------	--------------	----------------

---

4 cm.	Intermedia	D.S.G.A. - 12
-------	------------	---------------



4 - 6 cm.	Intermedia	D.S.G.A. - 20
4 cm.	Rodadura	D.S.G.A. - 12
4 - 6 cm.	Rodadura	D.S.G.A. - 20

---

DONDE:

D = densa	12 en mm. máximo tamaño del árido
S = semidenso	
G = gruesa	20 en mm. máximo tamaño del árido
A = abierto	

Si se hubiesen de ejecutar otros tipos de espesores y capas se adaptarán al P.G.3.

Los betunes a emplear en las mezclas bituminosas cumplirán las especificaciones del artículo 211 del P.G.P.T. para Obras de Carreteras y Puentes (PG 3).

El control de betunes se efectuará cuando la superficie de vial rodado sea menor de 20.000 m<sup>2</sup> con la simple acreditación actualizada de la planta suministradora de las mezclas de utilizar, betunes homologados, cuando la superficie del vial rodado sea superior a los 20.000 m<sup>2</sup>, se ejecutarán los ensayos previstos en el Artículo 211 del P.G.P.T. para Obras de Carreteras y Puentes, por cada fracción de 20.000 m<sup>2</sup>.

Los materiales cumplirán las siguientes especificaciones:

Estabilidad Marshall:	Valor medio mínimo	1.000 Kg.
Deformación Marshall:	Valor medio mínimo	2 mm.
	Valor medio máximo	3,5mm.
Contenido de betún:	Según tipo de mezcla.	
Granulométrico :	Según tipo de mezcla.	
Huecos en mezcla :	Capa de rodadura	4 a 6%.
	Capa intermedia	4 a 8%.
Huecos de árido :	Mezcla D.S.6-12	Valor mínimo 15%.
	Mezcla D.S.6-20	Valor mínimo 14%.

Desgaste de los Angeles:Capa de rodadura

ó intermedia

Valor mínimo 25%.

Porcentaje de ancho porfídico:

Fracción superior a 5 mm. Valor mínimo 100%.

Porcentaje de elementos con dos o más caras fractura:

Capa de rodadura o intermedia Valor mínimo 100%

Relación filler betún

Capa de rodadura 1,3  
Capa intermedia 1,2

¡Error! Marcador no definido.	TIPOS	DE	MEZCLA	
	CERNIDO	PONDERAL	ACUMULADO (%).	
Calzadas y tamices UNE	M. DENSAS D12 D20	M.SEMIDENSAS S12 S20	M. GRUESAS G12 G20	M. ABIERTAS A12 A20
40	-- --	-- --	-- --	-- --
25	-- 100	-- 100	-- 100	-- 100
20	100 80-95	100 80-95	100 75-95	100 65-90
12,5	80-95 65-80	80-95 65-80	75-95 55-75	65-90 45-70
10	72-87 60-75	71-86 60-75	62-12 47-67	50-75 35-60
5	50-65 47-62	47-62 43-58	30-48 28-46	20-40 15-30

<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	<b>TIPOS</b>	<b>DE</b>	<b>MEZCLA</b>	
	<b>CERNIDO</b>	<b>PONDERAL</b>	<b>ACUMULADO (%).</b>	
2,5 0,63 0,32 0,16 0,080	35-50 18-30 13-23 7-15 4-8	30-45 15-25 10-18 6-13 3-7	20-35 8-20 5-14 3-9 2-5	5-20    2-4
% Peso ligante en peso respecto al árido*	4,0- 6,0	3,5-5,5	3,0-5,0	2,5-4,5

\*. Se determinará en laboratorio.

### **Artículo 3.5.1. Control de calidad del material.**

El número de ensayos a realizar será en función de la superficie de vial

<b>Nº ENSAYOS</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>SUPERFICIE</b>
2	Marshall (sobre 3 probetas con determinación de: densidad, estabilidad y deformación)	10.000 m2.
1	Granulométrico áridos	10.000 m2.

1	Determinación contenido betún	10.000 m2.
2	Determinación de huecos	10.000 m2.
1	Porcentaje árido porfídico en rodadura	10.000 m2.
1	Desgaste Los Angeles de áridos	20.000 m2.
1	Equivalente arena	20.000 m2.
1	Granulométrico mezcla áridos	20.000 m2.
1	Densidad relativa en aceite de parafina	20.000 m2.
1	Ensayo elementos con dos o más caras fracturas	20.000 m2.

-----  
--

### **Artículo 3.5.2. Control de compactación.**

Por cada 1.000 m2 se realizarán los siguientes ensayos:

2-Ud. de probetas testigo para determinar densidad y espesor.

Los criterios de aceptación serán:

Valor unitario	mínimo	>96%	del	Marshall
Valor medio del lote	>97%	del Marshall		

### **Artículo 3.6.- Pavimentos de Hormigón**

Se define como pavimentos de hormigón el constituido por losas de hormigón en masa ó por una capa continua de hormigón armado.

Los hormigones a utilizar en pavimentos se definirán por su resistencia característica a 28 día a flexofracción, admitiéndose.

<b>H. para pavimento</b>	<b>Fckf (Kg/cm2)</b>
HP-40	40

El control de la calidad del hormigón se realizará por probetas rotas a los 28 días, tomados del vertido de la muestra de acuerdo a la Instrucción para Hormigón Armado y en Masa EH-91, con un lote de 4 probetas cada 500 m<sup>2</sup> de superficie vial.

### **Artículo 3.7.- Pavimentos de baldosa para tráfico mixto**

Tendrán las mismas consideraciones que los pavimentos de hormigón considerando la baldosa como elemento ornamental carente de resistencia.

Las características de los materiales, hormigón y baldosas, serán las propias definidos en cada apartado; y su control el especificado en los mismos.

### **Artículo 3.8.- Pavimentos de baldosa**

Son aquellos cuyo último capa es una baldosa y se destinan a tráfico peatonal.

Las baldosas que se admitirán serán las baldosas hidráulicas, las de terrazo y de hormigón.

Las características de las baldosas son las especificadas en la NORMA UNE 127001.

#### **Artículo 3.8.1.- Control del material.**

El control de calidad de las baldosas que se realizará en función de la superficie o fracción del pavimento será el siguiente.

<b>Nº ENSAYO</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>SUPERFICIE</b>
1	Resistencia al desgaste	500 m <sup>2</sup>
1	Resistencia a flexión	1.000 m <sup>2</sup>
1	Absorción de agua	1.000 m <sup>2</sup>

Las aceras se realizarán sobre una base de hormigón de 10 cm. de espesor y una subbase granular de 15 cm.

### **Artículo.-3.9. Bordillos**

Se definen como bordillo las piezas de piedra o elementos prefabricados de hormigón colocados sobre una solera adecuada que constituyen una faja o cinta que delimita la superficie de calzada, la de acera o la de un andén.

Las características de los bordillos son las especificadas en el P.G.T.G. para obras de carreteras y puentes (PG 3).

El control de calidad de los bordillos se realizará en función de los ml lineales de bordillo a colocar y será el siguiente.

<b>Nº ENSAYO</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>ML</b>
1	Peso específico	500 ml
1	Resistencia a flexión	1000 ml

Los bordillos de las calles clasificadas como de 1ª y 2ª orden, serán del tipo denominado DOBLE CAPA, con textura cerrada en las caras vistas.

El bordillo deberá cumplir que su resistencia a flexión será superior a 5,5 N/mm<sup>2</sup>.

### **Artículo 3.10.- De los componentes del alcantarillado**

Las características de los distintos elementos que componen el sistema de saneamiento serán las definidas en el Pliego de Proscripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento a Poblaciones con las características que se indican en los siguientes artículos.

### **Artículo 3.11.- Tuberías a emplear en el sistema de saneamiento**

En general la tubería a emplear en el sistema de saneamiento será de hormigón en masa o armado de acuerdo a las clasificaciones siguientes, en función de su serie y las cargas lineales equivalentes expresadas en kilopondios por metro lineal para cada diámetro con un valor mínimo de 1.500 Kp/ml

### **TUBOS DE HORMIGON EN MASA**

<b>DIAMETRO NOMINAL mm.</b>	<b>SERIE A 4000K/m2</b>	<b>SERIE B 6000k/m2</b>	<b>SERIE C 9000K/m2</b>	<b>SERIE D 12000k/m2</b>
---				
200	1.500	1.500	1.500	2.400
300	1.500	1.800	2.700	3.600
400	1.600	2.400	3.600	4.800
500	2.000	3.000	4.500	6.000
600	2.400	4.600	5.400	7.200
700	2.800	6.200	6.300	8.400
800	3.200	4.800	7.200	9.600

### **TUBOS DE HORMIGON ARMADO**

<b>DIAMETRO NOMINAL mm.</b>	<b>SERIE B 6000K/m2</b>	<b>SERIE C 9000K/m2</b>	<b>SERIE D 12000K/m2</b>
300	1.800	2.700	3.600
400	2.400	3.600	4.800
500	3.000	4.500	6.000
600	3.600	5.400	7.200
700	4.200	6.300	8.400
800	4.800	7.200	9.600
1.000	6.000	9.000	12.000
1.200	7.200	10.800	14.000
1.400	8.400	12.600	16.800
1.500	9.000	13.500	18.000
1.600	9.600	14.400	19.200
1.800	10.800	16.200	21.600
2.000	12.000	18.000	24.000
2.200	13.200	19.800	26.400
2.400	14.400	21.600	28.800
2.500	15.000	22.500	30.000

En viales y bajo cargas de tráfico, la serie a colocar será la C o D.

Los tubos tendrán campana armada con junta elástica

El diámetro 200 tan solo se utilizará para acometidas domiciliarias individuales, las cuales serán todas de P.V.C., color teja ejecutando el entronque a la red general con taladro mecánico y junta elástica. Las acometidas dispondrán de arqueta sifónica en acera.

Las pruebas a que se someterán los tubos por cada 500 ml o fracción y para cada diámetro, previo a la colocación en obra serán la de estanqueidad, y aplastamiento y flexión longitudinal de acuerdo a lo previsto en el P.T.T.G. para Tuberías de Saneamiento en poblaciones.

Las pruebas a que se someterán las tuberías y pozos de registro una vez colocados en obra será la de estanqueidad, realizándose como mínimo en un 25% de la red instalada y siendo optativo del Excmo. Ayuntamiento ampliar este porcentaje hasta el 100%.

Las pruebas de estanqueidad en obra se realizaran por tramos completos entre pozos y poniendo en carga la conducción durante dos horas y observando si existen pérdidas.

En el caso en el que en el subsuelo sea previsible la existencia de nivel freático capaz de contaminar el afluente sanitario y provocar problemas en los sistemas de depuración previstos o existentes al tipo de tubo a emplear será de Polietileno de Alta Densidad debiendo los pozo "encaminarse" con el mismo material, en las zonas de playas y tubos de P.V.C. serie color teja en el resto de zonas con nivel freático en la zona del alcantarillado.

Los tubos de P.H.D. se clasificarán en función de las rigideces circunferenciales específicas a corto plazo en A (0.048 Kp/cm<sup>2</sup>) y B (0'138 Kp/cm<sup>2</sup>) siendo su diámetro y espesor en milímetros las siguientes:

#### **TUBOS P. H. D.**

<b>m.m.</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
200	7.7	11.9
250	9.6	14.8
315	12.1	18.7
400	15.3	23.7
500	19.11	29.6



Las pruebas a que se someterán los tubos por cada 500 ml o fracción y para cada diámetro nominal, previo a la colocación en obra serán la de flexión transversal y la de estanqueidad de acuerdo a lo previsto en el P.P.T.G. para tuberías de saneamiento a poblaciones.

Las pruebas a que se someterán los tubos y pozos de registro una vez colocados en obra será la de estanqueidad realizándose como mínimo en un 25% de la red instalada y siendo optativo del Excmo. Ayuntamiento ampliar este porcentaje hasta el 100%

Las pruebas de estanqueidad se realizarán por tramos completos entre pozos y poniendo en carga la conducción durante dos horas y observando si existen pérdidas.

Los tubos de P.V.C. tendrán rigideces circunferenciales específicas a corto plazo de 0.39 Kp/cm<sup>2</sup> y siendo su diámetro y espesor en milímetros los siguientes:

#### **TUBOS P. V. C.**

<b>Dn</b> <b>m.m.</b>	<b>E S P E S O R</b> <b>m.m.</b>
200	4'9
250	6'1
315	7'7
400	9'8
500	12'1
630	15'4
710	17'4
800	19'6

Las pruebas a que se someterán los tubos por cada 500 ml o fracción y para cada diámetro nominal, previo a la colocación en obra serán la de flexión transversal y la de estanqueidad de acuerdo a lo previsto en el P.P.T.G. para tuberías de saneamiento a poblaciones.

Las pruebas a que se someterán los tubos y pozos de registro una vez colocados en obra será la de estanqueidad realizándose como mínimo en un 25% de la red instalada y

siendo optativo del Excmo. Ayuntamiento ampliar este porcentaje hasta el 100%

Las pruebas de estanqueidad se realizará por tramos completos entre pozos y poniendo en carga la conducción durante dos horas y observando si existen pérdidas.

### **Artículo 3.12.- De los componentes de la red de agua**

Las características de las tuberías que componen el sistema de abastecimiento y distribución de aguas, serán las definidas en el Pliego de Proscripciones a Técnicos Generales para tuberías de abastecimiento de agua a poblaciones con las características que se indican en los siguientes artículos .

### **Artículo 3.13.- Tuberías a emplear en la red de aguas.**

En general las tuberías a emplear en la red de aguas serán de fundición dúctil, polietileno de alta densidad o amianto-cemento y a excepción de cuando por motivos de presión sea necesario utilizar mayor timbraje, el normal será de la clase "D" capaz de soportar una presión de 20 kilogramos por centímetro cuadrado.

Los diámetros nominales interiores que podrán utilizarse en la red de distribución serán de: 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900 y 1.000 milímetros.

Las pruebas a las que se someterán las tuberías instaladas en zanja serán.

- 1.- Pruebas de presión interior
- 2.- Pruebas de estanqueidad

Las pruebas se realizaran al cien por cien de la tubería montada recomendándose que se efectúe en tramos máximos de quinientos metros (500).

Las pruebas de presión y estanqueidad se realizaran de acuerdo a lo indicado en el P.P.T.G. para tuberías de abastecimiento de agua a poblaciones.

En los cruces bajo calzada se utilizarán tuberías de fundición debidamente protegidos realizándose las mismas pruebas y conjuntamente con los del resto de la conducción montada. Asimismo las canalizaciones que hayan de discurrir por calzadas o caminos y las conducciones impulsadas serán de fundición dúctil.

### **Artículo 3.14.- Piezas especiales de la red de aguas**

Todas las piezas deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de juntas empleado para que estas sean estancas a cuyo fin los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados, para que las juntas sean impermeables, evitando tener

que forzarlas.

Las válvulas a emplear serán de mariposa con mando desmultiplicador para diámetro, superiores a 200 mm; para diámetro de 200 mm. o menores se instalarán válvulas de compuerta de fundición dúctil con bridas, estancas al paso del eje de paso total, cierre elástico, eje de acero inoxidable y con unión cuerpo-tapa sin tornillería, y las bocas de riego serán de 40 mm. tipo Cartagena, debiendo colocar llave de corte, con arqueta de fundición incorporada, colocándose sobre el plano vertical de la conducción mediante T con bridas.

Las acometidas se realizarán con polietileno de 16 Atms de presión de trabajo. Todas las piezas de conexión serán de latón estampado en caliente. El collarín de la acometida será de bandos que cumpla la Norma DIN 17066 y cabezal universal según norma DIN 2999.

Las ventosas serán de tres funciones.

Las llaves de corte serán de asiento inclinado, con volante de latón o de compuerta con cierre elástico.

Todas las piezas especiales de fundición serán homologados para Tubería de amianto-cemento o fundición.

### **Artículo 3.15.- De los componentes del Sistema ContraIncendios**

Los componentes del sistema ContraIncendios cumplirán en general lo dispuesto al respecto en el Reglamento de Instalaciones de Protección ContraIncendios, aprobado por Real Decreto 1942/1993 de 5 de Noviembre, así como la legislación vigente de aplicación.

Los hidrantes deberán ser del tipo de columna, quedando prohibidos los hidrantes enterrados; excepcionalmente, se permitirá la instalación de hidrantes enterrados en zonas en las que no existan plazas o isletas y además, el ancho libre de aceras no sea inferior a 1,20 m. incluidas las protecciones necesarias para evitar el impacto de vehículos; o junto a edificios de reconocido valor histórico artístico, en las que según el informe del Servicio de Urbanismo, no sea recomendable instalar un hidrante aéreo. En los hidrantes exterrados, el plano de los racores de conexión y cualquier elemento de maniobra, no estará a más de 20 cm. de profundidad de la rasante exterior.

El sistema de cierre será de tipo compuerta o bola. Los hidrantes estarán protegidos de su uso indiscriminado mediante cerraduras.

Todo cierre de tapa de arqueta de hidrante enterrado, de Fanal de protección de hidrante aéreo y en general todo dispositivo que hubiere de ser abierto o accionado para poner en

funcionamiento el hidrante, permitirá su apertura o accionamiento con la única ayuda de la llave de hidrantes del Servicio Contra incendios del Ayuntamiento de Cartagena de acuerdo al anexo nº 4. (De estas condiciones se deduce que los hidrantes enterrados se abrirán con llave de volante, aunque la tapa lleve cerradura).

### **Artículo 3.16.- De los componentes de alumbrado público**

Las características de los componentes de alumbrado público serán las definidas en el Reglamento Electrónico para Baja Tensión y las Instrucciones Complementarias MI.BT, en especial la MI.BT.009

El control de calidad de los elementos se realizará mediante la comprobación de la homologación de las mismas por el Ministerio de Industria.

### **Artículo 3.17.- De los componentes de la red de baja y media tensión**

Las características de los componentes de la red de energía serán las definidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las instrucciones complementarias MI.BT., Reglamento de Líneas de Seguridad en Controles eléctricos Subestaciones y Centros de Transformación, Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Real Decreto de Acometidas.

El control de calidad de los elementos será realizado por la Compañía Suministradora de Energía, que deberá aceptar la instalación.

### **Artículo 3.18.- De los componentes de las canalizaciones de Telefonía**

Las características de los componentes de las canalizaciones de Telefonía se adoptaran a las de uso común por la Compañía Nacional Telefónica.

La admisión y control de las componentes será realizado por la C.N.T, que deberá aceptar la instalación.

### **Artículo 3.19. - De los componentes de las instalaciones de gas.**

Las características de los componentes de las canalizaciones de gas cumplirán el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos según la Orden de 26 de Octubre de 1983 por la que se modifica la Orden del Ministerio de Industria de 18 de Noviembre de 1974 que aprueba el Reglamento de Redes y Acometidas gaseosas y el Reglamento sobre almacenamiento de GLP, en depósito (Orden 29-01-96) del Ministerio de Industria y Energía.

La admisión y control de los componentes será realizado por la Empresa suministradora que deberá aceptar la instalación.

### **Artículo 3.20. De la tierra vegetal.**

Las tierras que se aporten a las zonas de jardinería, que se mejorarán mediante la fertilización y abonado, hasta conseguir las necesarias cumplirán las siguientes condiciones:

- Análisis granulométrico

Tierra fina (< 2 mm.)	>80%
Arena ( 2,00-0,02 mm.)	<60% sobre tierra fina
Limo ( 0,02-0,002 mm.)	5-25% sobre tierra fina
Azalla( < 0,002 mm.)	20-40% sobre tierra fina

- PH (extracto 1:5 agua)	6-8
- Conductividad eléctrica (ext 1:5 agua)	1-6 mmhos/cm.
- Capacidad intercambio iónico (CIC)	>20 meq/100 gr.
- Caliza total	<37% CO <sub>3</sub> Ca
- Caliza activa	<13% CO <sub>3</sub> Ca
- Sodio	<460 ppm Na +
- Cloruros	<816 ppm Cl -
- Porcentaje de sodio intercambio (PSI)	<20%
- Estado de fertilidad del suelo	

Materia orgánica	>2%
Nitrógeno total	>0,1%
Relación C/N	8-12
Fósforo (método Olsen)	>20 ppm K <sub>2</sub> O
Potasio (método acetato amónico)	>300 ppm K <sub>2</sub> O

El control del material se efectuará cada 3.000 m<sup>3</sup> ó fracción aceptándose si cumple las condiciones anteriores.

## **CAPITULO 4.- DE LA RECEPCION Y GARANTIA DE LAS OBRAS DE URBANIZACION.**

**Art. 4.01.- Recepción de las obras.**

**Art. 4.02.- Documentación previa a la recepción de las obras.**

## **Art. 4.03.- Garantía de las obras de urbanización.**

### **Artículo 4.1.- Recepción de las obras**

Las obras de urbanización no podrán ser recibidas hasta que la totalidad de las mismas haya sido ejecutada, salvo en los casos en que expresamente en la aprobación de los Proyectos de Urbanización se haya autorizado su ejecución por fases autónomas. En este caso la fase a recibir deberá estar totalmente ejecutada. No se podrán recibir servicios urbanísticos independientes de forma aislada.

En el caso de viviendas que pudieran haberse ejecutado simultáneamente a una fase autónoma de la urbanización, se podrán, siempre que estas obras de edificación tengan todos los servicios necesarios, (fase de urbanización acabada), arbitrar una certificación de las obras de urbanización que habilite la ocupación de las mismas, no significando este certificado la aceptación de las obras de urbanización y siendo de cuenta del promotor de las obras de urbanización el coste del mantenimiento y explotación de los servicios para la habitabilidad de las viviendas.

Las obras de urbanización podrán ser recibidas, cuando la totalidad de las mismas, o de una fase completa, hayan sido ejecutadas, y se cuente con los informes técnicos necesarios y favorables para ello.

### **ARTICULO 4.2.- Documentación previa a la recepción de las obras.**

Previamente a la recepción de las obras el promotor de las mismas deberá aportar.

- 1.- Certificados final de obra de los Directores Técnicos de las obras.
- 2.- Planos definitivos de las obras o planos de liquidación debidamente suscritos por los Directores de las Obras y visados por el Colegio Profesional correspondiente. Estos planos reflejaran cualquier variación existente en las obras.
- 3.- Ensayos de control de calidad de las obras de acuerdo al plan de control del proyecto aprobado, certificados por laboratorio homologado.
- 4.- Pruebas de presión y estanqueidad de las conducciones puestas en obra de la red de aguas certificado por la empresa gestora de este servicio público.
- 5.- Certificado de la empresa gestora del Servicio de Aguas ó del Servicio Contraincendios Local de recepción de plano con nombres de calles y situación definitiva de los hidrantes instalados y pruebas de presión y caudal de los mismos.

6.- Pruebas de estanqueidad de las Conducciones puestas en obra de la red de saneamiento certificado por la empresa gestora de este servicio público

7.- Escrito de Iberdrola dando conformidad a la instalación de energía realizada e informando que las viviendas a construir o construidas no deberán abonar mas que los derechos de contratación para la obtención del contrato de suministro de energía, sin más gastos por obras o extensión de líneas.

8.- Autorización administrativa y Acta de puesta en marcha de la Consejería de Industria de las instalaciones de electrificación.

9.- Escrito de Telefónica dando conformidad a la instalación realizada e informando que no será necesario el tendido de línea aérea alguna para la instalación de teléfonos en las viviendas o locales.

10.- Autorización de la Consejería de Industria de puesta en servicio de la instalación de alumbrado público.

11.- Contrato con la Cía Suministradora del alumbrado público y autorización al Excmo. Ayuntamiento para el cambio de titularidad del mismo, debiéndose entregar instalación de alumbrado con la acometida y contadores instalados.

12.- Se adjuntará la propuesta definitiva de regulación de tráfico de acuerdo a las condiciones que se impongan por el Servicio Municipal de Trafico.

13.- Se aportará certificado de inspección del Organo titular competente a la revisión de la instalación de gas, si se hubiese construido y la licencia de apertura.

En caso que se solicite un informe para habilitar la ocupación de viviendas la documentación a presentar será la indicada para la recepción de las obras, extendido tan solo a la parte de obra ejecutada, o fase autónoma de la urbanización.

#### **Artículo 4.3.- Garantías de las obras de Urbanización.**

Previo a la recepción de la obra el promotor deberá aportar certificaciones de garantía, de cada una de las empresas constructoras o instaladoras clasificadas, por el plazo de un año.

Así mismo previo a la recepción de las obras, se constituirá caso de no estarlo con anterioridad fianza del 8% del importe total de las obras o de la fase de urbanización, para responder de las mismas durante un año a partir de la recepción de las obras por el Ayuntamiento.

En el caso que se solicite un informe para habilitar la ocupación de viviendas se

constituirá la fianza, anteriormente expresada, previamente, siendo su duración la necesaria para cubrir el período desde que se depositen hasta el año posterior a la recepción de las obras.

A partir de la fecha de recepción de las obras por el Excmo. Ayuntamiento, se dispondrá de un año de garantía de las mismas, transcurrido el mismo, si no se hubiese producido notificación de deficiencias a subsanar por el promotor, (o contratistas si fuese el promotor el Ayuntamiento), procederá la devolución de la fianza previa petición al efecto.

Atendiendo a circunstancias especiales de la naturaleza o complejidad de las obras, el plazo indicado de un año, podrá ser aumentado por el Ayuntamiento, haciéndose constar así en la concesión de la licencia de obras de Urbanización (o en el Pliego de Cláusulas Administrativas particulares si fuese el promotor el Ayuntamiento).

Si la obra se arruinase con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento en la ejecución de las obras, el promotor responderá de los daños y perjuicios durante **quince años** a contar desde la recepción (O el contratista si promueve el Ayuntamiento).

## **ANEXO Nº 1 A LA ORDENANZA: SERVICIOS EN LOS EDIFICIOS.**

### **TITULO 1.- NORMAS GENERALES.**

#### **Artículo 1.1 .- Carácter y objeto del presente Anexo.-**

El presente Anexo a la Ordenanza, al igual que esta, tiene el carácter de disposición general, dictada por el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena en el ejercicio de las competencias ordinarias municipales, que regula aspectos de intervención y control para la redacción y ejecución de los Proyectos de Edificación y obras complementarias de los mismos.

La aprobación se efectuará por el Pleno, mediante el procedimiento previsto en el artículo 49 de la Ley de Bases de Régimen Local, debiendo publicarse de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 70.2 del mismo texto legal.



El objeto es fijar las condiciones a tener en cuenta en el proyecto y ejecución de los diferentes servicios de los edificios, para su conexión con los servicios generales de la urbanización, ya sean estos de titularidad municipal o de las empresas suministradoras.

### **Artículo 1.2 .- Alcance y ámbito de aplicación.**

Las condiciones que se establecen en este Anexo, desarrollan y complementan las del apartado 3.2.3. de las Normas Urbanísticas del Plan General Municipal de Ordenación.

Los servicios a considerar en los edificios son los siguientes:

- Abastecimiento de agua
- Saneamiento
- Suministro de energía eléctrica
- Telefonía
- Televisión por cable.
- Evacuación de basuras

Será de aplicación en los proyectos de todos los edificios que se realicen, de nueva planta, rehabilitación o adaptación, de uso residencial, colectivo o unifamiliar, uso industrial y de equipamiento.

## **CAPITULO II .- CONDICIONES PARA LOS PROYECTOS.**

### **Artículo 2.1.- Abastecimiento de agua.**

Las redes interiores de los edificios deberán proyectarse de acuerdo con la Norma Básica para la Instalaciones Interiores de Suministro de Agua. (Orden 9 de diciembre 1.975)

**Acometida general.-** Es el elemento que une la red general de abastecimiento, con la red interior del edificio, discurriendo por dominio público. Consta de la correspondiente tubería, de la llave de toma, situada sobre la tubería de la red general y de la llave de registro, que se situará junto a la fachada del edificio o límite de propiedad. Su instalación y/o supervisión corresponde a la empresa suministradora.

**Tubo de alimentación.-** Discurre desde la llave de registro, hasta la centralización de contadores. A ser posible, quedará visible en todo su recorrido. Su diámetro estará en función del tipo de suministro y su número, de acuerdo con la NB I.I.S.A.. Junto al muro de cerramiento y en el interior del inmueble, se colocará la llave de paso. En edificación aislada colectiva, se deberá proyectar un contador de control, entre la llave de registro y la llave de paso, para detectar las

posibles fugas en el tubo de alimentación, cuando éste no pueda quedar visible, o cuando exista depósito acumulador y grupo de presión.

**Acometida contra incendios.-** Cuando por las características de la edificación, ésta deba estar protegida mediante hidrantes, según la NB CPI, se proyectará una acometida especial para el abastecimiento de dichos hidrantes. La instalación llevará incorporado un contador especial de paso total, para el control del posible consumo, situado próximo a la llave de paso.

**Aparatos de control.-** En edificación colectiva, de acuerdo con las características de su instalación interior, podrán ser colectivos o divisionarios . En edificación unifamiliar, serán individuales, tanto estos como las acometidas.

**- Contador general.-** Se proyectará en los casos en que la instalación interior esté diseñada de forma unitaria. Se situará lo mas próximo posible a la llave de paso, evitando total o parcialmente el tubo de alimentación. Se alojará preferentemente en un armario, con las dimensiones apropiadas según el calibre, de acuerdo con lo previsto en la NB IISA.

**- Batería de contadores.-** Centraliza los contadores divisionarios para el control individual de cada una de las viviendas o puntos de consumo a contrastar por los usuarios y estarán homologados por el Mº de Industria u organismo correspondiente de la Comunidad Autónoma, con sus correspondientes válvulas de retención y con tantas tomas como viviendas y bajos comerciales tenga el edificio.

Deberá proyectarse en detalle la situación de la citada batería de contadores, la cual podrá ir alojada en un cuarto o en un armario, según las características de la edificación.

**Cuarto de contadores.-** Deberá estar situado a la entrada de los edificios, con acceso directo desde la calle o desde los elementos comunes, con una altura libre mínima de dos metros, y con las dimensiones adecuadas al tamaño de la batería a instalar, teniendo en cuenta en todo caso, las siguientes distancias mínimas: 0,50 ms. desde el eje del contador mas alto al techo, así como a ambos lados de la batería; 1,10 ms. desde la parte mas saliente del contador, a la pared opuesta. El local dispondrá de alumbrado suficiente y desagüe sifónico, conectado a la red de alcantarillado.

**Armario de contadores.-** Podrá situarse en una de las fachadas del edificio, o a la entrada de los mismos, con acceso directo desde los elementos comunes. En este último caso, la dependencia a la que abra sus puertas deberá tener una anchura libre superior a 1,10 ms. y disponer de su correspondiente desagüe

sifónico, conectado a la red de saneamiento. La puerta será de dos o más hojas que, al abrirse deje libre todo el ancho del cuadro. Esta modalidad de armario de contadores se utilizará en los proyectos que contemplen edificaciones de carácter colectivo, en hilera, que no dispongan de zaguán de entrada y en aquellos en los que, mediante estudio de detalle, se hayan establecido accesos privados a las edificaciones.

### **Artículo 2.2 .- Saneamiento.**

El saneamiento de los edificios, deberá proyectarse de forma separativa para fecales y pluviales y conectarse a sus respectivas redes en aquellas urbanizaciones que dispongan de las mismas.

En las zonas de playa y en los poblados cuya recogida de pluviales se realiza por superficie, por estar próximos a ramblas o aliviaderos, la salida de pluviales se realizará directamente a la calle, por debajo de la acera, hasta el bordillo, salvo que la urbanización disponga de red separativa.

En el casco de Cartagena y barrios cuya red tenga capacidad suficiente para absorber las pluviales, las redes de fecales y pluviales del edificio terminarán en sendas arquetas situadas en la acera, las cuales se unirán de forma provisional en una sola salida, con tubo de PVC, color teja de diámetro > 200 mm.

### **Artículo 2.3 .- Suministro de energía eléctrica.**

El suministro de energía eléctrica a las edificaciones, debe realizarse de forma subterránea, para lo cual deberán tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

En todos los edificios colectivos de nueva construcción, rehabilitación o adaptaciones, deberá preverse un alojamiento para la caja general de protección (C.G.P.), en fachada, zaguán abierto o valla de parcela, de manera que se acceda directamente desde la vía pública.

Las dimensiones del citado alojamiento serán las que se determinan en la correspondiente normativa de la Dirección General de Industria y las particulares de la empresa suministradora. Como mínimo tendrán 0,70 ms. de ancho por 1,20 ms. de alto y 0,30 ms. de profundidad, con su correspondiente portezuela, y su parte inferior situada a 0,20 ms. del nivel del suelo. Desde el alojamiento de la C.G.P. hasta la fachada, se dispondrán dos tubos de fibrocemento, de 200 mm. de diámetro, con la inclinación suficiente para que la profundidad en su salida sea como mínimo de 0,60 ms.

En las zonas consolidadas, donde el suministro se realice todavía de forma aérea, deberá proyectarse el alojamiento de la C.G.P. y disponer además una

canalización desde la misma hasta el punto provisional de acometida.

En las viviendas unifamiliares, la C.G.P. se colocará en fachada o valla de parcela, junto con el equipo de medida de energía.

En los proyectos de edificios situados en suelo consolidado, deberá justificarse la posibilidad de suministro de energía eléctrica, mediante el consiguiente escrito de Iberdrola. En el caso de que el punto de conexión no sea a pie de parcela, deberá incluirse como anexo el correspondiente proyecto, con la aprobación de la Dirección General de Industria e informe favorable de la compañía suministradora Iberdrola, donde se contemple, además de la instalación, la ejecución de la obra civil y reposición de instalaciones y pavimentos afectados.

#### **Capítulo 2.4 .- Telefonía.**

Los proyectos de edificación de nueva planta, rehabilitación o adecuación, deberán prever las canalizaciones necesarias para la instalación del servicio telefónico. Esta previsión estará en función del nº de líneas a instalar, que a su vez dependerá del nº de viviendas y locales del edificio.

Las canalizaciones se realizarán de acuerdo con las normas de Telefónica, debiendo de constar de los siguientes elementos:

En edificios colectivos de mas de dos plantas:

Canalización de tránsito.- El objeto de la misma es la conexión con las acometidas de telefónica en las zonas consolidadas y la eliminación del tendido de cables por fachada, no siendo necesaria en las nuevas urbanizaciones que ya dispongan de canalización subterránea. Se diseñará de forma que comprenda al menos toda la longitud de la fachada o fachadas del edificio en zona pública, ubicando las correspondientes arquetas de continuidad en los extremos, y en puntos intermedios si fuese necesario. El diámetro y nº de las conducciones estará en función de las líneas existentes. La Compañía Telefónica deberá contribuir al costo de esta canalización en la proporción que determina el artículo 18 de la Ley 32/1.992 de Ordenación de las Telecomunicaciones.

Canalización de enlace.- Se proyectará desde la arqueta mas próxima situada en la acera, hasta el registro principal, con dos tubos de 65 mm.de diámetro.

Registro Principal.- Se situará preferentemente en planta baja, en el origen de la canalización vertical, en zonas comunes, dotándolo de los elementos de seguridad que protejan su acceso, .

Canalización principal.- Se diseñará de forma vertical, con tubos de PVC de 40 mm. de diámetro, dependiendo su número de las líneas previstas en el edificio,

con sus correspondientes registros en cada una de las plantas el edificio.

En edificación colectiva en hilera (sin zaguán), o unifamiliar aislada:

Canalización de tránsito.- El objeto de la misma es la conexión con las acometidas de telefónica en las zonas consolidadas y la eliminación del tendido de cables por fachada, no siendo necesaria en las nuevas urbanizaciones que ya dispongan de canalización subterránea. Se diseñará de forma que comprenda al menos toda la longitud de la fachada o fachadas del edificio en zona pública, y constará de dos tubos de 63 mm. de diámetro, ubicando las correspondientes arquetas de continuidad en los extremos, y en puntos intermedios si fuese necesario, del tipo "M".

Canalización de enlace.- Se proyectará desde la arqueta mas próxima situada en la acera o armario de distribución de acometidas, hasta el registro de paso y distribución, situado en la fachada del edificio si está alineado a vial, o en la valla, si está retanqueado del mismo.

#### **Artículo.- 2.5.- Televisión por cable y otros.**

En todo edificio de nueva planta que se proyecte se deberá diseñar una canalización en previsión de la instalación de las conducciones para la transmisión de señales audio visuales, vía cable.

Esta canalización consistirá como mínimo en dos conductos de 16 mm. de diámetro, que partirán de una caja general de conexión situada en las zonas comunes de la planta baja, discurriendo por el hueco de escalera, hasta el casetón de cubierta, donde se colocará otra caja de conexión. En cada planta se colocará una caja de registro, de la que partirán dos tubos de diámetro 13, para cada una de las viviendas.

Para la alimentación se deberán dejar previstos dos tubos desde la caja general de conexión, hasta una caja de acometida que se colocará en fachada, y lo mismo se hará en la cubierta.

#### **Artículo .- 2.6.- Evacuación de basuras.**

En todos los edificios residenciales de nueva construcción, cuyo uso no sea el de vivienda unifamiliar, deberá proyectarse un local para los cubos de basura. Sus dimensiones estarán en función del nº de viviendas , debiendo ser como mínimo de 1,50 m<sup>2</sup>. Este local podrá tener acceso desde la vía pública o desde el zaguán del edificio, debiendo estar en esta última situación, sectorizado. Dispondrá en todo caso de desagüe sifónico conectado a la red de saneamiento y de una toma de agua; sus paramentos se impermeabilizarán y chaparán de

azulejo.

Para locales comerciales de superficie superior a 600 m<sup>2</sup>, ya sean de nueva planta o adecuación, se proyectará un cuarto de basuras, con las características descritas anteriormente. En el caso de instalaciones como supermercados, restaurantes u otras similares que por sus características producen gran cantidad de desechos orgánicos, será preceptivo el cuarto de basuras, con independencia de su superficie, pudiendo este ser compartido, si así se ha considerado en la división horizontal de edificio.

Las edificaciones de uso terciario e industrial, deberán de disponer del correspondiente cuarto de basuras, para cada uno de ellas, con sus propios contenedores.

ANEXO N° 2 A LA ORDENANZA  
CATALOGO DE LAS SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRMES

SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRMES URBANOS EN SECTORES DE NUEVA CONSTRUCCION		V3	V2	V1	V2	V3	V4	V5
DEFINICION FUNCIONAL DE LA VIA URBANA		VEHICULOS PESADOS DIARIOS 50 < V < 70 SECTORES RESIDENCIALES > 600 VIVIENDAS SECTOR INDUSTRIAL > 15H	VEHICULOS PESADOS DIARIOS V > 70 ACCESO A ZONAS INDUSTRIALES ESPECIALES O TERMINALES DE CARGA AUTOVIAS URBANAS DE GRAN CAPACIDAD	VEHICULOS PESADOS DIARIOS 50 < V < 70 SECTORES RESIDENCIALES > 600 VIVIENDAS SECTOR INDUSTRIAL > 15H	ACCESO Y VIABILIDAD PRINCIPAL A SECTORES RESIDENCIALES DE 200 A 600 VIVIENDAS SECTOR INDUSTRIAL < 15H	5 < V < 15 VIABILIDAD SECUNDARIA DE TODO TIPO DE ACTUACIONES RESIDENCIALES	VIALES MIXTOS DE PEATONES Y TRAFICO RODADO	
TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE PAVIMENTO	
F	E1	1FC1 1FF1 F 20 C 15 S 20	2FC1 2FB1 2FF1 F 22 F 23 F 18 C 15 B 20 S 20	3FS1 F 20 S 20	4FS1 F 18 S 20	5FS1 F 18 S		
PAVIMENTO DE HORMIGÓN (SE HA CONSIDERADO H.P.-40. EN CASO DE CONSIDERAR H.P.-35. SE INCREMENTARA EN 2 CM. EL GROSOR DEL PAVIMENTO)	E2	1FC2 1FF2 F 25 F 20 C 15 F 15 S 15 S 15	2FC2 2FB2 2FF2 F 22 F 23 F 18 C 15 B 15 F 15 S 15 S 20 S 15	3FS2 F 20 S 15	4FS2 F 18 S 15	5FS2 F 18 S 10		
	E3	1FC3 1FF3 F 25 F 20 C 15 F 15	2FC3 2FB3 2FF3 F 22 F 23 F 15 C 15 B 20 F 15	3FS3 F 20	4FS3 F 18	5FS3 F 18		
A	E1	2AC1 2AB1 2AF1 2AA1 A 12 A 12 A 6 A 6 C 16 B 20 F 20 A 18 S 20 S 25 S 25 S 25	2AC2 2AB2 2AF2 2AA2 A 12 A 12 A 6 A 6 C 16 B 20 F 20 A 18 S 15 S 15 S 15 S 20	3AC1 3AB1 3AF1 3AA1 A 6 A 6 A 6 A 6 C 16 B 20 F 16 A 10 S 20 S 20 S 20 S 20	4AC1 4AB1 4AF1 4AA1 A 6 A 6 A 6 A 6 C 16 B 20 F 16 A 6 S 20 S 20 S 20 S 20	5AB1 5DB1 5SB1 A 6 A 6 A 6 B 20 B 20 B 20 DTS DTS DTS B 20 B 20 B 20		
PAVIMENTO ASFALTICO	E2	1AC2 1AF2 1AA2 A 15 A 6 A 6 C 22 F 22 A 18 S 20 S 20 S 20	2AC2 2AB2 2AF2 2AA2 A 12 A 12 A 6 A 6 C 16 B 20 F 20 A 18 S 15 S 15 S 15 S 20	3AC2 3AB2 3AF2 3AA2 A 6 A 6 A 6 A 6 C 16 B 20 F 16 A 10 S 15 S 15 S 15 S 15	4AC2 4AB2 4AF2 4AA2 A 6 A 6 A 6 A 6 C 16 B 20 F 16 A 6 S 15 S 15 S 15 S 15	5AB2 5DB2 5SB2 A 5 A 5 A 5 B 15 B 15 B 15 DTS DTS DTS B 15 B 15 B 15		
	E3	1AC3 1AF3 1AA3 A 15 A 6 A 6 C 25 F 22 A 22	2AC3 2AB3 2AF3 2AA3 A 12 A 12 A 6 A 6 C 21 B 25 F 20 A 18	3AC3 3AB3 3AF3 3AA3 A 6 A 6 A 6 A 6 C 21 B 25 F 16 A 15	4AC3 4AB3 4AF3 4AA3 A 6 A 6 A 6 A 6 C 16 B 25 F 16 A 6	5AB3 5DB3 5SB3 A 5 A 5 A 5 B 10 B 10 B 10 DTS DTS DTS B 10 B 10 B 10		
P	E1	1PF1 12 F 15 S 25	2PF1 10 a 12 F 19 a 21 S 25	3PB1 3PF1 10 B a 10 B 20 F 15 a 17 S 25 S 20	4PB1 8 B B 20 S 25	5PS1 8 B F 20 P 10 S 20		
PAVIMENTO DE PIEZAS DE HORMIGÓN	E2	1PF2 12 F 15 S 20	2PF2 10 a 12 F 19 a 21 S 20	3PB2 3PF2 10 B a 10 B 20 F 15 a 17 S 20 S 15	4PB2 8 B B 20 S 15	5PS2 8 B F 10 P 10 S 18		
	E3	1PF3 12 F 15	2PF3 10 a 12 F 19 a 21	3PB3 3PF3 10 B a 10 B 25 F 15 a 17 S 25 S 20	4PB3 8 B B 25 S 25	5PS3 8 B F 10 P 10 S 10		

A- ASFALTO  
B- BASE  
C- GRAVA CEMENTO  
F- HORMIGÓN  
S- SUB-BASE  
STS-SIMPLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL  
DTS-DOBLE IDEN IDEN

**ANEXO N° 3 LA ORDENANZA:  
EDIFICIOS QUE PRECISAN PROTECCION POR HIDRANTES  
SEGUN SU USO.**

1.- Con carácter general, todo edificio cuya altura de evacuación descendente sea superior a 28 m. o cuya altura de evacuación ascendente sea superior a 6 m.; dichos edificios deben contar al menos con hidrante cuando su superficie construida no exceda de 10.000 m<sup>2</sup>. y con uno más por cada 20.000 m<sup>2</sup>. adicionales o fracción.

2.- Contarán al menos con un hidrante los siguientes edificios o establecimientos:

- Cines y teatros con superficie construida entre 500 y 10.000 m<sup>2</sup>.
- Discotecas con superficie construida comprendida entre 1.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.
- Restaurantes con superficie construida comprendida entre 2.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.
- Establecimientos deportivos con superficie construida entre 10.000 y 20.000 m<sup>2</sup>.
- Otros edificios o establecimientos de densidad elevada, conforme al artículo 6.1. no mencionadas anteriormente, con superficie construida comprendida entre 2.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.

Los anteriores edificios o establecimientos deben constar con un hidrante más por cada 1.000 m<sup>2</sup>. adicionales de superficie construida o fracción.

3.- Contarán al menos con un hidrante los edificios o establecimientos de uso comercial con superficie construida comprendida entre 1.000 y 5.000 m<sup>2</sup>. y con uno más por cada 10.000 m<sup>2</sup>. o fracción.

4.- Contarán al menos con un hidrante los edificios o establecimientos de uso hospitalario o residencial con superficie construida comprendida entre 2.000 y 10.000 m<sup>2</sup>. y con uno más por cada 20.000 m<sup>2</sup>. o fracción.

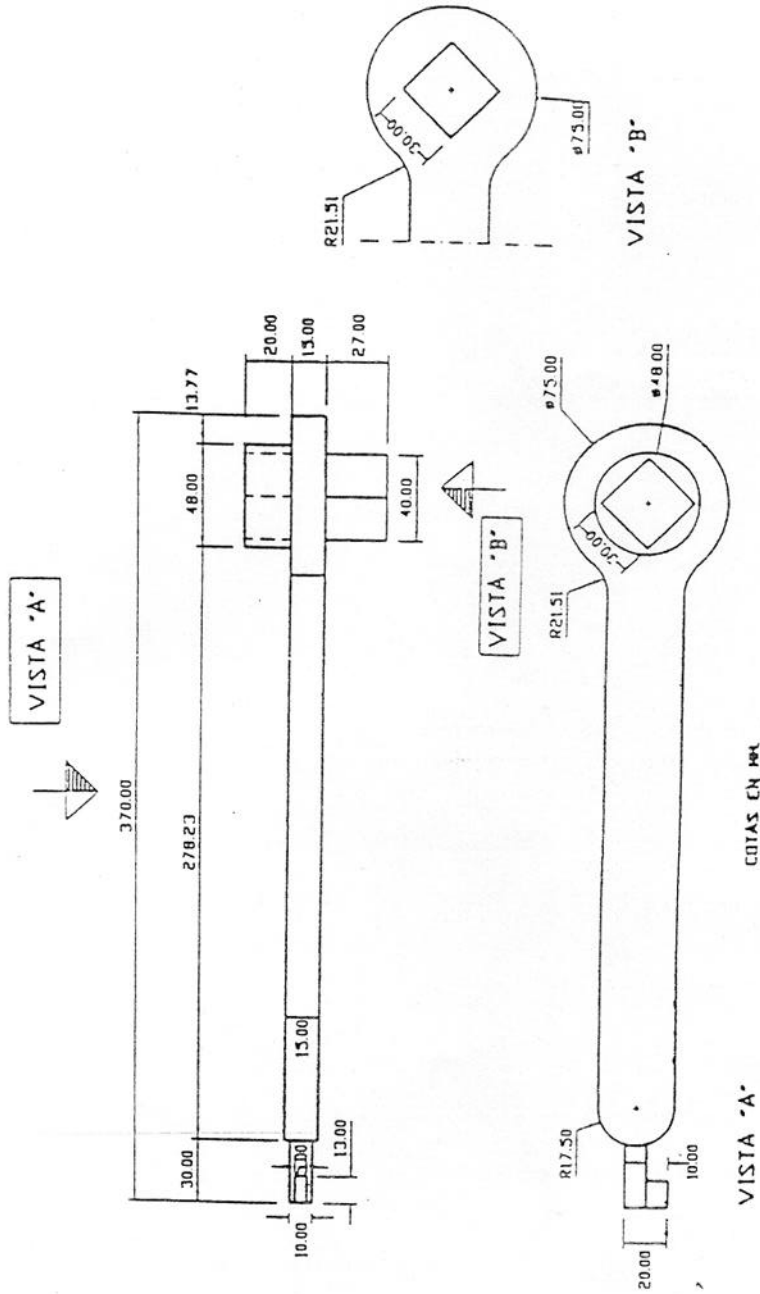
5.- Contarán al menos con un hidrante los edificios o establecimientos de uso administrativo, docente y garage con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m<sup>2</sup> y con uno más por cada 20.000 m<sup>2</sup>. o fracción.

6.- Los hidrantes existentes en la red pública pueden tenerse en cuenta a efectos de cumplimiento de las dotaciones indicadas en los puntos anteriores. En cualquier caso, los hidrantes que protejan a un edificio deberán estar razonablemente repartidos por su perímetro y cada uno de ellos debe estar situado o no más de 100 m. de distancia de un acceso.



7.- Si por motivos plenamente justificados no pudiera disponerse de una instalación de hidrantes conectados con su respectiva red deberá existir la reserva de agua necesaria para el funcionamiento de los hidrantes necesarios durante dos horas, dispuesta de forma que sea accesible para los vehículos de bomberos.

DETALLE DE LLAVE DE HIDRANTES DEL S.C.I.



## **RESUMEN**

### **TOPOGRAFIA Y REPLANTEO.**

Planos escala 1:500 definiendo

- Vértices de parcelas
- Puntos de eje
- Límites actuación

### **RED VIARIA.**

- Viales < 8 m. = peatonal o T. Mixto
- Resto viales = 1,50 m.
- Diseño firme = s/ anexo nº 2

### **RED DE SANEAMIENTO**

- Red separativa, siempre que sea posible
- Materiales a emplear:
- Zonas de playa:  
Sin rasante sobre nivel agua 0,50 m. PHD.
- Zonas agresivas: PHD, PVC, gres o poliéster.
- Resto zonas: hormigón vibrocentrifugado, PVC, PHD ó fibrocemento  
Sin rasante sobre nivel agua 0,50 m. PVC.
- Diámetros mínimos 0,30 m.
- Acometidas domiciliarias: PVC 200 para v. Individuales.
- Acometidas domiciliarias: PVC 315 para colectivas.
- Sumideros PVC 20 CM.
- Bases de cálculo
  - Zonas no playa
- Caudales, Aguas residuales, 250 l/hab/día, a 4,5 hab/viv.

Admisión 0,8  
Espacios libres: 21/m<sup>2</sup>/día.  
Limpieza viaria: 51/m<sup>2</sup>/día.

E. Escolar: 201/m<sup>2</sup>/día.  
E. Sanitario: 501/m<sup>2</sup>/día.  
E. Deportivo: 501/m<sup>2</sup>/día.

Caudal repartivo en 10 h.  
Caudal mínimo de cálculo 71/seg.

- Caudales, Aguas pluviales

Intensidad media hora 90 minutos/hora.

- Zonas de playa

Residuales: 200% de aguas residuales según criterios anteriores.  
Pluviales: Evacuación en superficie, Rambla o al mar (canalizados o no según influencias o afecciones a propiedades públicas o privadas).

### **RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS.**

- Caudales de cálculo igual que las residuales al 100%.
- Especificación caudales y presiones en nudos.
- Bocas de riego cada 80 m.
- Hidrantes 200 m. Por recorrido urbano o cada 50.000 m<sup>2</sup>. o fracción en zonas residuales con más de 4 plantas.
- Tuberías a utilizar: mínimo 80 mm.

PHD

Amianto-cemento (mínimo tipo D)

Fundición dúctil.

- Válvulas: mariposa con mando desmultiplicador  $\varnothing > 200$  mm.

Válvulas de compuerta  $\varnothing$  200 mm.

- Acometidas: polietileno 16 Ats.
- Ventosas de triple efecto.
- Bocas de riego 40 mm.
- Hidrantes en general de columna si la anchura libre de aceras es 1,20 m.

## ALUMBRADO PUBLICO

Tipo de vias	Acera	Calzada	Iluminancia	U. media	U. general
1º.orden	a 3 m	C 11 m	25 luxes	0,65	0,35
2º orden	1,5 <a<3m	7<C<11 m	20 luxes	0,55	0,30
3º orden	a 1,5 m	C 7 m	16 luxes	0,50	0,25
Parques y jardines 4º	-----	-----	10 luxes	0,30	0,25
Peatones	-----	-----	El mínimo de las calles enlazadas		

Como norma general: Vapor sodio alta presión.  
 Aceras > 3 m. refuerzo peatonal si iluminancia < 10 lux  
 Aceras 5 m.  
 Reductor de flujo

Columnas h>4m. portezuela a 2,5 m.  
 Columnas h m. sin portezuela, conexiones en interior.

Zonas verdes: circuitos independientes.

### **ELECTRIFICACIONES.**

Dotaciones según reglamentación vigente y  
 Equipamiento escolar: 5 kw/100 m<sup>2</sup>.  
 Equipamiento sanitario: 5 kw/100 m<sup>2</sup>.  
 Equipamiento deportivo: 2 kw/100 m<sup>2</sup>.  
 Otros equipamientos: 3 kw/m<sup>2</sup>. (salvo justificación en contra)

### **TELEFONIA Y OTROS SERVICIOS.**

Según normas de las Cías.

### **ESPACIOS LIBRES.**

Zona destinada a plantación 60%

Zona de niños: área de albero

Acera > 3 m. arbolado.

Riego por aspersión y/o goteo automático con programador y electroválvulas sectorizadas, con acometida eléctrica independiente del alumbrado.

Arbolado 2,5 m. y circunferencia 2,12 cm.

Juegos infantiles: sin aristas vivas y preferiblemente de madera.

Europa marca el camino en este tema, que exige para su aplicación unidad de criterios y condiciones de instalación y servicio. **CASEL** trabaja en sus comisiones internas en el desarrollo y aplicación de estos criterios en Argentina. Veamos como se ha enfocado el tema en la C.E.E.

## Grados de seguridad en las instalaciones

La **EN50131** es un conjunto de normas europeas que tienen como una de sus finalidades establecer los requisitos generales de los sistemas de alarma contra intrusión, el diseño de los sistemas, su planificación, funcionamiento y mantenimiento, con el fin de mejorar la calidad e integridad de los sistemas de seguridad y la profesionalización de este sector. Asimismo, tiende a homogeneizar las diferentes normativas europeas existentes en la actualidad en los países miembros de la Comunidad Europea.

La **EN50131** recoge un conjunto de normativas que hacen referencia a aspectos o componentes concretos de un sistema de seguridad y que se concretan en las siguientes normas:

Normativa	Aspectos que cubre
<b>50131-1</b>	Normativa general
<b>50131-2</b>	Normativa sobre dispositivos de detección
<b>50131-3</b>	Normativa sobre central de control y periféricos
<b>50131-4</b>	Normativa sobre los dispositivos de aviso, sirenas, detectores de sonido, etc.
<b>50131-5</b>	Normativa sobre interconexiones, cableado, enlaces inalámbricos, etc.
<b>50131-6</b>	Normativa sobre fuentes de alimentación
<b>50131-7</b>	Directrices de aplicación, principalmente para instaladores

La **EN50131-1** es el documento principal, que especifica los Requerimientos Generales para Sistemas de Alarma Contra Intrusión. El resto de normas especifica con mayor detalle las características que deben de cumplir todos los elementos que componen el Sistema de seguridad.

### Grados de Seguridad

La norma **UNE/EN50131-1** establece que cualquier establecimiento a proteger deberá ser clasificado según el grado de riesgo, considerando el tipo de local, el valor del posible contenido y las expectativas sobre el intruso típico en cada caso. Deberá ser clasificado de 1 a 4, donde 1 será el grado más bajo, correspondiente por ejemplo a una instalación de baja vulnerabilidad y 4 el de mayor riesgo, para instalaciones especiales de alta seguridad.

Cualquier elemento o dispositivo que forme parte de un sistema de seguridad conectado a una central de alarmas, deberá cumplir como mínimo el grado indicado en las normas **UNE/EN50131** y siguientes y en ningún caso podrá ser inferior al grado 2.

El grado correspondiente a un sistema de seguridad será equivalente al grado más bajo aplicable a uno de sus componentes. Por lo tanto, en las instalaciones donde sea obligatorio un determinado grado, todos los componentes del mismo deberán tener un grado igual o superior al exigido para dicha instalación.

Grado de Seguridad	Descripción
<b>1</b>	Bajo riesgo, para sistemas de seguridad dotados de señalización acústica y sin conexión a la central de alarmas.
<b>2</b>	Riesgo bajo/medio, dedicado a viviendas y pequeños establecimientos en general, conectados a una central de alarmas.
<b>3</b>	Riesgo medio/alto, para establecimientos obligados a disponer de medidas de seguridad, así como instalaciones comerciales que por su actividad sea aconsejable.
<b>4</b>	Alto riesgo, destinado a infraestructuras críticas, instalaciones militares, depósitos de efectivo, valores o metales preciosos.

### Clase medioambiental

Adicionalmente al grado de seguridad, para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos que componen el sistema de intrusión, debe tenerse en cuenta el ambiente en el que van a estar trabajando. Para ello se han definido 4 clases ambientales, que van desde Interiores, Clase I, hasta exteriores en general Clase IV.

No hay una clasificación medioambiental general para una instalación y cada componente de la misma debe cumplir la clasificación según el ambiente en el que esté instalado y deberá estar marcado con su clase medioambiental.

Las clases medioambientales se definen de la siguiente manera:

Clase	Descripción
<b>I</b>	<b>Interior.</b> Esta clase cubre los elementos que funcionarán en ambientes en el interior, donde la temperatura se mantiene bastante uniforme. En general no se suministran componentes de seguridad de este nivel.
<b>II</b>	<b>Interior General.</b> Esta clase cubre los detectores, teclados, centrales de seguridad y otros dispositivos. Especifica que dichos elementos deberán funcionar en un entorno en el que pueda haber variaciones de temperatura importantes o condensaciones en ventas y áreas de almacenamiento.
<b>III</b>	<b>Exterior a cubierto o interior en condiciones extremas.</b> Especifica que dichos elementos no estarán totalmente expuestos a exteriores o estarán en interiores en condiciones extremas.
<b>IV</b>	<b>Exterior General.</b> Esta clase cubre las sirenas y otros elementos instalados en exteriores, los cuales estarán totalmente expuestos a las inclemencias ambientales.

Viene de página 92

### Otros aspectos indicados en EN50131

El grado de seguridad define las siguientes características: autorización, niveles de acceso, manejo, procesamiento, detección, notificación, alimentación, seguridad de la autoprotección, supervisión de enlaces y registro de incidencias.

Características como el tiempo de autonomía de los sistemas en caso de fallo de la alimentación principal, los niveles de acceso al sistema o la aplicación del sistema antienmascaramiento, se ven afectados por esta nueva normativa, como veremos a continuación.

#### - Detección de intrusión y reconocimiento de fallos

El sistema de seguridad deberá ser capaz de diferenciar entre una señal de intrusión y una señal de sabotaje (tamper). Las centrales de seguridad actuales suelen cumplir este aspecto. Sin embargo, el instalador debe asegurar que los elementos han sido cableados correctamente y la central programada correctamente.

#### - Niveles de Acceso

EN50131 establece 4 niveles de acceso al sistema de seguridad:

Nivel	Significado
1	Sistema en modo de espera, visible a cualquiera
2	Sistema accesible por usuarios normales
3	Sistema accesible por instaladores
4	Sistema accesible por al fabricante

De acuerdo con EN50131 únicamente el usuario podrá armar y desarmar el sistema de seguridad. Teclas de armado rápido no son permitidas, ya que cualquiera podría armar el sistema con una tecla de armado rápido. Cuando el sistema de seguridad esté programado conforme a esta normativa, la función de armado rápido no estará habilitada.

Adicionalmente no está permitido entrar en modo ingeniero o instalador sin el permiso del usuario. Según el fabricante, esto puede ser implementado de diferentes modos, por ejemplo introduciendo un código de usuario después del código de instalador, el usuario debe entrar en un menú para permitir al instalador introducir su código, etc.

Los usuarios tienen capacidad para modificar algunas de las condiciones que no permitan el armado del sistema. Por ejemplo, los usuarios pueden omitir durante un período específico los fallos y sabotajes del sistema (*en sistemas de Grado 2*).

Los usuarios pueden modificar su propio código PIN.

Para sistemas de *Grado 3* se requieren códigos de usuario de 5 dígitos.

#### - Detectores Volumétricos

De acuerdo con la normativa EN50131 los detectores volumétricos con detección de intrusión y sabotaje (tamper) serán adecuados para sistemas de *Grado 2*. Estos tendrán que producir una alarma si pierden totalmente la alimentación.

Los detectores de *Grado 3*, además de las indicadas para los detectores de *Grado 2*, deberán incluir las siguientes funcionalidades:

1. Detección enmascaramiento
2. Detección tensión de alimentación baja

#### 3. Tamper de pared

#### 4. Auto diagnóstico local mínimo de 1 vez cada 24 h.

Adicionalmente, los requisitos de detección en cuanto a velocidades de paso, proximidad y movimientos intermitentes serán más exigentes que en los detectores de grado 2.

La señal de enmascaramiento del detector deberá ser diferenciada del resto de señales del detector (alarma y tamper) en la central de seguridad.

#### - Contactos magnéticos

De acuerdo con la normativa EN50131 los contactos magnéticos de *Grado 2*, deberán incorporar un tamper para detectar el sabotaje. Esta funcionalidad no será exigida si son del tipo hermético. En los contactos magnéticos de *Grado 3*, además de los requisitos indicados para los contactos de *Grado 2*, deberán incluir la detección de interferencia del campo magnético y su señalización mediante salida de sabotaje.

En el caso de contactos magnéticos inalámbricos, se requiere tamper de pared para los sistemas de *Grado 2* y *3*. En el caso de *Grado 3*, también se requerirá la detección de la interferencia del campo magnético.

#### - Equipamiento de señalización

La norma EN50131 especifica el funcionamiento y los requisitos necesarios de los elementos de señalización empleados para cada grado de seguridad. Existen tres niveles de ATS (Sistemas transmisión alarmas) principales:

Nivel ATS	Significado
2	Utilizado en los sistemas de Grado 2 y prácticamente equivalente a los comunicadores digitales actuales.
3	Utilizado como sistema de transmisión secundario o de reserva en los sistemas de Grado 3. Similar a los requisitos de ATS 4, pero con supervisiones menos rigurosas.
4	Utilizado en los sistemas de Grado 3 y es equivalente a la señalización encriptada con supervisión de comunicación por terceros.

#### - Fuentes de alimentación

La normativa EN50131 establece que las fuentes de alimentación estarán dimensionadas para alimentar el sistema de seguridad en todas las condiciones, incluida la carga de la batería en un tiempo específico. Esto supone utilizar baterías de mayor capacidad (Ah) y utilizar fuentes de alimentación más potentes. La potencia de las mismas irá en función de las necesidades del sistema y ha de permitir alimentar todo el sistema de seguridad y cargar la batería según las especificaciones establecidas en la normativa.

• *Grado 1* y *2*: Autonomía con batería de 12 horas y carga de las baterías hasta un 80% de su capacidad en 72 horas.

• *Grado 3*: Autonomía con batería de 24 horas. Esta se puede reducir a 12 horas, si el fallo de alimentación es transmitido a la CRA. y carga de las baterías hasta un 80% de su capacidad en 24 horas. ■

# **ORDENANZAS MUNICIPAL SOBRE INSTALACIÓN DE CONTENEDORES EN LA VÍA PÚBLICA**

## **Artículo 1.**

A los efectos de esta Ordenanza se designa con el nombre de contenedores los recipientes metálicos normalizados, especialmente diseñados para su carga y descarga mecánica sobre vehículos de transporte especiales, destinados a depósito de materiales o recogida de tierras o escombros procedentes de obras de construcción o demolición de obras públicas o de edificios.

## **Artículo 2.**

1.- Está sujeta a licencia municipal la colocación de contenedores en la vía pública. Los contenedores situados en el interior acotado de las zonas de obras de la vía pública no precisarán de licencia. Será sancionado de conformidad con el artículo 9 de la Ordenanza Municipal de Circulación, la colocación de contenedores en la vía pública sin previa licencia.

2.- Las licencias serán concedidas singularmente para obra determinada y para cada contenedor

## **Artículo 3.**

La licencia será expedida previo pago del correspondiente precio público establecido en las Ordenanzas fiscales.

## **Artículo 4.**

La autorización para un contenedor será concedida por el tiempo máximo de 1 mes, prorrogables en caso necesario.

## **Artículo 5.**

La licencia expresará en todo caso:

- a) El titular, su domicilio y un teléfono de servicio permanente.
- b) La obra, a cuyo servicio se expide.
- c) El tiempo de utilización de licencia.
- d) Su lugar de colocación en la acera o en la calzada

## **Artículo 6.**

El titular de la licencia deberá señalar convenientemente el contenedor, de conformidad con el artículo 10 de la Ordenanza Municipal de Circulación y disposiciones de la Ley de Seguridad Vial y su Reglamento. En cualquier caso, deberán llevar elementos reflectantes que destaquen su visibilidad, consistiendo en bandas rojas y blancas en oblicuo situadas en todo el reborde del contenedor.

Serán de cuenta del titular de la licencia los daños que se produzcan por incumplimiento de esta norma.



## **Artículo 7.**

1.- En cada contenedor deberá figurar el nombre del titular de la licencia y el número de contenedor, así como el tiempo de duración y el número de teléfono de servicio permanente de la empresa.

2.- Una vez llenos o interrumpido el llenado, deberán taparse con una lona o cubierta amarrada preceptiva para su transporte ulterior.

## **Artículo 8.**

1.- En la colocación de los contenedores deberán observarse las prescripciones siguientes, siempre que ello sea posible:

a) Se situarán preferentemente frente a la obra a que se sirvan, o lo más próximo posible de ella.

b) Deberán situarse de forma que no impidan la visibilidad de los vehículos, especialmente en los cruces respetando las distancias de éstos establecidas por el Reglamento de Circulación a efectos de estacionamiento.

c) No podrán situarse en los pasos de peatones ni frente a los mismos, en vados, en las reservas de estacionamiento y parada, salvo cuando dichas reservas se hayan solicitado para la misma obra y en las zonas de prohibición de estacionamiento, salvo criterio de los Servicios Municipales.

d) Tampoco podrán situarse sobre las aceras cuya amplitud una vez deducido el espacio ocupado por las vallas, en su caso, no permita una zona de libre paso, de 1 m. como mínimo, una vez colocado el contenedor; ni en las calzadas cuando el espacio que quede libre sea inferior a 2,75 m. en vías de un solo sentido de marcha o de 6 m. en las vías de doble sentido.

2.- En todo caso se colocarán de forma que su lado más largo esté situado en sentido paralelo a la acera.

3.- Cuando los contenedores se hallen en la calzada deberán situarse a 0,20 m. de la acera, de forma que no impidan que las aguas superficiales alcancen y circulen por la zona de rigola, y aguas abajo del imbornal más próximo, si éste queda a menos de 2 m. del contenedor.

4.- En la acera, deberán colocarse al borde de ésta, pero sin que ninguna de sus partes sobresalga de la línea de encintado.

5.- Salvo expresión en contra de la licencia, no se autorizarán los vertidos directos al contenedor.

En caso de que estos sean autorizados, los elementos de vertido directo deberán estar anclados de forma que no se pueda producir en ningún caso el vertido de materiales al dominio público, ni el desprendimiento de los elementos sobre aquel, siendo responsable de los daños que produzca el titular de la licencia por incumplimiento de esta obligación.

## **Artículo 9.**

Los contenedores sólo podrán ser utilizados por el titular de la licencia, y ninguna persona, que no sea autorizada por aquél, podrá realizar vertido alguno en su interior.

#### **Artículo 10.**

1.- No se podrá verter en los contenedores escombros que contengan materias inflamables, explosivas, nocivas, peligrosas o susceptibles de putrefacción o de producir olores desagradables o que por cualquier causa puedan constituir molestias o incomodidad para los usuarios de la vía pública o vecinos.

2.- Ningún contenedor podrá ser utilizado o manipulado de modo que su contenido caiga en la vía pública o pueda ser levantado o esparcido por el viento. En ningún caso podrá exceder su contenido del nivel más bajo de su límite superior.

#### **Artículo 11.**

Los contenedores deberán ser retirados de la vía pública:

- a) Al expirar el plazo por el que fue concedida la licencia.
- b) En cualquier momento, a requerimiento de la Administración Municipal.
- c) Para su vaciado, tan pronto hayan sido llenados o como máximo dentro del mismo día.

#### **Artículo 12.**

1.- Las operaciones de instalación y retirada de los contenedores deberán realizarse en horas en que en menor medida se dificulte el tránsito rodado, y preferentemente de noche.

2.- Al retirar el contenedor, el titular de la licencia deberá dejar en perfecto estado la superficie de la vía pública, y completamente limpia, siendo de su cuenta el restablecimiento de la vía pública al estado anterior a la concesión de la licencia.

#### **Artículo 13.**

El titular de la licencia será responsable:

- a) De los daños que los contenedores causen a cualquier elemento de la vía pública.
- b) De los que causen a terceros.

#### **Artículo 14.**

1.- El titular de la licencia será responsable del cumplimiento de las obligaciones impuestas en esta Ordenanza.

2.- Su incumplimiento será sancionado de conformidad con el contenido del Reglamento Municipal de Circulación, si el hecho estuviese tipificado en el mismo, en otro caso con multa en cuantía de hasta 15.000 pesetas.

#### **DISPOSICION FINAL**

Esta Ordenanza, una vez aprobada definitivamente por el Excmo. Ayuntamiento Pleno, entrará en vigor al siguiente día de su publicación en el Boletín Oficial de la Región, y continuará su aplicación hasta su derogación o modificación.

## ORDENANZA DEL SERVICIO DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL ESTACIONAMIENTO EN LA VÍA PÚBLICA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA

### **Artículo 1.**

En virtud del art. 25.2 b) de la Ley 7/85 de 2 de abril (LBRL); de los arts. 7 y 38 de R.D. Legislativo 339/90 y art. 93 del R.D. 13/92, textos modificados por la Ley 5/1997 y mas recientemente por la Ley 19/2001, la presente ordenanza tiene por objeto regular el uso de las vías públicas en la ciudad de Cartagena para hacer compatible la equitativa distribución de los aparcamientos entre todos los usuarios con la necesaria fluidez del tráfico rodado, y establecer el régimen de estacionamiento y parada en las vías públicas que se relacionan en el art.2 de esta misma ordenanza.

### **Artículo 2.**

En las calles enumeradas en el Anexo el estacionamiento se realizará conforme a las condiciones que se regulan en esta ordenanza municipal.

En las zonas debidamente señaladas de uso horario libre podrá estacionarse durante el período de tiempo limitado que establece el art. 4 de esta ordenanza, siempre y cuando se obtenga del expendedor automático más próximo un ticket, previo pago del precio de la tasa correspondiente, y se coloque el mismo en el salpicadero del vehículo de forma totalmente visible.

Para estacionar en las zonas para uso de residentes será obligatorio exhibir el distintivo correspondiente.

Las vías públicas, (clasificadas por zonas), a las que le son de aplicación esta ordenanza son las que se enumeran en el Anexo a la misma.

La Alcaldía Presidencia, mediante Bando, podrá decretar la suspensión temporal de esta Ordenanza por obras, limpieza de calles, actividades deportivas, desfiles, procesiones religiosas, manifestaciones u otros eventos, en la extensión y por el tiempo necesario para el desarrollo de la actividad de que se trate.

### **Artículo 3.**

En las zonas citadas en el artículo anterior se reservarán en torno a un 50% de plazas para el uso de vehículos de personas físicas residentes en las mismas que acrediten que reúnen los siguientes requisitos:

Que el vehículo es propiedad de persona física residente en Cartagena dada de alta como tal en el Padrón Municipal, e inscrita dentro de la zona para la cual solicita la referida tarjeta.

A estos efectos, se considerará propietario del vehículo a quien conste como tal en el permiso de circulación expedido por la Jefatura Provincial de Tráfico.

Ser coincidente el domicilio del empadronamiento del titular con el que figura en el permiso de circulación del vehículo y con el que de hecho resida.

Estar dado de alta el vehículo en el Padrón del Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica de Cartagena, con coincidencia de la titularidad y domicilio definidos en los apartados anteriores, estando, en su caso, al corriente del pago de dicho impuesto.

Abonar el precio de la tasa anual correspondiente.

Las personas a las que se otorgue la tarjeta de residente serán responsables del buen uso de la misma, debiendo notificar al Excmo. Ayuntamiento de Cartagena, en el plazo de 15 días, los cambios de domicilio o de vehículo a los efectos oportunos.

La inobservancia de esta norma, implicará la anulación de la tarjeta especial de residente y la denegación de la nueva, si en principio tuviera derecho a ella.

El Excmo. Ayuntamiento de Cartagena podrá comprobar de oficio la residencia efectiva y habitual del solicitante de la tarjeta de residente.

Tras la acreditación de estos requisitos, por el Servicio Municipal correspondiente, se les expedirá una tarjeta-distintivo de carácter anual, que les permitirá estacionar en las zonas especialmente habilitadas para residentes (zona con marcas viales de color anaranjado), siempre y cuando exhiban distintivo que permita el estacionamiento para el vehículo del que sean titulares.

Tendrán la consideración de residentes, las personas físicas que figuren empadronadas, y de hecho vivan, en alguna de las vías públicas incluidas dentro de las Zonas sometidas a regulación, a quienes se proveerá previo pago de la tasa correspondiente, de un distintivo que habilita el estacionamiento, sin limitación de horarios, en las Plazas Naranjas del barrio de su residencia.

Asimismo, tendrán la consideración de residentes quienes no teniendo la titularidad de ningún vehículo, acrediten disponer de uno, contratado a su nombre, mediante sistema de «leasing», «renting», u otro similar.

Finalmente, tendrán también la consideración de residentes quienes no teniendo la titularidad de ningún vehículo, acrediten disponer de uno contratado por la empresa en la que presten sus servicios mediante el sistema de «leasing», «renting» u otro similar, mediante la aportación de la documentación necesaria para acreditarlo.

Otros supuestos relativos al derecho de expedición de tarjeta de residente serán expedidos previa acreditación que convenga en cada caso, siendo autorizado por el Concejal Delegado del Área de Tráfico.

Podrán obtener la tarjeta de residentes aquellas personas físicas que acrediten su residencia en calles o espacios peatonales que desemboquen en sus dos extremos en calles reguladas por O.R.A. o un extremo desemboque en calle regulada y el otro en calle sin aparcamiento. Igualmente podrán obtener tarjeta los residentes de aquellas calles que estando incluidas entre las reguladas, vean modificadas sus características por obras promovidas o autorizadas por este Ayuntamiento. La tarjeta de residente, autorizará el aparcamiento de vehículos de aquellas personas que la obtengan, en la zona a la que pertenezca la calle en la que resida el titular del vehículo.

#### **Artículo 4.**

Las zonas de estacionamiento limitado reguladas en esta ordenanza estarán debidamente señaladas verticalmente según lo establecido en el art. 154 del Reglamento General de Circulación, R.D. 1428/2003, de 21 de noviembre (señales R. 307 y R. 309), y horizontalmente, según las marcas viales reguladas en el art. 171 f) del referido Reglamento General de Circulación, marcas azules en el caso de zonas de uso horario libre y marcas verdes en el caso de zonas de uso laboral. Con el fin de distinguir la zona de uso libre y la zona de uso laboral de la de uso para residentes se especificará este uso en las citadas calles mediante marcas viales de color anaranjado.

El uso de las vías públicas de estacionamiento condicionado y limitado temporal, espacial y funcionalmente, se efectuará del siguiente modo:

Plazas de uso libre: En las plazas marcadas al efecto, deberá obtenerse un ticket en los aparatos instalados a tal efecto en la vía pública. El estacionamiento no podrá superar el tiempo indicado en el ticket, y en ningún caso se podrá estacionar en un mismo lugar de la zona de uso libre más del tiempo máximo permitido en cada momento.

Plazas de uso laboral: En las plazas marcadas al efecto, deberá obtenerse un ticket en los aparatos expendedores fijados a tal fin en la vía pública. En estas vías la duración máxima de estacionamiento será de: todo el día, jornada de mañana o jornada de tarde, del horario establecido en la presente ordenanza (Art. 6).

Plazas de uso de residentes: En las plazas marcadas al efecto, mediante la exhibición del distintivo especial de residentes. Este tipo de estacionamiento no estará limitado en su duración. Los distintivos de residentes tendrán que ir colocados contra el cristal delantero así como el ticket que deberá colocarse en el salpicadero del vehículo. Estos sólo autorizan a estacionar en las zonas señalizadas para tal fin, debiendo el usuario respetar la normativa de regulación de la zona y otras prohibiciones de estacionamiento existentes.

Plazas de uso de motocicletas, ciclomotores y bicicletas: En las calles en las que exista aparcamiento reservado exclusivamente para este tipo de vehículos, los usuarios de los mismos deberán estacionar exclusivamente en esas zonas reservadas, teniendo prohibido el estacionamiento en el resto de zonas de dicha calle. En las calles en que no existan plazas reservadas exclusivamente para este tipo de vehículos, será de aplicación la exención recogida en el apartado a) del artículo 5 de esta Ordenanza.

Quienes hayan sido objeto de denuncia por el exceso -máximo de una hora- sobre el tiempo señalado en el ticket como fin de estacionamiento, podrá anularla obteniendo un ticket de anulación cuyo importe será el establecido en la Ordenanza fiscal correspondiente, sin que haya lugar al fraccionamiento.

El ticket original, junto con el ticket de anulación y el boletín de denuncia, podrán depositarse en el buzón instalado a tal efecto junto a la máquina expendedora o entregarse al vigilante-controlador del servicio O.R.A., debiendo quedar en poder del denunciado el correspondiente resguardo del ticket de anulación.

La reserva de espacio o la ocupación de los estacionamientos con cualquier fin distinto del estacionamiento de vehículos se realizará mediante liquidación diaria, debiendo obtener el correspondiente resguardo proporcionado por el vigilante encargado de la regulación de los estacionamientos.

#### **Artículo 5.**

A los efectos de esta Ordenanza se entenderá por estacionamiento toda inmovilización de un vehículo cuya duración exceda de dos minutos, siempre que no esté motivada por imperativos de la circulación.

Estarán exentos del pago de la Tasa por el estacionamiento en vías públicas reguladas por O.R.A.:

Las motocicletas, ciclomotores y bicicletas, excepto en las calles en que dispongan de un aparcamiento específico para dichos vehículos, el cual estarán obligados a utilizar.

Los vehículos oficiales pertenecientes a las Administraciones General del Estado, Autonómica o Local, los destinados a la asistencia sanitaria y ambulancias cuando estén prestando servicios propios de su cometido, así como los vehículos que dispongan de autorización especial de estacionamiento expedida al efecto por el Concejal Delegado del Área de Tráfico.

Los conducidos o destinados al transporte de personas discapacitadas con movilidad reducida, siempre que estén en posesión y exhiban el Modelo de las Comunidades Europeas de Tarjeta de Estacionamiento para Personas con Discapacidad.

#### **Artículo 6.**

Esta ordenanza reguladora del estacionamiento limitado en las vías públicas relacionadas en el art. 2 se aplicará con arreglo al siguiente horario:

- De lunes a viernes, ambos inclusive: de 09: 00a 14: 00 horas y de 17: 00 a 20: 30 horas.
- Sábados: de 9: 00 a 14: 00 horas.
- Domingos y festivos: libre.
- Mes de agosto: de 9: 00 a 14: 00 horas. Tardes, sábados, domingos y festivos libres.
- Fuera de este horario el estacionamiento en las vías públicas relacionadas en el art. 2 podrá hacerse sin las limitaciones establecidas en esta ordenanza.

#### **Artículo 7.**

El importe a satisfacer por la expedición del ticket o por expedición del tarjetas- distintivo de residentes, será el que establezca en cada momento el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena. Dicho ticket o tarjeta deberá colocarse contra el cristal o en su caso el salpicadero del vehículo, siendo requisito indispensable su colocación de forma visible para estacionar adecuadamente.

#### **Artículo 8.**

El servicio se controlará por personal debidamente uniformado sin que pueda confundirse, ni por el color ni por el modelo de los uniformes, con los miembros de la Policía Local. No obstante lo anterior, los miembros de la Policía Local ejercerán en la zona de O.R.A. las funciones generales de inspección, control y denuncia que les corresponde conforme a la legislación vigente.

#### **Artículo 9. Infracciones.**

Las infracciones a la presente Ordenanza serán las recogidas en la Ordenanza Municipal de Circulación y demás legislación aplicable.

#### **Artículo 10.**

En cuanto al procedimiento sancionador se estará a lo dispuesto en la legislación en vigor y, en su caso a las disposiciones que en esta materia se establezcan, con carácter general, por el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.

#### **Disposición Derogatoria:**

La presente Ordenanza deroga la vigente Ordenanza Reguladora de la Tasa por Estacionamiento de Vehículos de Tracción Mecánica en las Vías de los municipios dentro de las zonas que a tal efecto se determinen y con las limitaciones que pudieran establecerse, en todo aquello que se oponga a la presente Ordenanza.

### **ANEXO:**

#### **RELACIÓN DE CALLES.**

Las zonas de estacionamiento son:

#### **ZONA A:**

Muralla del Mar, C/ Gisbert, Plaza San Agustín, Plaza San Francisco, C/ Campos, C/ Palas, C/ del Aire, C/ Cañón, C/ Príncipe de Vergara y General Ordóñez, Real (frente cuartel de instrucción), C/

Sor Francisca Armendáriz (desde el Ayuntamiento a C/ San Diego), C/ San Diego y Plaza de la Merced.

**ZONA B:**

C/ Conducto, Plaza del Par, Plaza Castellini, C/ Real, C/ Santa Florentina, C/ Marcos Redondo, C/ Tolosa Latour, C/ Licenciado Cascales, C/ Jabonerías, C/ Canales, C/ Salitre, C/ Ronda, C/ San Juan, C/ Garcia Lorca, C/ Carlos III (de Capitanes Ripol) a Plaza de España, Plaza de España, Paseo Alfonso XIII (Zonaa Sur desde Plaza de España a Juan de la Cosa), Angel Bruna ( desde C/ San Juan hasta Paseo Alfonso XIII), Wssel de Guimbarda (desde Carlos III hasta Paseo Alfonso XIII), Plaza de la Universidad, C/ Sor Francisca Almendariz ( desde Plaza de la Constitucion al Ayuntamiento), C/ Tierno Galvan ( de Muralla de Tierra a Paseo Alfonso XIII) y C/ Alcalde Amancio Muñoz.

**ZONA C:**

C/ Santiago Ramón y Cajal ( desde el Paseo Alfonso XIII hasta Avda. Reina Victoria ), Avda. Reina Victoria ( desde C/ Santiago Ramón y Cajal hasta C/ Ángel Bruna ), C/ Juan Fernández ( desde Paseo Alfonso XIII hasta Avda. Reina Victoria ), C/ Jiménez de la Espada ( desde Alameda a C/ Ángel Bruna ), C/ Pintor Balaca ( desde Alameda a C/ Ángel Bruna ), C/ Cartagena de Indias, C/ Wssel de Guimbarda ( de Paseo Alfonso XIII a Avda. Reina Victoria ), C/ Príncipe de Asturias ( desde Paseo Alfonso XIII hasta Avda. Reina Victoria ), Paseo Alfonso XIII ( de Plaza de España a C/ Juan de la Cosa ), C/ Ángel Bruna ( desde el Paseo Alfonso XIII hasta Avda. Reina Victoria ), Alameda de San Antón ( desde Plaza de España hasta Avda. Reina Victoria ), C/ Doctor Marañón, C/ Luis Calandre ( desde Doctor Marañón hasta C/ Soldado Rosique ), C/ San Leandro, C/ San Basilio y C/ San Martín de Porres ( desde Wssel de Guimbarda hasta C/ Ángel Bruna ).

**ZONA D :**

Avda. Reina Victoria ( desde Alameda de San Antón hasta C/ Santiago Ramón y Cajal ), C/ Luis Calandre ( desde C/ Soldado Rosique hasta C/ Sebastián Ferignán ), C/ Hidalgo de Cisneros, C/ Francisco de Borja, C/ Carlos V, C/ Duque Severiano, Alameda de San Antón ( desde Plaza María Cristina hasta Avda. Reina Victoria ), C/ Santiago Ramón y Cajal ( desde Avda. Reina Victoria hasta C/ Jorge Juan ), C/ Alfonso X el Sabio ( desde Alameda de San Antón hasta C/ Santiago Ramón y Cajal ), C/ Asdrúbal ( desde Alameda de San Antón hasta C/ Santiago Ramón y Cajal ), C/ Trafalgar ( desde Alameda de San Antón hasta C/ Santiago Ramón y Cajal ), C/ Almirante Baldasano ( desde Alameda de San Antón hasta C/ Santiago Ramón y Cajal ), C/ Sebastián Ferignán ( desde Alameda de San Antón hasta C/ Doctor Luis Calandre ) y C/ Soldado Rosique

# **ORDENANZA REGULADORA DE LA CONEXION DE LOS SISTEMAS DE ALARMAS PRIVADOS A LA CENTRAL DE RECEPCION DE ALARMAS DE LA POLICIA LOCAL DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARTAGENA**

## **Artículo 1.**

El presente Reglamento constituye la normativa por la que se regirá el Servicio de Recogida de Alarmas en la Central de la Policía Local de Cartagena.

## **Artículo 2.**

Se entenderán sometidas a las prescripciones de este Reglamento los equipos sensores de alarmas situados en establecimientos públicos y privados conectadas a la Central Receptora de Alarmas situada en las dependencias de la Policía Local.

La conexión de las alarmas presupondrá la aceptación de este Reglamento.

Se podrá disponer además de la conexión con la Central de la Policía Local con una señal acústica exterior que se activará únicamente en caso de sabotaje o desconexión de la línea telefónica.

## **Artículo 3.**

La presentación del Servicio de Recepción de Alarmas sólo se realizará en los siguientes supuestos:

- Robo.
- Incendio.
- Atraco.
- Asistencia médica e inundación.

## **Artículo 4.**

La instalación de los equipos sensores de alarma situados en los respectivos locales o domicilios, será de cuenta de sus dueños arrendatarios u ocupantes, quienes concertarán la instalación con cualquier empresa especializada e inscrita como tal en el Registro de Empresas de Seguridad de la Dirección de Seguridad del Estado.

## **Artículo 5.**

Los equipos sensores utilizados en la instalación tendrán que ser de los homologados por la Dirección General de Seguridad del Estado.

## **Artículo 6.**

Será de cuenta del titular del local u ocupante de la vivienda la vigencia e inspección de los aparatos para su buen funcionamiento.

Quienes solicitan la conexión deberán facilitar a la Policía Local la entrada en su domicilio a fin de que realicen las inspecciones previas y posteriores a la conexión, sin cuyo requisito no se procederá a la prestación del servicio.



### **Artículo 7.**

Los establecimientos regulados por normativa específica deberán comunicar la conexión al Delegado del Gobierno a los efectos procedentes.

### **Artículo 8.**

La transmisión de señal de alarma sólo podrá realizarse mediante la red conmutada de Compañía Telefónica Nacional de España, no siendo posible su utilización en líneas ajenas a dicha Compañía.

### **Artículo 9.**

En aquellas instalaciones en las que por las características del local se considere oportuno, de acuerdo con la inspección realizada por el Cuerpo de Policía Local, la instalación de alarma contra robo y atraco llevará aparejada la necesaria instalación de un micrófono ambiental que se active simultáneamente con la alarma.

### **Artículo 10.**

Las solicitudes de conexión se realizarán por el interesado, acreditando la titularidad sobre el local, en las dependencias de la Policía Local, siendo ésta quien determinará el Código del Abonado y tras la correspondiente inspección, instalará de la C.T.N.E. la conexión de las alarmas particulares a la Central.

Una vez la C.T.N.E. realice la conexión comenzará la prestación del servicio.

### **Artículo 11.**

El servicio consistirá únicamente en la recepción de la alarma en la Central Receptora, sita en las dependencias de la Policía Local y en su actuación directa o en la transmisión por ésta de la emergencia de los diferentes servicios de respuesta (Policía, Bomberos, Hospital, etc.).

### **Artículo 12.**

Se consideran infracciones del sistema de alarmas:

1. El incumplimiento de las normas técnicas establecidas por la empresa instaladora para el correcto funcionamiento del aparato y las establecidas en su caso por la Policía Local.
2. La provocación consciente o no de un número de falsas alarmas que interfiera el buen funcionamiento de la red.

### **Artículo 13.**

Las infracciones se clasificaran en leves, graves y muy graves.

A) Son leves: dos falsas alarmas computadas en el plazo de un mes.

B) Son graves:

1.- Cinco falsas alarmas en el plazo de dos meses.

2.- El incumplimiento de las normas técnicas a pesar de estar avisado por escrito.

C) Son muy graves:

1.- Doce falsas alarmas en el plazo de seis meses.

2.- Una actitud voluntaria que perturbe o impida el correcto funcionamiento de la recepción de alarmas.

#### **Artículo 14.**

La producción de una falsa alarma conllevará la obligación del usuario de revisar la instalación del sistema, para su perfecto funcionamiento.

En el supuesto de que se produzcan dos falsas alarmas, el usuario deberá presentar en la Oficina de la Policía Local, en el plazo de una semana desde la última producida, un certificado de correcto funcionamiento de los sensores, emitido por la empresa instaladora.

En el caso de producción de cinco falsas alarmas en el plazo de dos meses, además del Certificado anterior, el usuario deberá permitir una inspección de la Policía Municipal para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación. Dicha inspección será gratuita.

La falta de presentación de los Certificados referidos llevará consigo la desconexión hasta tanto se cumpla el requisito exigido.

#### **Artículo 15.**

El incumplimiento de las determinaciones de la presente Ordenanza podrá llevar aparejada la desconexión con la Central de Alarmas. Dicha desconexión podrá ser realizada sin la instrucción del correspondiente expediente sancionador cuando razones de Seguridad y Orden Público así lo aconsejen.

#### **Artículo 16.**

La potestad sancionadora prevista en la presente Ordenanza corresponde al Alcalde o Concejál en quien delegue.

### **DISPOSICION FINAL**

#### **Artículo 17.**

Esta Ordenanza entrará en vigor al siguiente día de su publicación en el «Boletín Oficial de la Región de Murcia».

Cuando cambien las condiciones de contratación de C.T.N.E. deberá procederse a la revisión y modificación de la Ordenanza.

Lo que se publica de conformidad con lo dispuesto en el artículo 70.2 de la Ley 7/85 de 2 de abril, de Bases de Régimen Local, significando que contra el mencionado acuerdo podrá interponerse directamente Recurso Contencioso-Administrativo ante la Sala de lo Contencioso Administrativo de Murcia en el plazo de dos meses desde la publicación de este anuncio.

Cartagena a 15 de septiembre de 1988.- El Alcalde, P.D., la Concejal Delegada de Hacienda,  
Encarnación Gómez Díaz.

ORDENANZA MUNICIPAL SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE  
CONTRA RUIDOS Y VIBRACIONES

**TÍTULO 1.- DISPOSICIONES GENERALES**

Artículo 1.- [OBJETO](#).

Artículo 2.- [ÁMBITO DE APLICACIÓN](#).

**TÍTULO 2.- DEFINICIONES, UNIDADES, ÍNDICES DE VALORACIÓN**

Artículo 3.- [DEFINICIONES](#).

Artículo 4.- [MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE RUIDOS](#).

Artículo 5.- [MEDICIÓN DE VIBRACIONES](#).

Artículo 6.- [APARATOS DE MEDICIÓN](#).

**TÍTULO 3.- NIVELES DE PERTURBACIÓN**

**CAPÍTULO 1.- NORMAS GENERALES**

Artículo 7.- [NORMAS GENERALES](#).

**CAPÍTULO 2.- NIVELES DE PERTURBACIÓN POR RUIDOS**

Artículo 8.- [NIVELES EN EL AMBIENTE EXTERIOR](#).

[CUADRO 1](#): *Tabla de niveles de recepción externos*

Artículo 9.- [NIVELES EN EL AMBIENTE INTERIOR](#).

[CUADRO 2](#): *Valores límite de ruido en el interior de edificios con ventana entreabierta*

[CUADRO 3](#): *Valores límite de ruido en el interior de edificios con ventana cerrada*

Artículo 10.- [NIVELES DE EMISIÓN](#).

**CAPÍTULO 3.- NIVELES DE PERTURBACIÓN POR VIBRACIONES**

Artículo 11.- [NIVELES DE PERTURBACIÓN POR VIBRACIONES](#).

[CUADRO 4](#): *Tabla de valores k*

## **CAPÍTULO 4.- NIVELES DE PERTURBACIÓN EN SITUACIONES ESPECIALES**

Artículo 12.- [SITUACIONES ESPECIALES.](#)

### **TÍTULO 4.- ÁMBITOS DE REGULACIÓN ESPECÍFICA**

#### **CAPÍTULO 1.- CONDICIONES EXIGIBLES A LA EDIFICACIÓN**

Artículo 13.- [DISPOSICIONES GENERALES.](#)

Artículo 14.-  [AISLAMIENTO ACÚSTICO.](#)

[CUADRO 5:](#) *Tabla de aislamientos mínimos a ruido aéreo*

Artículo 15.- [EXCEPCIONES.](#)

Artículo 16.- [INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN.](#)

#### **CAPÍTULO 2.- CONDICIONES EXIGIBLES A LAS ACTIVIDADES O ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE SERVICIOS**

##### ***SECCIÓN 1.- NORMAS GENERALES***

Artículo 17.- [ÁMBITO DE APLICACIÓN.](#)

Artículo 18.- [LÍMITES.](#)

Artículo 19.- [CONDICIONES GENERALES.](#)

[CUADRO 6:](#) *Tabla de aislamiento mínimo R a ruido aéreo*

##### ***SECCIÓN 2.- ESPECTÁCULOS PÚBLICOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS***

Artículo 20.- [ÁMBITO DE APLICACIÓN.](#)

Artículo 21.- [LOCALES CERRADOS.](#)

[CUADRO 7:](#) *Tabla de niveles mínimos de emisión de cálculo*

Artículo 22.- [LOCALES CON ACTIVIDAD AL AIRE LIBRE.](#)

##### ***SECCIÓN 3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE ESTAS CONDICIONES***

Artículo 23.- [ESTUDIO ACÚSTICO.](#)

Artículo 24.- [CONTENIDO DEL ESTUDIO ACÚSTICO.](#)

Artículo 25.- [DIRECCIÓN DE OBRA Y CONTROL.](#)

### **CAPÍTULO 3.- ZONAS ACÚSTICAMENTE SATURADAS POR EFECTOS AUDITIVOS (Z.A.S.)**

Artículo 26.- [DEFINICIÓN.](#)

Artículo 27.- [CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS ESTABLECIMIENTOS SITOS EN LAS Z.A.S.](#)

Artículo 28.- [EFECTOS DE LA DECLARACIÓN DE Z.A.S.](#)

### **CAPÍTULO 4.- CONDICIONES EXIGIBLES A ACTIVIDADES VARIAS**

#### ***SECCIÓN 1.- GENERALIDADES***

Artículo 29.- [ÁMBITO DE APLICACIÓN.](#)

Artículo 30.- [ANIMALES DOMÉSTICOS.](#)

Artículo 31.- [APARATOS E INSTRUMENTOS MUSICALES O ACÚSTICOS.](#)

#### ***SECCIÓN 2.- TRABAJOS EN LA VÍA PÚBLICA Y EN LA EDIFICACIÓN QUE PRODUZCAN RUIDOS***

Artículo 32.- [TRABAJOS CON EMPLEO DE MAQUINARIA.](#)

Artículo 33.- [LIMITACIONES.](#)

Artículo 34.- [CARGA Y DESCARGA.](#)

#### ***SECCIÓN 3.- SISTEMAS DE ALARMA***

Artículo 35.- [ÁMBITO DE APLICACIÓN.](#)

Artículo 36.- [CONTROL DEL SISTEMA DE ALARMA.](#)

Artículo 37.- [OBLIGACIONES DE LOS PROPIETARIOS O RESPONSABLES DE LAS ALARMAS.](#)

Artículo 38.- [ALARMAS EN VEHÍCULOS.](#)

#### ***SECCIÓN 4.- SISTEMAS ACÚSTICOS DE SIRENAS***

Artículo 39.- [OBJETO.](#)

Artículo 40.- [DEFINICIONES.](#)

Artículo 41.- [SIRENAS AUTORIZADAS.](#)

## **CAPÍTULO 5.- REGULACIÓN DEL RUIDO DEL TRÁFICO**

Artículo 42.- [ÁMBITO DE APLICACIÓN.](#)

Artículo 43.- [NORMATIVA APLICABLE.](#)

Artículo 44.- [MANTENIMIENTO.](#)

Artículo 45.- [PROHIBICIONES.](#)

Artículo 46.- [MEDIDAS PREVENTIVAS Y ACTUACIONES SOBRE LA CIRCULACIÓN.](#)

Artículo 47.- [CONTROL, INSPECCIONES Y DENUNCIAS.](#)

## **TÍTULO 5.- RÉGIMEN JURÍDICO**

### **CAPÍTULO 1.- CUMPLIMIENTO DE LA ORDENANZA**

Artículo 48.- [COMPETENCIAS.](#)

### **CAPÍTULO 2.- INSPECCIÓN Y CONTROL**

Artículo 49.- [ACTUACIÓN INSPECTORA.](#)

Artículo 50.- [VISITAS DE INSPECCIÓN.](#)

### **CAPÍTULO 3.- RÉGIMEN SANCIONADOR**

#### ***SECCIÓN 1.- PRINCIPIOS GENERALES***

Artículo 51.- [ACTUACIONES PREVIAS.](#)

Artículo 52.- [PERSONAS RESPONSABLES.](#)

Artículo 53.- [RÉGIMEN SUPLETORIO.](#)

#### ***SECCIÓN 2.- DE LAS INFRACCIONES A LAS NORMAS REGULADORAS DEL RUIDO PROCEDENTE DEL TRÁFICO RODADO Y ACTIVIDADES VARIAS***

Artículo 54.- [INFRACCIONES LEVES.](#)

Artículo 55.- [INFRACCIONES GRAVES.](#)

Artículo 56.- [INFRACCIONES MUY GRAVES.](#)

Artículo 57.- [SANCIONES.](#)

**SECCION 3.- DE LAS INFRACCIONES A LAS NORMAS REGULADORAS DEL RUIDO EN LAS ACTIVIDADES DEL CAPÍTULO 2, TÍTULO 4**

Artículo 58.- [INFRACCIONES Y SANCIONES.](#)

**DISPOSICIÓN ADICIONAL.**

**DISPOSICIÓN TRANSITORIA.**

**DISPOSICIÓN DEROGATORIA.**

**DISPOSICIÓN FINAL.**

**[ANEXO I: METODOLOGÍAS PARA MEDIDAS ACÚSTICAS](#)**

***A. [PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA](#)***

A.1.- [Equipos de medida.](#)

A.2.- [Correcciones por ruido de fondo.](#)

[CUADRO 8:](#) *corrección por ruido de fondo*

A.3.- [Tipos de medidas.](#)

A.4.- [Determinación de los niveles sonoros globales.](#)

A.5.- [Determinación del aislamiento a ruido aéreo entre locales.](#)

A.6.- [Determinación del aislamiento a ruido aéreo de fachadas.](#)

A.7.- [Determinación del nivel de ruido de impacto entre locales.](#)

A.8.- [Determinación de los niveles de vibración en edificios.](#)

***B. [CRITERIOS DE PENALIZACIÓN](#)***

B.1.- [Penalización por incremento de niveles respecto del ruido de fondo.](#)

[CUADRO 9:](#) *corrección por incremento de los niveles respecto del ruido de fondo*

B.2.- [Penalización por existencia de componentes tonales.](#)

[CUADRO 10:](#)*corrección por tonos audibles*

B.3.- [Penalización por existencia de componentes impulsivos.](#)

[CUADRO 11:](#) *corrección por componentes impulsivas*

B.4.- [Correcciones por tiempo de presencia del ruido.](#)



## **ANEXO II: MEDIDA DE NIVELES SONOROS PRODUCIDOS POR VEHÍCULOS A MOTOR**

## **ANEXO III: MEDICIONES (TABLA)**

# **ORDENANZA MUNICIPAL SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE CONTRA RUIDOS Y VIBRACIONES.**

## **TÍTULO 1.- DISPOSICIONES GENERALES**

### **Artículo 1.- OBJETO.**

La presente Ordenanza regula la intervención municipal para la protección de los ciudadanos y del medio ambiente contra las perturbaciones por ruidos y vibraciones en el Término Municipal de Cartagena, al amparo de lo previsto en la normativa medioambiental vigente.

### **Artículo 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

**2.1.** Quedan sometidas a las prescripciones de esta Ordenanza toda clase de construcciones, obras, realización de infraestructuras, medios de transporte y todo tipo de instalaciones industriales, comerciales, recreativas, musicales, de espectáculos o servicios, así como cualquier aparato, elemento, acto o comportamiento susceptible de producir ruidos o vibraciones que puedan ocasionar molestias o riesgos para la salud o que modifiquen el estado natural del ambiente circundante, cualquiera que sea su titular, promotor o responsable y lugar público o privado, abierto o cerrado en el que esté situado.

**2.2.** Deben cumplir también la Ordenanza todos los elementos constructivos y ornamentales, en tanto faciliten la transmisión de ruidos y vibraciones producidos en su entorno.

**2.3.** En los trabajos de planeamiento urbano y de organización de todo tipo de actividades y servicios, deberá contemplarse su incidencia en cuanto a ruidos y vibraciones, para que las soluciones y/o planificaciones adoptadas proporcionen el nivel más elevado de calidad de vida.

## **TÍTULO 2.- DEFINICIONES, UNIDADES, ÍNDICES DE VALORACIÓN**

### **Artículo 3.- DEFINICIONES.**

Los términos acústicos se interpretarán conforme a lo que indica la [NBE-CA-88](#) o norma que la sustituya, normas EN ([Normas Europeas](#)) o UNE ([Normas Españolas](#)) de aplicación, o en su defecto, por las ISO ([Normas Internacionales](#)).

### **Artículo 4.- MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE RUIDOS.**

**4.1.** Los niveles de ruido se medirán y expresarán en dB(A), decibelios con ponderación normalizada A; conforme a [UNE 20464](#) o norma que la sustituya.

**4.2.** La medición y valoración de los niveles sonoros se realizará de acuerdo al procedimiento indicado en el [Anexo I](#).

**4.3.** Para evaluar el aislamiento acústico entre dos locales se utilizará indistintamente el índice R de aislamiento acústico normalizado o el índice  $D_{nT}$  de aislamiento estandarizado, expresándose con un n° único en dB(A).

La medición del aislamiento acústico de los elementos constructivos de los edificios se realizará de acuerdo con las prescripciones establecidas en [UNE 74040](#) o norma que la sustituya.

**4.4.** La medida de los niveles sonoros producidos por los vehículos se realizará de acuerdo con el procedimiento indicado en el [Anexo II](#).

## **Artículo 5.- MEDICIÓN DE VIBRACIONES.**

**5.1.** Se establece como unidad de medida de la aceleración el  $m/seg^2$ .

**5.2.** Para la evaluación de las vibraciones en edificaciones se medirá la aceleración eficaz de la vibración en  $m/seg^2$ ; mediante un análisis de frecuencia con una anchura de banda de 1/3 de octava como máximo. El índice K de molestia se determinará mediante las expresiones:

- $K = a/0,0035$  para  $f = 2$  Hz.
- $K = [a/(0,0035+0,000257)] \times (f-2)$  para  $2 \text{ Hz} < f < 80 \text{ Hz}$ .
- $K = a/0,00063 \times f$  para  $f = 80 \text{ Hz}$ .

donde:

a = aceleración en  $m/seg^2$ .

f = frecuencia en Hz.

**5.3.** La medición de las vibraciones se realizará de acuerdo con el procedimiento indicado en el [Anexo I](#).

## **Artículo 6.- APARATOS DE MEDICIÓN.**

**6.1.** Las mediciones de niveles sonoros se realizarán utilizando sonómetros homologados ajustados a las normas IEC 651, IEC 225, IEC 804 ([Normas de la Comisión de Electrotecnia](#)), UNE 20464, UNE 20493 o norma que las sustituya. Los equipos auxiliares tales como registradores gráficos, registradores de cinta magnética, analizadores, etc., también deberán cumplir dichas normas.

**6.2.** El aparato medidor o sonómetro empleado deberá estar verificado de acuerdo a la [Orden de 16 de diciembre de 1.998](#), por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible o norma que la sustituya.

**6.3.** Las mediciones de las vibraciones se realizarán utilizando acelerómetros y analizadores de frecuencia.

### TÍTULO 3.- NIVELES DE PERTURBACIÓN

#### CAPÍTULO 1.- NORMAS GENERALES

##### Artículo 7.- NORMAS GENERALES.

7.1. Ninguna fuente sonora podrá emitir o transmitir niveles de ruido y vibraciones superiores a los límites que se establecen en el presente Título.

7.2. Los niveles de ruido procedentes del tráfico, de los trabajos en la vía pública y en las edificaciones se regulan por las normas contenidas en el [Título 4](#) de la presente Ordenanza.

7.3. A los efectos de aplicación de la presente Ordenanza se considera horario diurno o día desde las 07 horas a las 22 horas, y horario nocturno o noche desde las 22 horas a las 07 horas del siguiente día.

#### CAPÍTULO 2.- NIVELES DE PERTURBACIÓN POR RUIDOS

##### Artículo 8.- NIVELES EN EL AMBIENTE EXTERIOR.

8.1. En el ambiente exterior no podrán superarse los niveles siguientes:

TABLA DE NIVELES DE RECEPCIÓN EXTERNOS

CUADRO 1

Uso del suelo	Nivel de ruido permitido	
	Leq dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario, docente, cultural (teatros, museos, centros de cultura, etc.), espacios naturales protegidos, parques públicos y jardines locales	60	50
Viviendas, residencias temporales (hoteles, etc.), áreas recreativas y deportivas no masivas	65	55
Oficinas, locales y centros comerciales, restaurantes, bares, y similares, áreas deportivas de asistencia masiva	70	60
Industria, estaciones de viajeros	75	65

8.1.1. Cuando el nivel de ruido de fondo en la zona de ubicación sea superior a estos valores, este nivel podrá considerarse como nuevo valor de referencia a no superar.

8.1.2. En patios de manzana cerrados o en zonas cerradas por edificaciones no se permitirá el funcionamiento de actividades, máquinas o instalaciones cuyo nivel sonoro

exterior a las viviendas sea superior a 45 dB(A) durante la noche y a 55 dB(A) durante el día.

**8.2.** En los casos en que la zona de ubicación de la actividad o instalación no corresponda a ninguna de las zonas establecidas, se aplicará la que por razones de analogía funcional resulte equivalente en cuanto a protección acústica.

**8.3.** En las zonas de usos predominante industrial o comercial, pero donde coexistan con viviendas, se aplicarán los niveles correspondientes a zona de viviendas.

## Artículo 9.- NIVELES EN EL AMBIENTE INTERIOR.

**9.1.** Para los locales, usos, establecimientos y actividades que se citan a continuación, el nivel de los ruidos transmitidos a ellos no superará los valores máximos siguientes:

### VALORES LÍMITE DE RUIDO EN EL INTERIOR DE EDIFICIOS

Cuando el ruido provenga principalmente desde el exterior las mediciones deberán efectuarse con **ventana entreabierta** y se aplicarán los siguientes niveles:

**CUADRO 2**

Tipo de receptor	Nivel de ruido permitido	
	Leq dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario, docente y cultural	45	35
Viviendas y hoteles	50	40

Cuando el ruido provenga principalmente desde el interior las mediciones deberán efectuarse con **ventana cerrada** y se aplicarán los siguientes niveles:

**CUADRO 3**

Tipo de receptor	Nivel de ruido permitido		
	Leq dB(A)		
	Día	Noche	
Equipamiento	- Sanitario y bienestar social	30	25
	- Cultural y religioso	30	30
	- Educativo	40	30
	- Para el ocio (cines, teatros, etc.)	40	30
Servicios	- Hospedaje	40	30
	- Oficinas	40	30
Terciarios	- Comercio y restaurantes	40	30
Vivienda	- Piezas habitables excepto cocina	35	30

- Pasillos, aseos y cocina	40	35
----------------------------	----	----

**9.2.** Los niveles anteriores se aplicarán a otros locales, usos o actividades no relacionados, atendiendo a razones de analogía funcional o de equivalente protección acústica.

**9.3** Cuando el nivel de ruido de fondo en la zona de ubicación sea superior a estos valores, este nivel podrá considerarse como nuevo valor de referencia a no superar.

#### **Artículo 10.- NIVELES DE EMISIÓN.**

Con independencia de los supuestos establecidos en los ámbitos de protección específica, regulados en el [Título 4](#), los niveles de emisión están limitados por los niveles de recepción establecidos en los artículos anteriores.

### **CAPÍTULO 3.- NIVELES DE PERTURBACIÓN POR VIBRACIONES**

#### **Artículo 11.- NIVELES DE PERTURBACIÓN POR VIBRACIONES.**

**11.1.** La instalación de cualquier tipo de máquina, equipos de aire acondicionado o cualquier instalación y/o actividad que transmita vibraciones capaces de ser detectadas directamente al generar sensaciones táctiles, se realizará acoplado elementos antivibratorios adecuados, cuya idoneidad técnica deberá justificarse en los proyectos.

**11.2.** No se permitirá la instalación y el funcionamiento de máquinas o instalaciones que originen en el interior de las edificaciones niveles de vibraciones superiores a los límites marcados en el presente artículo. No se podrán transmitir vibraciones que originen, dentro de los edificios receptores, valores K superiores a los indicados en el cuadro 4.

Se consideran vibraciones transitorias aquellas cuyo número de impulsos no es superior a 3 sucesos por día.

#### **TABLA DE VALORES K**

**CUADRO 4**

ÁREA	HORARIO	Vibración continua o intermitente e impulsos repetidos.	Vibraciones transitorias.
Sanitario	Día	2	16
	Noche	1,41	1,41
Residencial	Día	2	16
	Noche	1,41	1,41
Administrativo	Día	4	128
	Noche	4	12
Industrial y comercial	Día	8	128
	Noche	8	128

## **CAPÍTULO 4.- NIVELES DE PERTURBACIÓN EN SITUACIONES ESPECIALES**

### **Artículo 12.- SITUACIONES ESPECIALES.**

Ante situaciones especiales, tales como las celebraciones de actos de carácter oficial, cultural, religioso, festivo, etc. que sean objeto de regulación específica o estén exentas del cumplimiento de las limitaciones de los niveles sonoros máximos fijados en esta Ordenanza, el Ayuntamiento podrá adoptar las medidas necesarias para modificar con carácter temporal en determinadas vías o sectores de la ciudad los niveles señalados en los Artículos precedentes.

## **TÍTULO 4.- ÁMBITOS DE REGULACIÓN ESPECÍFICA**

### **CAPÍTULO 1.- CONDICIONES EXIGIBLES A LA EDIFICACIÓN**

#### **Artículo 13.- DISPOSICIONES GENERALES.**

**13.1.** En todas las edificaciones de nueva construcción, los cerramientos deberán poseer el aislamiento acústico mínimo exigido por la Norma Básica de Edificación [NBE-CA-88](#) o norma que la sustituya y por el Plan General Municipal de Ordenación Urbana vigente.

**13.2.** La misión de los elementos constructivos que conforman los recintos es impedir que en éstos se sobrepasen los niveles de perturbación regulados en el [Título 3](#) de esta Ordenanza.

#### **Artículo 14.- AISLAMIENTO ACÚSTICO.**

Conforme a la [NBE-CA-88](#) el aislamiento mínimo a ruido aéreo exigible a los elementos constructivos de las edificaciones será el siguiente:

**TABLA DE AISLAMIENTOS MÍNIMOS A RUIDO AÉREO**

**CUADRO 5**

<b>ELEMENTO CONSTRUCTIVO</b>	<b>R</b>
Particiones interiores que comparten áreas del mismo uso	30 dB(A)
Particiones interiores que separan usos distintos	35 dB(A)
Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos	45 dB(A)
Paredes separadoras de zonas comunes interiores	45 dB(A)
Fachadas: Aislamiento acústico global mínimo	30 dB(A)
Elementos horizontales de separación	45 dB(A)
Cubiertas	45 dB(A)
Elementos separadores de salas de máquinas *	55 dB(A)

(\*) Cuando la sala de máquinas sea adyacente a un local ocupado, la atenuación acústica del elemento de separación será como mínimo de 50 dB en la banda de octava de frecuencia central de 125 Hz. ([Norma UNE 100-020-89](#)).

### **Artículo 15.- EXCEPCIONES.**

Se exceptúan del cumplimiento del Artículo anterior los forjados constitutivos de la primera planta de la edificación, cuando dicha planta sea para uso de viviendas y en la planta baja puedan localizarse, conforme al planeamiento, actividades sometidas al procedimiento de calificación ambiental. En estos casos el aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo exigible será de 55 dB(A).

### **Artículo 16.- INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN.**

**16.1.** Las puertas de garaje y las persianas de locales comerciales se instalarán de manera que los pórticos de sujeción de las mismas se anclen a la estructura mediante los correspondientes elementos antivibradores (pórtico flotante).

**16.2.** Los aparatos elevadores, las instalaciones de acondicionamiento de aire y sus torres de refrigeración, la distribución y evacuación de aguas, la transformación de energía eléctrica y demás servicios de los edificios que se rigen por sus Reglamentos específicos, serán instalados con las precauciones de ubicación y aislamiento que garanticen un nivel de transmisión de ruidos no superior a los límites establecidos en el [Título 3](#) de esta Ordenanza.

**16.3.** Los aparatos de acondicionamiento de aire se instalarán conforme a lo establecido en el Plan General Municipal de Ordenación Urbana.

**16.4.** Los propietarios de las instalaciones las mantendrán en las debidas condiciones a fin de que se cumpla lo indicado en el [Título 3](#).

**16.5.** Para suprimir o disminuir la transmisión de vibraciones a través de la estructura de las edificaciones, se tendrán en cuenta las normas siguientes:

**16.5.1.** Toda instalación con elementos móviles se mantendrá en correcto estado de conservación, principalmente en lo referente a equilibrado estático y dinámico, suavidad de marcha de rodamientos y caminos de rodadura.

**16.5.2.** Se prohíbe el anclaje directo de máquinas, soporte de las mismas o cualquier elemento móvil a las paredes medianeras, techos o forjados de separación entre locales de cualquier clase o actividad o elementos constructivos de la edificación.

**16.5.3.** El anclaje de toda máquina o instalación móvil en suelos o estructuras no medianeras ni directamente conectadas con los elementos constructivos de la edificación, dispondrá en todos los casos de dispositivos antivibratorios adecuados.

**16.5.4.** Las máquinas de arranque violento, las que trabajen por golpes o choques bruscos y las dotadas de elementos con movimiento alternativo, deberán estar ancladas a bancadas de inercia de masa comprendida entre 2 y 3 veces la de la maquinaria que soporta, apoyando el conjunto sobre antivibradores expresamente calculados.



**16.5.5.** Todas las máquinas generadoras de ruidos o vibraciones se colocarán de forma que sus partes más salientes, al final de la carrera de desplazamiento, queden a una distancia superior a 0,70 metros de los muros perimetrales y forjados, debiendo elevarse a 1,0 metro esta distancia cuando se trate de elementos medianeros.

**16.5.6.** Los conductos por los que circulen fluidos bajo presión, conectados o no directamente con máquinas que tengan órganos en movimiento, dispondrán de elementos de separación que impidan la transmisión de las vibraciones generadas por las mismas. Las bridas y soportes de los conductos irán dotadas de antivibradores. Las aberturas de los muros para el paso de conducciones se rellenarán con materiales absorbentes de las vibraciones.

**16.5.7.** En los circuitos de agua se cuidará que no se presente el golpe de ariete y las secciones y dispositivos de las válvulas y grifería habrán de ser tales que el líquido circule por ellas en régimen laminar, a velocidades inferiores a 1,5 m/seg y que no se produzca cavitación.

## **CAPÍTULO 2.- CONDICIONES EXIGIBLES A LAS ACTIVIDADES O ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE SERVICIOS**

### ***SECCIÓN 1.- NORMAS GENERALES***

#### **Artículo 17.-ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

A los efectos de esta Ordenanza, se considerarán sometidas a las prescripciones del presente Capítulo, los establecimientos y locales donde se realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, sujetas a licencia de actividad de conformidad con la normativa vigente, ya sean actividades públicas o privadas, sujetas o no a calificación ambiental, o a evaluación de impacto ambiental.

#### **Artículo 18.-LÍMITES.**

La transmisión de ruido y vibraciones originados por el funcionamiento de dichas actividades deberá ser tal que no superen los límites establecidos en el [Título 3](#) de esta Ordenanza.

#### **Artículo 19.-CONDICIONES GENERALES.**

**19.1.** Los titulares de actividades, instalaciones y establecimientos industriales, comerciales o de servicios, están obligados a adoptar medidas de insonorización de sus fuentes sonoras para cumplir las prescripciones establecidas, de manera que, cuando sea necesario, deberán disponer de sistemas de ventilación forzada que permitan cerrar los huecos o ventanas existentes o proyectados y proceder al aislamiento acústico de la actividad.

**19.2.** El aislamiento mínimo R a ruido aéreo exigible a los locales dedicados a cualquier actividad situados en edificios de viviendas o colindantes a ellos, será el siguiente, dependiendo del valor de emisión real en su interior:

TABLA DE AISLAMIENTO MÍNIMO R A RUIDO AÉREO

CUADRO 6

NIVEL DE EMISIÓN REAL	FACHADA	RESTO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (Horizontales y verticales, incluidos los cerramientos de patios interiores)
Inferior a 75 dB(A)	30 dB(A)	55 dB(A)
Hasta 80 dB(A) <sup>(1)</sup>	30 dB(A)	55 dB(A)
Hasta 80 dB(A) <sup>(2)</sup>	30 dB(A)	60 dB(A)
Hasta 85 dB(A)	35 dB(A)	65 dB(A)

<sup>(1)</sup> Si el funcionamiento de la actividad está garantizado únicamente en horario diurno.

<sup>(2)</sup> Si el funcionamiento de la actividad incluye parte del horario nocturno.

**SECCIÓN 2.- ESPECTÁCULOS PÚBLICOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS**

**Artículo 20.-ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

Todas las actividades incluidas en la reglamentación sobre espectáculos públicos y actividades recreativas, además de las condiciones reguladas en la Sección anterior, deberán cumplir las establecidas en la presente.

**Artículo 21.-LOCALES CERRADOS.**

**21.1.** En los establecimientos que cuenten con sistemas de amplificación sonora regulables a voluntad, el aislamiento acústico mínimo exigible a los elementos constructivos delimitadores (incluidos puertas, ventanas y huecos de ventilación), se calculará basándose en los siguientes niveles de emisión de cálculo mínimos:

TABLA DE NIVELES MÍNIMOS DE EMISIÓN DE CÁLCULO

CUADRO 7

>TIPO DE ESTABLECIMIENTO>	>NIVEL>
Salas de fiesta, discotecas, tablaos, karaokes y otros locales autorizados para actuaciones en directo	104 dB(A)
Pubs, bares, academias de danza, aeróbic, etc. y otros establecimientos con ambientación musical procedente exclusivamente de equipos de reproducción sonora y sin actuaciones en directo	95 dB(A)
Bingos, salones de juego y salones recreativos	90 dB(A)
Bares, restaurantes y otros establecimientos hosteleros sin equipo de reproducción sonora	85 dB(A)

**21.2.** Para el resto de locales no mencionados, el aislamiento acústico exigible se calculará para el nivel de emisión más próximo, por analogía a los señalados en el

apartado anterior o bien basándose en sus propias características funcionales, considerando en todos los casos las aportaciones producidas por los equipos y el público.

**21.3.** Las actividades con niveles de emisión de cálculo superiores a 85 dB(A), consideradas como altamente productoras de niveles sonoros, deberán contar, independientemente de las medidas de insonorización general, con las siguientes:

**21.3.1.** Vestíbulo de entrada, con doble puerta de muelle de retorno a posición cerrada, que garantice en todo momento el aislamiento necesario en fachada incluidos los instantes de entrada y salida, con la anchura mínima exigible por la [NBE-CPL-96](#) o reglamentación de aplicación cuidando que no existan ventanas o huecos abiertos al exterior.

**21.3.2.** Siempre que en un establecimiento los niveles de emisión puedan ser manipulados por los usuarios, se instalará un equipo limitador-controlador que permita asegurar, de forma permanente, que bajo ninguna circunstancia las emisiones sonoras superen los límites admisibles del nivel de recepción exterior e interior fijados en esta Ordenanza.

**21.3.2.1.** Los limitadores-controladores deberán intervenir en la totalidad de la cadena de sonido, de forma espectral, al objeto de poder utilizar el máximo nivel sonoro emisor que el aislamiento acústico del local le permita.

**21.3.2.2.** Los limitadores-controladores deberán disponer de los dispositivos necesarios que les permita hacerlos operativos, para lo cual deberán poseer, al menos, las siguientes funciones:

Sistema de calibración interno que permita detectar posibles manipulaciones del equipo de emisión sonora.

Registro sonográfico o de almacenamiento de los niveles sonoros habidos en el local emisor, para cada una de las sesiones, con períodos de almacenamiento de al menos un mes.

Sistema de precintado que impida posibles manipulaciones posteriores y, si éstas fuesen realizadas, queden almacenadas en una memoria interna del equipo.

Almacenamiento de los registros sonográficos, así como de las calibraciones periódicas y del sistema de precintado, a través de soporte físico estable, de tal forma que no se vea afectado por fallo de tensión, por lo que deberá estar dotado de los necesarios elementos de seguridad, como baterías, acumuladores, etc.

Sistema de inspección que permita a los servicios municipales una adquisición de los datos almacenados a fin de que éstos puedan ser trasladados a las dependencias municipales para su análisis y evaluación, permitiendo así mismo la impresión de los mismos.

**21.3.3.** Instalación de un sistema de ventilación forzada y renovación de aire, ya que deben funcionar con puertas y ventanas cerradas.

**21.4.** Excepcionalmente, en el interior de los locales regulados en esta sección, se podrá autorizar que se alcance 85 dB(A), en cuyo caso, en los accesos al local, figurará el aviso siguiente:

"LOS NIVELES SONOROS EN EL INTERIOR PUEDEN PRODUCIR LESIONES EN EL OÍDO".

El aviso deberá estar colocado en lugar perfectamente visible tanto por su dimensión como por su iluminación.

#### **Artículo 22.-LOCALES CON ACTIVIDADES AL AIRE LIBRE.**

**22.1.** Excepcionalmente podrá ser autorizada la instalación de aparatos de reproducción sonora en zonas de terraza al aire libre de propiedad privada vinculada a la actividad, cuando el titular garantice que se respetarán los límites establecidos en el [Título 3](#).

**22.2.** El Ayuntamiento podrá establecer limitaciones horarias adicionales a los establecimientos a los que autorice la colocación de mesas y sillas en la vía pública, que deberán ser retiradas como máximo a la 01:30 horas durante Semana Santa y los meses de junio a septiembre, ambos inclusive, y a las 00:00 horas durante el resto del año.

#### ***SECCIÓN 3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE ESTAS CONDICIONES***

#### **Artículo 23.-ESTUDIO ACÚSTICO.**

**23.1.** El preceptivo proyecto de instalación de las actividades sujetas a calificación ambiental o de cualquier actividad que puedan producir ruidos o vibraciones deberá incluir un estudio acústico que se refiera a todas y cada una de las fuentes sonoras y la clasificación de las medidas correctoras a adoptar para garantizar que no se transmitan al exterior o a los locales colindantes, en las condiciones más desfavorables, niveles superiores a los establecidos en la presente Ordenanza.

**23.2.** En los proyectos de instalación de establecimientos de espectáculos públicos y actividades recreativas, con carácter general, el nivel de emisión sonora de los equipos reproductores de sonido no podrá exceder de 80 dB(A) medidos en el campo reverberado del local.

**23.2.1.** El acceso del público se realizará a través de un departamento estanco conforme a lo descrito en el [punto 21.3.1](#), siendo exigibles en los mismos todos los condicionantes incluidos en los [Artículos 19, 20 y 21](#).

**23.2.2.** Para un establecimiento con instalación musical en edificios no destinados a viviendas y siempre que no tengan medianería con vivienda, su titular podrá solicitar que se le autorice alcanzar 85 dB(A) en el punto de más alto nivel sonoro, siempre que en el estudio acústico acredite:

que los niveles de transmisión sonora no exceden los regulados por esta Ordenanza.

que los dispositivos utilizados garanticen la interrupción instantánea de la emisión si el nivel solicitado es sobrepasado.

## **Artículo 24.-CONTENIDO DEL ESTUDIO ACÚSTICO.**

**24.1.** El estudio acústico se desarrollará en la memoria, planos y presupuesto del proyecto.

**24.2.** En dicho estudio acústico se deberán especificar los extremos indicados en los apartados siguientes:

El tipo de actividad y el horario de funcionamiento previsto dentro de los límites fijados por la normativa reguladora de esta materia en cada momento.

La descripción del local, indicando los usos de los locales colindantes y su situación relativa respecto a los usos residenciales. Se indicará si el suelo del local lo constituye un forjado y el tipo de dependencias bajo el mismo: garajes, sótanos.

Deberá especificarse el detalle y la situación de las fuentes sonoras, vibratorias o productoras de ruido de impacto.

Para la maquinaria e instalaciones además de especificar la potencia eléctrica en Kw deberá indicarse su potencia acústica en dB o bien el nivel sonoro en dB(A) a 1 metro de distancia y demás características específicas, tales como carga, frecuencia, etc.

En su caso se indicarán las características y marca del equipo de reproducción o amplificación sonora, su potencia acústica y rango de frecuencias, número de altavoces, etc. Se efectuará una valoración de las posibles molestias por entrada o salida de vehículos o personas a la actividad, operaciones de carga y descarga, funcionamiento de la maquinaria o instalaciones auxiliares en horario nocturno, etc.

El estudio acústico deberá contener una evaluación del nivel de emisión a partir de los datos del apartado anterior.

A efectos de cálculo, los niveles de emisión en locales de espectáculos, establecimientos públicos o actividades recreativas, no podrán ser inferiores a los señalados en el [Artículo 21](#) de esta Ordenanza.

Se deberá incluir en el cálculo los niveles de recepción en el ambiente exterior y en los locales colindantes y su zona de influencia según su uso y horario de funcionamiento de acuerdo con lo que dispone el [Título 3](#).

Para el diseño y justificación de las medidas correctoras de la contaminación acústica se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Para ruido aéreo se calculará el nivel de aislamiento bruto D y el índice R de aislamiento acústico en función del espectro de frecuencias.
- En el cálculo se tendrá en cuenta la posible reducción del nivel de aislamiento por transmisiones indirectas y transmisiones estructurales.
- Se indicarán las características y composición de los elementos proyectados.

- Para las tomas de admisión y bocas de impulsión de aire o humos, se justificará el grado de aislamiento de los silenciadores y sus características.
- Para la maquinaria y equipos de ventilación o climatización situados al exterior se justificarán así mismo las medidas correctoras.
- En caso de ruido estructural por vibraciones, se indicarán las características y montaje de los antivibradores proyectados y el cálculo del porcentaje de eliminación de vibraciones obtenido con su instalación.
- En caso de ruido estructural por impactos, se describirá la solución técnica diseñada para la eliminación del ruido. En locales de espectáculos públicos o actividades recreativas se tendrá especial consideración del ruido de impacto generado por mesas y sillas, barra, pista de baile, billares, futbolines u otros similares, debiendo disponer de elementos aislantes contra estos efectos.

Deberá justificar técnicamente que con la adopción de las medidas correctoras proyectadas, la actividad en funcionamiento no superará los límites reglamentados en esta Ordenanza.

**24.3.** A efectos del cumplimiento de esta Ordenanza entre los planos del proyecto se incluirán los siguientes:

Situación con la calificación del Plan General a E:1/2.000 en suelo urbano y E:1/10.000 en suelo no urbanizable.

Emplazamiento del establecimiento en relación con los vecinos o colectividades colindantes y usos residenciales más próximos a E:1/500.

Ubicación exacta de las fuentes sonoras.

Detalle de los aislamientos acústicos, antivibratorios o contra ruido de impacto proyectados, con leyenda de materiales, especificaciones de características y condiciones de montaje.

## **Artículo 25.-DIRECCIÓN DE OBRA Y CONTROL.**

**25.1.** El Director de Obra e Instalación (o Entidad Colaboradora de la Administración regulada por [Decreto 27/1998](#) de 14 de mayo de la Comunidad de Murcia) comprobará de forma práctica el aislamiento proyectado, emitiendo ruido rosa equivalente al valor de emisión máximo estipulado, tanto en nivel como en frecuencia; comprobando en los locales y viviendas colindantes los niveles de recepción, por el procedimiento indicado en el [Anexo I](#), emitiendo certificado suscrito por él mismo, del resultado de las mediciones que adjuntará al certificado final de instalaciones.

Para la medida del aislamiento acústico se aplicará el método de diferencia entre el nivel emitido y el transmitido, expresado en dB(A). En locales con equipo de reproducción o amplificación sonora, la medición se realizará con el mando del potenciómetro de volumen al máximo nivel.

**25.2.** Para la obtención del acta de puesta en marcha y funcionamiento de espectáculos públicos, actividades recreativas y cualquier otra actividad susceptibles de generar molestias por ruido, el titular deberá presentar certificación expedida por Entidad

Colaboradora de la Administración en materia de calidad ambiental que garantice que la instalación se ajusta a las condiciones aprobadas y no se superan los límites sonoros establecidos en esta Ordenanza.

**25.3.** Antes de levantar acta de inspección favorable, el Ayuntamiento podrá, eventualmente, exigir al titular del establecimiento la repetición de las mediciones ante los Inspectores Municipales de Medio Ambiente para comprobar la efectividad de las medidas correctoras aplicadas, con la finalidad de verificar que no se sobrepasan ninguno de los niveles establecidos en esta Ordenanza con todos los elementos capaces de generar ruido en funcionamiento a su máxima potencia.

### **CAPÍTULO 3.- ZONAS ACÚSTICAMENTE SATURADAS POR EFECTOS AUDITIVOS (Z.A.S.)**

#### **Artículo 26.-DEFINICIÓN.**

**26.1.** Se definen como Zonas Acústicamente Saturadas por efectos auditivos -en adelante Z.A.S.- aquellas zonas o lugares del Municipio de Cartagena en las que se produce una elevada contaminación acústica debido a la existencia de numerosos locales de espectáculos, establecimientos públicos y actividades recreativas, a la actividad de las personas que los utilizan y al ruido producido por los vehículos que transitan por dichas zonas y, a consecuencia de ello, una acusada agresión a los ciudadanos, necesitando de especiales medidas para aumentar la calidad de vida de los residentes en ellas.

**26.2.** La clasificación de un entorno como Z.A.S. corresponderá al Pleno del Ayuntamiento.

**26.3.** Dicha clasificación será aprobada teniendo en cuenta los resultados de los estudios previos que se realicen en función de los efectos que se deriven del funcionamiento de las actividades existentes en la zona y que puedan ser objeto de múltiples denuncias por parte de los vecinos.

**26.4.** En las Z.A.S., las actividades se clasifican en:

**a) Actividades sin tratamiento acústico específico:**

Aquellas que por su naturaleza o ubicación dentro de la zona, no necesitan estar sujetas a medidas correctoras especiales fuera de las que se deben establecer de acuerdo con la presente Ordenanza. Son todas aquellas actividades inocuas de funcionamiento exclusivamente diurno, que están incluidas en el Anexo III de la [Ley 1/1.995](#) sobre Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia.

**b) Actividades con simple tratamiento acústico:**

Aquellas que por su naturaleza o ubicación dentro de la zona, deberán estar sujetas a medidas correctoras especiales, que deberán ser suficientemente justificadas en el estudio acústico del proyecto de instalación. Se incluyen todas las actividades exentas y

las que requieran calificación ambiental, con funcionamiento nocturno o susceptibles del mismo, así como todas las actividades consideradas como molestas por producción de ruidos y vibraciones en las que no concurren las circunstancias que las incluyan en el apartado "c".

c) *Actividades con doble tratamiento acústico específico:*

Aquellas que por su naturaleza o ubicación dentro de la zona, deberán estar sujetas a medidas correctoras especiales, que deberán ser suficientemente justificadas en el estudio acústico del proyecto de instalación, en el que se garantice que el funcionamiento de la actividad y comportamientos o actividades indirectamente generados por ella se ajustan a las limitaciones acústicas establecidas para la zona. Son aquellas en las que reuniendo las condiciones del grupo "b" coinciden, además, las características de pública concurrencia y en especial bares, discotecas, salas de fiestas, pubs y similares con instalación musical.

### **Artículo 27.-CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS ESTABLECIMIENTOS SITOS EN LAS Z.A.S.**

**27.1.** Las condiciones que deben cumplir los establecimientos de nueva apertura en las zonas declaradas como Z.A.S. serán:

**27.1.1.** Para las *actividades sin tratamiento acústico específico:* las establecidas en los Títulos precedentes de la presente Ordenanza.

**27.1.2.** Para las *actividades con simple tratamiento acústico:*

Deberán disponer de un aislamiento de todos los cerramientos exteriores, medianeros y forjados de techo y suelo, que garantice que los niveles de ruidos transmitidos al exterior y a las viviendas colindantes, no superen en ningún caso 5 dB(A) menos que el nivel de transmisión marcado en esta Ordenanza.

**27.1.3.** Para las *actividades con doble tratamiento acústico:* Las medidas a aplicar serán las que a continuación se relacionan:

- No disponer de ningún hueco susceptible de ser abierto, lo que obligará a sistemas de renovación de aire. La instalación de estos sistemas, tanto en su parte mecánica como de circulación, entradas y salidas de aire, se considerará, a efectos de niveles sonoros, como actividad propiamente dicha y, por tanto sujeta a las mismas limitaciones que aquella.
- Por tratarse de locales de pública concurrencia, deben de estar dotadas de un número de plazas de aparcamiento que se determinará según los resultados de los estudios previos realizados según el [punto 26.3](#).

Respecto a los niveles máximos de ruidos transmitidos, los fijados en el [punto 27.1.2](#) anterior.

**27.2.** Las presentes condiciones serán exigidas desde la entrada en vigor de su aprobación definitiva por el Pleno Municipal, a las actividades de nueva instalación.



**27.3.** Para actividades que ya dispongan de licencia en vigor o en trámite, se establece un plazo de 6 meses a contar desde la entrada en vigor de la aprobación por el Pleno Municipal de la Z.A.S., para adecuar sus instalaciones a las prescripciones indicadas. Sólo se concederán cambios de titularidad de licencias referidas a actividades con doble tratamiento acústico, en las zonas especialmente protegidas cuando se cumplan las normas sobre insonorización previstas en la presente Ordenanza para este tipo de actividades.

**27.4.** El incumplimiento por los titulares de las actividades, del plazo de 6 meses previsto en el párrafo anterior para la adecuación de las ya existentes con licencia en vigor o en tramitación, dará lugar a la retirada de la licencia municipal o la denegación de la misma, previa la instrucción del correspondiente expediente administrativo en el que se dará audiencia al interesado.

**27.5.** Para las Z.A.S., el Ayuntamiento podrá redactar planes de rehabilitación sonora en consonancia con el Título III del Decreto 48/1.998, de 30 de Julio, de protección del medio ambiente frente al ruido.

## **Artículo 28.-EFECTOS DE LA DECLARACIÓN DE Z.A.S.**

**28.1.** Las Z.A.S. quedarán sujetas a un régimen especial de actuaciones que perseguirán la progresiva disminución de los niveles sonoros hasta alcanzar los establecidos con carácter general en esta Ordenanza.

**28.2.** En función de las circunstancias concurrentes, podrán adoptarse todas o algunas de las siguientes medidas:

**28.2.1.** Limitación del régimen de horarios hasta el máximo permitido por la normativa vigente.

**28.2.2.** Limitación horaria, o prohibición si se considera necesario, para la colocación de mesas y sillas en la vía pública y retirada temporal de las autorizaciones concedidas al efecto.

**28.2.3.** Establecimiento de limitaciones al tráfico rodado, número de plazas de aparcamiento mínimas exigibles y ubicación de las mismas.

**28.2.4.** Establecimiento de límites de emisión más restrictivos que los de carácter general, exigiendo a los titulares de los establecimientos la adopción de medidas correctoras complementarias.

**28.2.5.** Prohibición de instalar nuevas actividades o modificar y ampliar las existentes, de las que determine la declaración de Z.A.S. que puedan ser el origen de la saturación, incluso en la zona de protección.

**28.2.6.** Prohibición de realización de actividades comerciales, publicitarias u otras generadoras de ruido en la vía pública.

**28.2.7.** Cualquier otra medida que conduzca a la reducción del nivel de contaminación acústica hasta alcanzar los valores máximos regulados en esta Ordenanza.

## **CAPÍTULO 4.- CONDICIONES EXIGIBLES A ACTIVIDADES VARIAS**

### **SECCIÓN 1.- GENERALIDADES**

#### **Artículo 29.-ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

**29.1.** La producción de ruidos o vibraciones en la vía pública y espacios libres públicos tales como plazas, parques y jardines públicos o en el interior de las edificaciones, deberá ser mantenida dentro de los límites que exige la convivencia ciudadana y de acuerdo con los límites establecidos en la presente Ordenanza.

Esta limitación no se tendrá en cuenta en los supuestos de tradicional consenso de la población, tales como celebración de fiestas populares, eventos culturales y deportivos, venta ambulante con ocupación de vía pública, etc.

**29.2.** Lo establecido en el párrafo anterior será de especial observancia en horario nocturno (de 22 horas a 07 horas) para los supuestos expuestos en los párrafos siguientes:

Sonidos y ruidos producidos por animales domésticos.

Los aparatos e instrumentos musicales o acústicos, los aparatos de radio y los de televisión.

Cualquier otra fuente generadora de ruidos o vibraciones.

**29.3.** Cualquier otra actividad o comportamiento singular o colectivo que conlleve una perturbación por ruidos y vibraciones para el vecindario, que sea evitable con la observancia de una conducta cívica normal, se entenderá incurso en el régimen sancionador de esta Ordenanza.

#### **Artículo 30.-ANIMALES DOMÉSTICOS.**

La tenencia de animales domésticos obliga a la adopción de las precauciones necesarias para evitar las transgresiones a las normas de esta Ordenanza. Para ello, se prohíbe en horario nocturno (de 22 horas a 07 horas) dejar en patios, terrazas, galerías, balcones y sitios análogos, animales de compañía en general, que con sus sonidos, gritos o cantos disturben de manera continuada el descanso o tranquilidad de los vecinos. Igualmente, en las otras horas deberán ser retirados por sus propietarios o encargados, cuando de manera evidente ocasionen molestias a los ocupantes del edificio o edificios vecinos.

#### **Artículo 31.-APARATOS E INSTRUMENTOS MUSICALES O ACÚSTICOS.**

**31.1.** Los aparatos, instrumentos musicales o acústicos, radio y televisión, equipos de climatización, electrodomésticos y otras fuentes generadoras de ruido deberán funcionar o manejarse de forma que no se sobrepasen los niveles establecidos en esta Ordenanza.

**31.2.** Los mismos límites se aplicarán en el caso de aparatos musicales instalados en vehículos.

**31.3.** Con carácter general se prohíbe el empleo de todo dispositivo sonoro con fines de propaganda, reclamo, distracción y análogos, cuyas condiciones de funcionamiento produzcan niveles sonoros que excedan los máximos de esta Ordenanza para las distintas zonas. Se exceptúan los supuestos de emergencias en materia de protección civil, ambulancias, bomberos, policía o similares.

## ***SECCIÓN 2.- TRABAJOS EN LA VIA PÚBLICA Y EN LA EDIFICACIÓN QUE PRODUZCAN RUIDOS***

### **Artículo 32.-TRABAJOS CON EMPLEO DE MAQUINARIA.**

**32.1.** En los trabajos que se realicen tanto en la vía pública como en la edificación no se autorizará el empleo de maquinaria cuyo nivel de emisión externo sea superior a 90 dB(A), medidos a 5 metros del foco emisor.

**32.2.** El servicio público de recogida de basuras, limpieza viaria y limpieza de alcantarillado adoptará las medidas y precauciones necesarias para reducir al mínimo el nivel de perturbación de la tranquilidad ciudadana.

**32.3.** Si, excepcionalmente, por razones de necesidad técnica fuera imprescindible la utilización de maquinaria con poder de emisión superior a los 90 dB(A), el Ayuntamiento limitará el número de horas de trabajo de la citada maquinaria en función de su nivel acústico y de las características acústicas del entorno ambiental en que esté instalada, con la posibilidad de establecer medidas correctoras.

**32.4.** En los pliegos de condiciones de las contrataciones municipales de obras y servicios deberán especificarse los límites de emisión aplicables a la maquinaria, los vehículos y los equipos necesarios para su ejecución.

### **Artículo 33.-LIMITACIONES.**

**33.1.** Los trabajos realizados tanto en la vía pública como en la edificación, no podrán realizarse entre las 20 horas y las 07 horas del día siguiente si producen niveles sonoros superiores a los establecidos con carácter general en esta Ordenanza.

**33.2.** Se exceptúan de la prohibición anterior las obras urgentes, las que se realicen por razones de seguridad o peligro y aquéllas que por sus inconvenientes, no se puedan realizar de día. El trabajo nocturno deberá ser autorizado por el Ayuntamiento, quien determinará los límites sonoros que deberá cumplir en función de las circunstancias que concurran en cada caso.

### **Artículo 34.-CARGA Y DESCARGA.**

**34.1.** Durante las operaciones de carga y descarga de mercancías, manipulación de cajas, materiales de construcción, mudanzas, etc., el personal deberá poner especial cuidado en no producir impactos directos de los bultos y mercancías, así como evitar el ruido producido por el desplazamiento o trepidación de la carga.

**34.2.** Sólo se podrán realizar operaciones de carga y descarga en horario nocturno si se cumplen los límites sonoros regulados en la presente Ordenanza.

### **SECCIÓN 3.- SISTEMAS DE ALARMA**

#### **Artículo 35.-ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

Se regula en esta Sección la instalación y uso de los dispositivos acústicos antirrobo que emitan su señal al medio ambiente exterior o a elementos comunes interiores, a fin de intentar reducir al máximo las molestias que en su funcionamiento puedan producir, sin que disminuya su eficacia.

#### **Artículo 36.-CONTROL DEL SISTEMA DE ALARMA.**

**36.1.** Los propietarios de los sistemas de alarmas antirrobo están obligados a comunicar en las dependencias de la Policía Local los siguientes datos con el fin de que, una vez avisados de su funcionamiento procedan de inmediato a su desconexión:

Situación exacta del sistema de alarma.

Nombre, dirección y teléfono actualizados de la persona o personas responsables del control y desconexión del sistema de alarma.

**36.2.** En caso de incumplimiento de esta obligación, la Policía Local podrá utilizar los medios necesarios para interrumpir el sistema de alarma en caso de funcionamiento excesivo de éste, sin perjuicio de las autorizaciones judiciales que procedan para penetrar en los domicilios.

**36.3.** El coste de la desconexión será a cargo del propietario de la alarma.

#### **Artículo 37.-OBLIGACIONES DE LOS PROPIETARIOS O RESPONSABLES DE LAS ALARMAS.**

**37.1.** Los propietarios o responsables de las alarmas deberán cumplir o hacer cumplir las normas de funcionamiento fijadas por los apartados siguientes:

**37.1.1.** Los sistemas de alarma deben estar en todo momento en perfecto estado de funcionamiento y uso, con el fin de impedir que se auto-activen o activen sin causas justificadas o distintas a las que motivaron su instalación.

**37.1.2.** Se prohíbe la activación voluntaria de los sistemas de alarma, salvo en casos de pruebas y ensayos que deberán ser comunicados previamente a la Policía Local para su control y autorización.

Así y todo, se autorizan pruebas y ensayos de aparatos de alarma y emergencias, que serán de dos tipos:

*Excepcionales.* Serán las que deben realizarse inmediatamente después de su instalación. Podrán efectuarse entre las 10 y las 18 horas de la jornada laboral.

*Rutinarias.* Serán las de comprobación periódica de los sistemas de alarma. Sólo podrán realizarse 1 vez al mes y en un intervalo máximo de 5 minutos, dentro del horario anteriormente indicado de la jornada laboral. La Policía Local deberá conocer previamente el plan de estas comprobaciones, con expresión del día y hora en que se realizarán.

**37.1.3.** El nivel sonoro máximo autorizado para las alarmas es de 85 dB(A), medido a 3 metros de distancia en la dirección de máxima emisión.

### **Artículo 38.-ALARMAS EN VEHÍCULOS.**

**38.1.** En aquellos casos en los que las alarmas instaladas en vehículos estén en funcionamiento por un tiempo superior a 5 minutos, la autoridad municipal valorando la gravedad de la perturbación, los límites sonoros establecidos, la imposibilidad de desconexión de la alarma y el perjuicio a la tranquilidad pública, podrá ordenar la retirada de los vehículos a los depósitos municipales habilitados al efecto.

**38.2.** Los gastos del traslado correrán a cargo del propietario del vehículo en todos los casos.

### **SECCIÓN 4.- SISTEMAS ACÚSTICOS DE SIRENAS**

#### **Artículo 39.-OBJETO.**

La presente Sección tiene por objeto regular la instalación de los sistemas acústicos de sirenas instalados en vehículos, adscritos a servicios sanitarios, protección civil y seguridad pública, a fin de tratar de reducir al máximo las molestias que su funcionamiento pueda ocasionar, sin que afecte a su eficacia.

#### **Artículo 40.-DEFINICIONES.**

**40.1.** Se entiende por sirena todo dispositivo sonoro instalado de forma permanente o esporádica en cualquier vehículo móvil, que tenga por finalidad advertir que está realizando un servicio urgente.

**40.2.** Este dispositivo podrá ir igualmente montado en un sistema más complejo en el que se incluyan otros mecanismos de aviso, como pueden ser destellos luminosos.

#### **Artículo 41.-SIRENAS AUTORIZADAS.**

**41.1.** Se autorizan los sistemas múltiples (monotonales, bitonales y frecuenciales).

**41.2.** Los sistemas múltiples de aviso que lleven incorporados destellos luminosos deberán posibilitar el funcionamiento individualizado o conjunto de los mismos.

**41.3.** El nivel sonoro máximo autorizado para las sirenas es de 95 dB(A), medido a 7,5 metros del vehículo que la tenga instalada y en la dirección de máxima emisión.

**41.4.** Se autorizan niveles sonoros de hasta 105 dB(A), siempre que el sistema esté dotado de un procedimiento de variación de nivel de emisión, directamente conectado al

velocímetro del vehículo, de tal forma que estos niveles sólo se emitan cuando la velocidad del vehículo supere los 80 Km/h, volviendo a los niveles normales cuando la velocidad descienda de dicho valor.

## **CAPÍTULO 5.- REGULACIÓN DEL RUIDO DEL TRÁFICO**

### **Artículo 42.-ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

Es objeto de este Capítulo la regulación del ruido producido por el tráfico de vehículos y cualquier otro artefacto de tracción mecánica que circule por el Término Municipal de Cartagena.

### **Artículo 43.-NORMATIVA APLICABLE.**

**43.1.** Todos los vehículos y cualquier otro artefacto de tracción mecánica que circulen por el Término Municipal de Cartagena deberán corresponder a tipos previamente homologados, en lo que se refiere al ruido por ellos emitido, de acuerdo con cualquier modelo aprobado o de uso habitual en los distintos países de la Unión Europea, recogidos en el [Anexo II](#), en tanto no se apruebe por el gobierno español un modelo oficial de predicción de niveles sonoros generados por el tráfico.

**43.2.** Los límites máximos admisibles para los ruidos emitidos por los distintos vehículos no superarán en 5 dB(A) los establecidos en el [Anexo II](#).

### **Artículo 44.-MANTENIMIENTO.**

**44.1.** Todo vehículo de tracción mecánica deberá tener en buenas condiciones de funcionamiento el motor, la transmisión, la carrocería y demás elementos capaces de producir ruidos y vibraciones y, en especial, el dispositivo silenciador de los gases de escape, con el fin de que el nivel sonoro emitido por el vehículo en marcha no exceda de los límites que establece la presente Ordenanza.

**44.2.** Los sistemas silenciadores de los ciclomotores formarán un todo mediante soldadura y estarán rígidamente unidos al chasis o bastidor.

### **Artículo 45.-PROHIBICIONES.**

**45.1.** Se prohíbe la circulación de vehículos con el escape libre o en los que los gases de escape pasen por un silencioso inadecuado, deteriorado o incompleto, o por tubos resonadores de forma que se produzcan niveles de ruido superiores a los reglamentarios.

**45.2.** Se prohíbe la circulación de vehículos que, debido a la carga transportada, emitan ruidos superiores a los reglamentados.

### **Artículo 46.-MEDIDAS PREVENTIVAS Y ACTUACIONES SOBRE LA CIRCULACIÓN.**

**46.1.** En los trabajos de planeamiento urbano deberá contemplarse la incidencia del tráfico, en cuanto a ruidos y vibraciones, para que las soluciones urbanísticas

proporcionen el nivel más elevado de calidad de vida, alejando la contaminación acústica de los edificios de viviendas y zonas residenciales.

**46.2.** Con el fin de proteger debidamente la calidad ambiental del Municipio de Cartagena, el Ayuntamiento podrá determinar zonas o vías en las que de forma permanente, o a determinadas horas, quede prohibida la circulación de alguna clase de vehículos, o posibles restricciones de velocidad, o cualquier otra medida de gestión del tráfico que se considere conveniente.

#### **Artículo 47.-CONTROL, INSPECCIONES Y DENUNCIAS.**

**47.1.** Todos los conductores de vehículos a motor y ciclomotores, están obligados a someter a sus vehículos a las pruebas de control de ruido para las que sean requeridos por la Policía Local de Cartagena. En caso de negativa, el vehículo será inmediatamente inmovilizado y trasladado a las dependencias municipales habilitadas al efecto.

**47.2.** Los vehículos cuyas emisiones sonoras superen los 90 dB(A), además de la correspondiente denuncia serán inmovilizados y trasladados a las dependencias municipales.

**47.3.** El titular del vehículo denunciado deberá presentar en el plazo de 15 días certificación expedida por ITV, en la que se acredite que dicho vehículo no sobrepasa los niveles sonoros reglamentados. En caso de que no se presente dicha certificación se impondrá la sanción que corresponda en su grado máximo.

**47.4.** En caso de inmovilización del vehículo, el titular de éste podrá retirarlo de los depósitos municipales mediante un sistema de remolque o carga o cualquier otro medio que garantice llegar a un taller de reparación sin poner el vehículo en marcha, entregando, al retirar el vehículo, la documentación del mismo. En este caso, la corrección de deficiencias se deberá acreditar en los 15 días siguientes, mediante la presentación de la factura de reparación del taller, así como la certificación referida en el párrafo anterior. En caso de que no se presente dicha documentación se tramitará la denuncia por la cuantía máxima establecida en la legislación aplicable al caso. Los gastos que se originen como consecuencia de la retirada y depósito a que se refieren los apartados anteriores, serán por cuenta del titular del vehículo que deberá abonarlos como requisito previo a la devolución del mismo.

### **TÍTULO 5.- RÉGIMEN JURÍDICO**

#### **CAPÍTULO 1.- CUMPLIMIENTO DE LA ORDENANZA**

##### **Artículo 48.-COMPETENCIAS.**

En relación con las prescripciones establecidas en la presente Ordenanza, corresponderán al Alcalde las atribuciones siguientes:

**48.1.** Controlar el cumplimiento de la misma en el Término Municipal de Cartagena, para lo que:

**48.1.1.** En relación con las competencias de concesión de las licencias para la apertura, funcionamiento, modificación y traslado de instalaciones y establecimientos industriales, fabriles o comerciales, y, en general, para cualesquiera otras actividades sometidas a licencia o autorización; impondrá medidas adicionales de protección cuando considere que las medidas correctoras propuestas por los titulares, promotores o responsables de las actividades susceptibles de producir perturbaciones por ruido y vibraciones deban ser intensificadas, teniendo en cuenta las características de la actividad en sí y del entorno en el que se desarrolla.

A tal efecto, será preceptivo el informe de los Técnicos Municipales del Servicio de Medio Ambiente, en cuantos expedientes sean tramitados para la adopción de resoluciones de concesión de licencias o autorizaciones.

**48.1.2.** ordenará la realización de cuantas inspecciones sean necesarias.

**48.1.3.** Exigirá la adopción de las medidas correctoras que considere necesarias.

**48.2.** imponer las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento, en el marco del régimen sancionador establecido en el [Capítulo 3](#) de este Título.

## **CAPÍTULO 2.- INSPECCIÓN Y CONTROL**

### **Artículo 49.-ACTUACIÓN INSPECTORA.**

**49.1.** Corresponde a los Inspectores Municipales de Medio Ambiente así como a los agentes de la Policía Local de Cartagena la competencia en materia de inspección técnica de ruidos y vibraciones de las actividades e instalaciones para comprobar el cumplimiento de las determinaciones de la presente Ordenanza. A los efectos legales que procedan, la función inspectora de los funcionarios técnicos que realicen las inspecciones tendrá la consideración de ejercicio de la autoridad y, los hechos por ellos constatados, tendrán valor probatorio sin perjuicio de las pruebas que en defensa de los respectivos derechos o intereses puedan señalar o aportar los propios interesados.

Corresponde a la Policía Local la competencia en materia de inspección de ruidos a los vehículos y artefactos de tracción mecánica, así como aquellas inspecciones en locales de ruidos de especial simplicidad para las cuales no se requiera la presencia de un Inspector Municipal de Medio Ambiente.

**49.2.** Los titulares o responsables de los establecimientos y actividades productoras de ruidos o vibraciones facilitarán a la inspección municipal todos los datos, documentos e información; debiendo permitir el acceso a los focos o instalaciones generadores de ruido, disponiendo su funcionamiento a los niveles de carga o velocidad que les sean indicados, pudiendo presenciar la inspección.

### **Artículo 50.-VISITAS DE INSPECCIÓN.**

**50.1.** Las visitas de inspección se llevarán a cabo por iniciativa municipal o previa solicitud motivada de toda persona natural o jurídica que denuncie ante el Ayuntamiento el anormal funcionamiento de cualquier actividad, instalación o vehículo, comprendido en la presente Ordenanza.



**50.2.** En el supuesto de denuncia de un particular, si se comprueba que ésta se produjo de forma injustificada, serán de cuenta del denunciante los gastos que origine la inspección.

**50.3.** En casos de reconocida urgencia, cuando la intensidad de los ruidos o vibraciones resulte altamente perturbadora, o cuando los mismos sobrevengan ocasionalmente, bien por uso abusivo de las instalaciones o aparatos, bien por deterioro o deficiente funcionamiento de éstos, o por cualquier otro motivo que altere gravemente la tranquilidad o seguridad del vecindario, la denuncia podrá formularse directamente ante la Policía Municipal comunicando los hechos telefónicamente, que girará visita de inspección inmediata y adoptará las medidas de emergencia que el caso requiera, y enviará las actuaciones al Servicio correspondiente, si procede, para que prosiga el expediente.

**50.4.** Las visitas de inspección se realizarán teniendo en cuenta las características del ruido y de las vibraciones.

**50.5.** En aquellos casos en que se presuma el incumplimiento de lo dispuesto en esta Ordenanza, los Inspectores de Medio Ambiente y los Agentes de la Policía Local, en su caso, podrán realizar las mediciones de niveles sonoros que consideren necesarias sin conocimiento del responsable del foco sonoro. Dichas mediciones serán consideradas válidas a efectos de prueba en la incoación del correspondiente expediente sancionador, sin perjuicio de que pueda realizarse una nueva medición en su presencia.

### **CAPÍTULO 3.- RÉGIMEN SANCIONADOR**

#### ***SECCIÓN 1.- PRINCIPIOS GENERALES***

##### **Artículo 51.-ACTUACIONES PREVIAS.**

**51.1.** De toda actuación inspectora se levantará acta descriptiva de los hechos constitutivos de irregularidad, o en otro caso del correcto funcionamiento de la actividad o instalación, en la que se hará constar las observaciones formuladas por el interesado.

**51.2.** En el mismo acto de la inspección se entregará una copia al interesado, haciéndole saber que dispone del plazo de diez días, a contar desde el siguiente de su recepción, para ejercitar su derecho al trámite de audiencia y formular las alegaciones que estime pertinentes. Transcurrido dicho plazo, el órgano municipal competente llevará a cabo las actuaciones tendentes a la imposición de las medidas correctoras, encaminadas al restablecimiento del orden infringido.

**51.3.** Si se incumplieran las medidas correctoras impuestas, o la actividad o instalación no fueran susceptibles de ser ajustadas a las prescripciones de la presente Ordenanza, se dispondrá su suspensión inmediata, sin perjuicio de la iniciación del expediente sancionador que proceda.

##### **Artículo 52.-PERSONAS RESPONSABLES.**

**52.1.** Tendrán la consideración de personas responsables de las infracciones previstas en la presente Ordenanza:

- a) Las personas físicas o jurídicas, propietarios o conductores de vehículos, titulares o promotoras de las actividades o proyectos originarios de la infracción.
- b) Todas aquellas personas o entidades que directamente, por cuenta propia o ajena realicen los hechos constitutivos de infracción, o aquéllas que la ordenen cuando el que las ejecute se vea obligado al cumplimiento de dicha orden.

**52.2.** Cuando concurren distintas personas en la autoría de la misma infracción y no sea posible deslindar la participación efectiva de cada una de ellas, se exigirá responsabilidad solidaria.

### **Artículo 53.-RÉGIMEN SUPLETORIO.**

Tendrán carácter supletorio de las normas contenidas en el presente Capítulo, lo dispuesto en el Título IX de la Ley 30/92 de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, el Título V de la Ley 1/95 de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia, el Real Decreto 1398/93 que aprueba el Reglamento del Procedimiento para el Ejercicio de la Potestad Sancionadora y la Ley 7/85 de 2 de Abril Reguladora de las Bases de Régimen Local.

### ***SECCIÓN 2.- DE LAS INFRACCIONES A LAS NORMAS REGULADORAS DEL RUIDO PROCEDENTE DEL TRÁFICO RODADO Y ACTIVIDADES VARIAS***

#### **Artículo 54.-INFRACCIONES LEVES.**

A los efectos de la presente Sección tendrán la consideración de infracciones leves las que se referencian a continuación:

**54.1.** Sobrepasar de 5 a 10 dB(A) los límites admisibles de niveles sonoros en el ambiente exterior e interior establecidos en la presente Ordenanza.

**54.2.** La tenencia de animales domésticos incumpliendo con las prescripciones establecidas en el [Artículo 30](#) de la presente Ordenanza.

**54.3.** El incumplimiento de las normas reguladoras del funcionamiento de los sistemas de alarmas y sirenas de las [Secciones 3](#) y [4](#) del [Capítulo 4](#) del [Título 4](#).

**54.4.** El estacionamiento o circulación con vehículos a motor de manera que se sobrepasen de 5 a 10 dB(A) los límites admisibles de nivel sonoro establecidos en el Anexo II.

**54.5.** Las señaladas como graves o muy graves en los apartados siguientes, cuando por su escasa incidencia sobre las personas, los recursos o el medio ambiente, no se den los supuestos para dicha calificación.

#### **Artículo 55.-INFRACCIONES GRAVES.**

A los efectos de la presente Sección, tendrán la consideración de infracciones graves las que se referencian a continuación:

**55.1.** Sobrepasar en más de 10 dB(A) los límites admisibles de niveles sonoros en el ambiente exterior e interior establecidos en la presente Ordenanza.

**55.2.** La realización de obras, operaciones de carga y descarga de mercancías y mudanzas, en la edificación o en la vía pública con incumplimiento de los horarios o límites de nivel sonoro permitidos por la Ordenanza.

**55.3.** El incumplimiento de los plazos o del contenido de las medidas correctoras para evitar las molestias por ruidos o vibraciones que hubieran sido impuestas por los órganos competentes.

**55.4.** Sobrepasar en más de 10 dB(A) los límites admisibles de nivel sonoro establecidos en el Anexo II con motivo del estacionamiento o circulación con vehículos a motor.

**55.5.** La apreciación de mala fe manifiesta con motivo de la formulación de dos o más denuncias referentes al incumplimiento de los límites establecidos en materia de ruidos o vibraciones, una vez probado que éstas se realizaron injustificadamente.

**55.6.** La trasgresión de lo preceptuado en el [punto 29.3](#) de la presente Ordenanza, cuando revista carácter de máxima gravedad contraria al derecho ajeno al descanso, la tranquilidad y seguridad del vecindario.

**55.7.** La comisión reiterada de tres infracciones leves de emisión o inmisión sonora, en el plazo de seis meses.

#### **Artículo 56.-INFRACCIONES MUY GRAVES.**

A los efectos de la presente Sección tendrán la consideración de infracciones muy graves las que se referencian a continuación:

**56.1.** La negativa a facilitar los datos y documentos que le sean requeridos y la obstrucción, activa o pasiva, a la labor inspectora de la Administración.

**56.2.** El incumplimiento reiterado de las medidas correctoras o restitutorias, y de cuantas órdenes sean dictadas por la Administración en prevención del ruido y vibraciones.

**56.3.** La comisión reiterada de tres infracciones graves de emisión o inmisión sonora, en el plazo de doce meses.

#### **Artículo 57.-SANCIONES.**

Por la realización de las infracciones administrativas previstas en esta Sección, se impondrán las siguientes sanciones:

**57.1.** Para las **infracciones leves**:

- a) Multa de hasta 210 €.
- b) Clausura de la actividad o instalación por el período máximo de un año.

**57.2.** Para las **infracciones graves**:

- a) Multa de 211 a 450 €.
- b) Clausura de la actividad o instalación por un período no superior a dos años.

**57.3.** Para las **infracciones muy graves**:

- a) Multa de 451 a 901 €.
- b) Clausura definitiva de la actividad o instalación.

***SECCIÓN 3.- DE LAS INFRACCIONES A LAS NORMAS REGULADORAS DEL RUIDO EN LAS ACTIVIDADES DEL CAPÍTULO 2, TÍTULO 4.***

**Artículo 58.-INFRACCIONES Y SANCIONES.**

El régimen sancionador aplicable a las actividades reguladas por la presente Ordenanza en el Capítulo 2, Título 4, será el previsto en el Título V de la Ley 1/95 de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia.

**DISPOSICIÓN ADICIONAL.**

El horario de los establecimientos públicos será el que determine, en el ejercicio de sus competencias, la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia; sin perjuicio de lo que, en ejecución de su competencia, corresponda al Ayuntamiento.

**DISPOSICIÓN TRANSITORIA.**

Con carácter general se establece un plazo de doce meses contados desde la aprobación por Pleno de la presente Ordenanza para adecuar todas las instalaciones ya existentes a las prescripciones que en la misma se indican.

Los titulares de establecimientos que tengan instalada alarma con dispositivos acústicos, dispondrán de un plazo de tres meses, a partir de la entrada en vigor de la presente Ordenanza, para el cumplimiento de las obligaciones establecidas en los [Artículos 36 y 37](#).

**DISPOSICIÓN DEROGATORIA.**

La presente Ordenanza deroga la Ordenanza sobre de Protección del Medio Ambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones aprobada en pleno el 31 de octubre de 1980 y publicada en el B.O.P. el 13 de mayo de 1981.

**DISPOSICIÓN FINAL.**

La presente Ordenanza entrará en vigor a los quince días de su publicación íntegra en el Boletín Oficial de la Región de Murcia, según lo dispuesto en el Artículo 70.2 en relación con el Artículo 65.2 de la Ley 7/85, de dieciocho de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local.

## **ANEXO I.- METODOLOGÍAS PARA MEDIDAS ACÚSTICAS**

### **A. PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA**

#### **A.1.- EQUIPOS DE MEDIDA**

##### **A.1.1.- Sonómetros**

Los equipos empleados en las medidas deben cumplir las exigencias definidas en [UNE EN 60651:1996](#) y modificaciones posteriores [UNE EN 60651/A1:1997](#) -Sonómetros- y [UNE EN 60804:1996](#) y modificaciones posteriores [UNE EN 60804/A2:1997](#) – Sonómetros integradores promediadores-, o aquellas normas que las sustituyan.

##### **A.1.2.- Calibradores**

Calibrador de precisión clase 1 definido en [UNE EN 20942:1994](#) -Calibradores sonoros– o aquella norma que la sustituya.

##### **A.1.3.- Filtros**

Los filtros de 1/3 octava deben cumplir con los requisitos establecidos en [IEC 225](#).

##### **A.1.4.- Otros equipos**

Los equipos empleados en las medidas de tiempos de reverberación deben cumplir los requisitos definidos en [UNE EN 20354](#).

La cadena de emisión sonora que se emplee para la medida del aislamiento a ruido aéreo deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Proporcionar un espectro estable en el rango de frecuencia considerado.
- Asegurar un nivel en el recinto receptor suficientemente alto respecto al ruido de fondo, garantizando niveles en el recinto receptor al menos 10 dB superiores al ruido de fondo en cada banda de frecuencia. En caso contrario, se efectuarán correcciones según se especifica.
- Se recomienda que no presente diferencias de nivel mayores de 6 dB entre bandas de 1/3 octava adyacentes.

La máquina de impactos normalizada debe cumplir las especificaciones de la norma [UNE EN-ISO 140-6](#).

Para el control de vibraciones se debe asegurar que la cadena de medida es compatible con el rango de frecuencias de interés (1-80 Hz.). En general, deberá cumplir los requisitos definidos en la [UNE EN 28041](#) de Instrumentos de Medida en Respuesta Humana a las Vibraciones. Para asegurar la calidad de las medidas, los equipos deberán

estar incluidos en un plan de mantenimiento y calibración que incluya el período de calibración y su trazabilidad.

Los sonómetros se verificarán, al menos diariamente, mediante los correspondientes calibradores acústicos.

Los equipos (sonómetros y calibradores) empleados deberán llevar un plan de calibración anual.

## A.2.- CORRECCIONES POR RUIDO DE FONDO

Un factor que puede afectar a la precisión de las medidas es el ruido de fondo, según el valor de su nivel comparado con el de la señal de ruido a medir.

EL RUIDO DE FONDO SE DEFINE COMO EL NIVEL DE RUIDO EXISTENTE CUANDO EL FOCO DE MOLESTIA NO ESTÁ EN FUNCIONAMIENTO.

Es obvio que el ruido de fondo no debe ahogar a la señal que interese. En la práctica, esto significa que el nivel de la señal debe ser, por lo menos, 3 dB superior al del ruido de fondo, pero aun entonces puede ser necesario realizar una corrección para obtener el valor exacto.

Si la diferencia en los niveles sonoros medidos con y sin el funcionamiento del foco de molestia es menor de 10 dB pero superior a 3 dB se efectuará la siguiente corrección:

Si la medida es de vigilancia o de inspección, la corrección se efectuará restando al valor medido, el valor correspondiente a la diferencia de niveles del siguiente cuadro:

**CUADRO 8**

CORRECCIÓN POR RUIDO DE FONDO						
DIFERENCIA DE NIVEL						
Diferencia	<3 dB	3 - 4	>4 - 5	>5 - 6	>6 - 8	>8 - 10
Corrección	No	2,5	2	1,5	1	0,5

· En el caso de medidas de ingeniería, la corrección se efectuará mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$L = 10 \log (10^{(L_{\text{medido}}/10)} - 10^{(L_{\text{RF}}/10)}) \text{dB}$$

Donde,

L : nivel final corregido en dB.

L<sub>medido</sub>: nivel medido con el foco funcionando.

L<sub>RF</sub> : nivel de ruido/vibración de fondo medido con el foco parado.

Si la diferencia de niveles es menor de 3 dB se indicará en el informe que el ruido de fondo influye en los niveles medidos.

Cuando se efectúen medidas en frecuencias las correcciones se efectuarán en cada banda de frecuencia.

En aquellos casos, en los que no sea posible efectuar la medida de ruido de fondo, al no poder detener el funcionamiento del foco de ruido, se evaluará el nivel asociado al ruido de fondo de la siguiente manera: Durante la medida se observarán los niveles de presión sonora ( $L_p$ ), reflejando, como nivel de ruido de fondo, en el informe aquellos niveles que, a juicio del técnico, no estén asociados al foco de ruido analizado.

### **A.3.- TIPOS DE MEDIDAS**

- Los tipos de medida que se recogen en este Anexo son:
- Determinación de niveles sonoros globales en dB(A) en el ambiente interior ([punto A.4.1](#)).
- Determinación de niveles sonoros globales en dB(A) en el ambiente exterior ([punto A.4.2](#)).
- Determinación “in situ” del aislamiento acústico a ruido aéreo entre locales ([punto A.5](#)).
- Determinación “in situ” del aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas ([punto A.6](#)).
- Determinación “in situ” del aislamiento a ruido de impactos entre locales ([punto A.7](#)).
- Determinación de niveles de vibración en edificios ([punto A.8](#)).

Para permitir y facilitar la intercomparación de las medidas se detalla en el apartado siguiente el procedimiento para los diferentes tipos de medida, diferenciando cuándo son pertinentes los diferentes métodos en función del nivel de precisión de la medida.

### **A.4.- DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES SONOROS GLOBALES**

#### **A.4.1.- Determinación de niveles sonoros en el ambiente interior**

La valoración de los niveles de ruido que establece la presente Ordenanza se adecuará a las siguientes normas:

1. La medición se llevará a cabo, tanto para los ruidos emitidos como para los transmitidos, en el lugar que su valor sea más alto; y si fuera preciso, en el momento y situación en que las molestias sean más acusadas. La medida se hará con el micrófono situado en la dirección de la fuente sonora.
2. Los dueños, poseedores o encargados de actividades o instalaciones generadoras de ruidos, vendrán obligados a facilitar a los funcionarios municipales designados para realizar labores de vigilancia e inspección ambiental, el acceso a sus focos de emisión de ruidos y dispondrán su funcionamiento a las distintas velocidades, cargas o marchas que les indiquen dichos inspectores. Así mismo podrán presenciar el proceso operativo.

3. El aparato medidor o sonómetro empleado deberá estar verificado y calibrado de acuerdo a la *Orden de 16 de diciembre de 1.998 por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible* o norma que la sustituya.

4. El aparato medidor o sonómetro deberá ser verificado acústicamente antes de cualquier medición.

5. En previsión de los posibles errores de medición, se adoptarán las siguientes precauciones:

a) *Contra el efecto pantalla*: El observador se situará en el plano normal al eje del micrófono y lo más separado del mismo que sea compatible con la lectura correcta del indicador de medida (preferiblemente se utilizará trípode).

b) *Contra el efecto del viento*: Para efectuar medidas en el exterior se utilizará siempre una pantalla antiviento que garantice una correcta protección al micrófono frente al ruido inducido por el viento. Se desistirá de medir en caso de lluvia o granizo.

c) *Contra el efecto cresta*: Las medidas de Nivel de Presión Sonora se iniciarán con el sonómetro situado en respuesta “rápida” (ruido continuo). Cuando el indicador fluctúe en más de 3 dB(A), se pasará a respuesta “lenta” (ruido discontinuo). Si el indicador fluctúa en más de 6 dB(A), en este caso, se deberá utilizar la respuesta “impulso” (ruido impulsivo).

6. En cuanto a las condiciones ambientales del lugar de la medición, no se sobrepasarán los límites especificados por el fabricante del aparato de medida en cuanto a temperatura, humedad, vibraciones, campos electrostáticos y electromagnéticos, etc.

7. Las medidas normalmente se realizarán con ventanas cerradas, pero si el local se utiliza normalmente con ventanas abiertas o la fuente causante de ruido hace que éste se transmita a través de las ventanas, las medidas se realizarán con ventanas entreabiertas.

8. Será preceptivo iniciar todas las mediciones con la determinación del nivel ambiental o de fondo, es decir, el nivel sonoro existente en el punto de medición, cuando no se encuentra en funcionamiento la fuente sonora a inspeccionar. Si el nivel obtenido superase el límite máximo aplicable autorizado para los ruidos transmitidos, el nivel de fondo se convertirá en nuevo límite autorizable para los niveles transmitidos por la actividad en funcionamiento. En todos los casos, se deberá considerar la aportación del nivel de fondo a los niveles de transmisión, de acuerdo con el [punto A.2](#) de este Anexo.

9. Para la cartografía del ruido y siempre que quiera expresarse el Leq de un período (diurno o nocturno) habrá de medirse en continuo durante todo el período o realizarse un muestreo que, como mínimo, suponga una medida entre 5 y 10 minutos de duración cada 5 horas durante el período diurno y una de 10 minutos de duración cada 2 horas durante el período nocturno. En los trabajos de cartografía acústica se utilizará pantalla antiviento, considerándose como velocidad del viento límite de medición 6 m/seg.



10. La medición del nivel sonoro producido por vehículos a motor habrá de realizarse a una distancia de 0,5 m de la salida del tubo de escape y a una altura no inferior a 0,2 m del suelo.

11. El dictamen resultante de la inspección realizada por la Administración sólo podrá ser favorable cuando el resultado de la inspección determine que el nivel sonoro no es superior en 5 dB(A) al permitido.

## MEDIDAS DE VIGILANCIA

Determinación de los niveles de presión sonora existentes en el local afectado, en el interior de viviendas, mediante los parámetros nivel continuo equivalente,  $L_{eq}$ , y nivel máximo,  $L_{máx}$ , con respuesta en tiempo "Fast" y ponderación en frecuencia "A".

- La determinación se llevará a cabo con un sonómetro integrador de, al menos, clase 2 según [UNE EN 60804](#) -Sonómetros Integradores-.
- Las medidas se realizarán en el centro de la habitación más afectada (evitando cocinas, baños y pasillos), y lo más alejado posible de cualquier objeto o superficie manteniendo las puertas y ventanas cerradas.
- Cuando sea posible, se efectuará la medida de ruido de fondo, es decir aquella durante la cual no aparece el foco a controlar.
- Se realizarán 3 medidas consecutivas del ruido a analizar.

El tiempo de medida dependerá de la tipología del ruido, seleccionando en todo caso períodos representativos de la evolución del mismo. Así, ruidos continuos identificables por encima del ruido de fondo se pueden caracterizar con períodos de observación entre 10 segundos y 1 minuto, siendo necesarios períodos más largos (el tiempo suficiente para estabilizar el nivel  $L_{eq}$  en la pantalla del sonómetro) para ruidos fluctuantes en el tiempo.

En el caso de ruidos esporádicos la medida se realizará durante el tiempo de funcionamiento del evento, registrando el tiempo de medida (puerta de garaje, ascensor, compresor...) y si el evento es repetitivo, su periodicidad.

El valor representativo será el promedio de los valores  $L_{eq}$  medidos y el máximo de los valores máximos medidos.

En el informe se recogerá:

- Nombre de la persona que efectúa la medición.
- Fecha, hora, dirección.
- Equipo utilizado (marca, modelo y nº de serie).
- Descripción del ruido.
- Tipo de ruido (continuo, fluctuante, impulsivo...).
- Foco emisor.
- Niveles medidos.
- Valoración subjetiva de la existencia de componentes tonales o impulsivas.

Las “medidas de vigilancia” deberán ser validadas por los técnicos de Medio Ambiente cuando las medidas difieran en  $\pm 3$  dB del límite correspondiente, o en aquellos casos en los que se estime la existencia de componentes tonales o impulsivas.

## MEDIDAS DE INSPECCIÓN

Son medidas similares a las anteriores con las siguientes modificaciones:

- La determinación se llevará a cabo con un sonómetro integrador de, al menos, clase 1 según [UNE EN 60804](#)
- Las medidas las realizarán técnicos con una capacitación acorde a las mismas.
- Antes y después de la medida se verificará el sonómetro mediante un calibrador sonoro.

El procedimiento de medida será el siguiente:

- Medida del nivel sonoro equivalente en el local receptor con la actividad o instalación ruidosa funcionando, durante un período de al menos 10 minutos (No obstante, cuando las características de la medición lo aconsejen, podrá variarse la duración del período).
- Medida del ruido de fondo en nivel sonoro equivalente en el local receptor (con la actividad o instalación ruidosa parada), durante un período de al menos 10 minutos.
- Medidas de los niveles de presión sonora en el local emisor de la actividad o instalación ruidosa.
- Durante el período de medición en el local receptor y emisor se mantendrán las mismas condiciones en ellos.
- La determinación del ruido procedente de la actividad o instalación ruidosa se realizará mediante la sustracción de los niveles energéticos medidos en el local receptor, respecto a los medidos como ruido de fondo, de acuerdo con el procedimiento descrito en el [punto A.2](#) de este Anexo.

En el informe se recogerá:

- Nombre del técnico.
- Fecha, hora, dirección.
- Equipo utilizado (marca, modelo y nº de serie).
- Descripción del ruido.
- Tipo de ruido (continuo, fluctuante, impulsivo...).
- Foco emisor.
- Niveles medidos.
- Corrección por ruido de fondo.
- Valoración subjetiva de la existencia de componentes tonales o impulsivas.
- Penalizaciones: En función del tipo de ruido.

## MEDIDAS DE INGENIERÍA

Además de la determinación de los niveles de presión sonora existentes en el local afectado, en el interior de viviendas, permitirán la determinación de componentes tonales o impulsivas.

Medida con un sonómetro integrador tipo 1 según [UNE EN 60804](#) y filtros de frecuencia según [IEC 225](#).

Antes y después de la medida se verificará el sonómetro mediante un calibrador sonoro.

Mediante una inspección previa cualitativa se identificarán los focos de la molestia.

Las medidas se efectuarán manteniendo el foco de ruido en la posición de máxima emisión. En el caso de varias condiciones de funcionamiento se evaluarán la correspondiente a funcionamiento nominal y a funcionamiento máximo.

Se definirá la naturaleza del ruido: continuo, intermitente, impulsivo, existencia de tono puro, etc.

Se justificarán los diferentes modos de funcionamiento mediante la medida de los niveles en el local emisor o en las proximidades de la actividad. Esta información servirá como referencia para conocer las condiciones en las que se han efectuado las medidas y como base para comparación de medidas y su repetibilidad.

Los niveles en los locales receptores se medirán en el local más afectado por la actividad, manteniendo las puertas y ventanas cerradas, permaneciendo en la estancia durante la medida únicamente el técnico que la realice.

Se efectuarán 3 medidas consecutivas en 3 posiciones aleatorias del local a una altura mínima de 1,2 metros sobre el suelo y distantes al menos 0,5 metros, a distancia mayor de 1 metro de ventanas y mayor de 0,7 metros de cualquier objeto reflectante existente en la habitación. Se determinará el nivel  $L_{eq}$  y  $L_{m\acute{a}x}$ . El período de medida se seleccionará, en cada caso, dependiendo del funcionamiento del foco de ruido y siempre se medirá el tiempo necesario para obtener un nivel representativo de su evolución. En todo caso, se incluirá en el informe el período de medida empleado.

Las medidas se efectuarán empleando la respuesta en tiempo “Fast” y la ponderación en frecuencia “A”.

El nivel representativo  $L_{eq}$  de la medida será el resultado de promediar las medidas efectuadas en el caso de que el ruido tenga carácter continuo; y el valor mayor de los niveles  $L_{eq}$  medidos en el caso de que el ruido presente carácter variable.

En el caso de un ruido con funcionamiento periódico, no continuo, se determinará el nivel  $L_{Aeq}$  del período de funcionamiento, determinando al mismo tiempo la duración del período de funcionamiento y el número de veces que se produce. El valor representativo ( $L_{Aeq}; T_0$ ) que se utilizará para la valoración del nivel será el resultante de aplicar la siguiente fórmula:

$$L_{Aeq,T0} = L_{Aeq,per\acute{o}do} + 10 \log$$

El nivel representativo  $L_{m\acute{a}x}$  de la medida será el valor mayor medido.

Además, con el fin de determinar posibles penalizaciones si se detecta la existencia de ruidos impulsivos o existencia de componentes tonales, se efectuarán las siguientes medidas complementarias:

- Determinación del nivel máximo “ $L_{m\acute{a}x}$ ” con ponderación en tiempo “Impulse” y en frecuencia “A”, para evaluar la existencia de componentes impulsivas.
- Determinación de los niveles sonoros en bandas de 1/3 octava mediante la utilización de filtros para evaluar la existencia de componentes tonales.
- Las medidas se realizarán en estancias no reverberantes, para lo que se evitarán cocinas, baños y pasillos.

En el informe se recogerá:

- Nombre del técnico.
- Fecha, hora, dirección.

- Equipo utilizado (marca, modelo y número de serie).
- Descripción del ruido.
- Tipo de ruido (continuo estable, continuo aleatorio, esporádico, impulsivo...).
- Foco emisor, descripción del modo o modos de funcionamiento.
- Niveles medidos en los locales emisor y receptor en las diferentes condiciones de funcionamiento.
- Existencia de componentes tonales.
- Existencia de componentes impulsivas.
- Penalizaciones.
- Esquema de la ubicación de los focos y de los puntos de medida.

#### **A.4.2.- Determinación de niveles sonoros en el ambiente exterior**

##### MEDIDAS DE VIGILANCIA

Se realizarán con un sonómetro integrador, al menos tipo 2, según [UNE EN 60804](#) para la determinación del nivel continuo equivalente,  $L_{eq}$ , con respuesta en tiempo “Fast” y ponderación en frecuencia “A”.

Las medidas en el exterior se efectuarán a 2 metros de la fachada del edificio y a 1,5 metros de altura del suelo, o a la altura de la fachada considerada más afectada.

Si las medidas se efectúan a un nivel superior al del terreno, la medida se efectuará asomando el sonómetro por una ventana o balcón a una distancia inferior a 1 metro de la misma. Los niveles así medidos deberán ser corregidos restando 3 dB a la medida realizada.

Si las medidas se efectúan en campo libre (en ausencia de edificios) se incrementarán 3 dB al valor medido (para tener en cuenta las reflexiones del edificio).

Se utilizarán pantallas protectoras antiviento.

Se desistirá de efectuar medidas en condiciones de lluvia, con viento fuerte o viento en contra.

Las medidas deben cubrir los intervalos de funcionamiento del foco de ruido que sean relevantes para la obtención del  $L_{eq}$  en los períodos de referencia especificados en esta Ordenanza (diurno/nocturno).

Las mediciones se deben realizar durante condiciones normales de funcionamiento del foco, seleccionando aquellos períodos que originen los mayores niveles y, por tanto, la mayor molestia.

Las “medidas de vigilancia” deberán ser validadas por los técnicos de Medio Ambiente cuando las medidas difieran en  $\pm 3$  dB del límite correspondiente o en aquellos casos en los que se estime la existencia de componentes tonales o impulsivas.

En el informe de medida se recogerán los mismos aspectos que para ruido interior.

## MEDIDAS DE INSPECCIÓN

Son medidas similares a las anteriores con las siguientes modificaciones:

- La determinación se llevará a cabo con un sonómetro integrador de, al menos, clase 1 según [UNE EN 60804](#) -Sonómetros Integradores-.
- Las medidas las realizarán técnicos con una capacitación acorde a las mismas.
- Antes y después de la medida se verificará el sonómetro mediante un calibrador sonoro.
- En el informe de medida se recogerán los mismos aspectos que para el ruido interior.

## MEDIDAS DE INGENIERÍA

Las medidas de niveles sonoros en el ambiente exterior se efectuarán teniendo en consideración la norma [ISO 1996](#).

Las medidas deben cubrir los intervalos de funcionamiento del foco de ruido que sean relevantes para la obtención del  $L_{Aeq}$  y  $L_{máx}$  en los períodos de referencia especificados en esta Ordenanza (diurno/nocturno), pudiendo considerar los siguientes tiempos de referencia para el tráfico:

Registros de 15 minutos, con observación de ruidos ajenos al tráfico. Durante el período diurno, se evitarán períodos de medida comprendidos entre las 13 y las 15 horas.

Durante el período nocturno, las medidas se realizarán entre las 23 y 24 horas con el fin de obtener un valor representativo del  $L_{eq}$  noche (de 22 a 07 horas). Si se necesita mayor precisión en las medidas, se realizarán registros continuos de 24 o 48 horas.

Las mediciones se deben realizar durante condiciones normales de funcionamiento del foco, seleccionando aquellos períodos que originen los mayores niveles y, por tanto, la mayor molestia.

### **A.4.2.1.- Parámetros adicionales**

En algunos casos será necesario, para completar los análisis, el registro de otros parámetros que permitan una mejor definición del foco de ruido como son:

- Ln.- Niveles percentiles. Se utilizarán en los casos en los que coexistan diferentes focos de ruido para diferenciar las contribuciones de los mismos.
- T.- Período de funcionamiento del proceso.
- N.- N° de veces que se repite el ciclo.
- $Leq_{frecuencia}$ .- Nivel  $Leq$  en cada banda de frecuencia. Con el fin de determinar las posibles componentes tonales y la correspondiente penalización.

#### **A.4.2.1.1.- Correcciones a los niveles medidos**

Complementariamente a las correcciones por ruido de fondo especificadas en el apartado correspondiente se realizarán las siguientes correcciones a los niveles medidos debidas a:

- Componentes tonales
- Componentes impulsivas.

El nivel finalmente resultante será el resultado de aplicar las correcciones por componentes tonales más las correcciones independientemente por componentes impulsivas.

#### Informe de medida

El informe de medida debe contener:

- Nombre de la entidad que realiza las medidas.
- Número de informe.
- Solicitante.
- Datos de la actividad y del local afectado:
  - Tipo
  - Dirección
  - Localidad.
- Períodos de medida seleccionados y las condiciones de funcionamiento del foco.
- Datos de la inspección:
  - Fecha
  - Hora
  - Técnico
  - Equipo de medida (marca, modelo, n° de serie, etc.)
  - Lugar de medida.
- Disposición de las medidas: se incluirán croquis cuando se considere necesario.
- Ruido de fondo (siempre que sea posible).
- Metodología y/o procedimiento: se hará referencia a esta Ordenanza, así como a las normas de aplicación ([ISO 1996](#)). Se incluirá una breve descripción del procedimiento empleado. Se hará mención a la posible influencia de las condiciones meteorológicas (medidas en ambiente exterior cuando sean influyentes).
- Criterios de evaluación: se hará referencia a esta Ordenanza y se especificarán los niveles límites de aplicación de inmisión, según el tipo de zona, y los niveles

mínimos de requisitos entre locales en caso de ser aplicable, así como los requisitos especificados en el proyecto de licencia de actividad en cuanto a niveles de emisión.

- Resultados: Se presentarán los niveles medidos, parámetros, intervalos de medida, así como las correcciones.
- Conclusiones: se valorarán los resultados medidos según los requisitos establecidos por esta Ordenanza.

## **A.5.- DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO ENTRE LOCALES**

### **MEDIDAS DE INSPECCIÓN**

Se podrá determinar la diferencia de niveles entre 2 locales como valor un estimativo del aislamiento a ruido aéreo, y se definirá mediante la diferencia de los niveles de presión sonora en dB(A) en los locales emisor y receptor, utilizando para ello un espectro de ruido rosa, dado que en esta norma, la posible absorción del local debe considerarse parte constituyente del aislamiento del cerramiento:

$$D = L_1 - L_2$$

Donde,

$L_1$  : nivel de presión sonora en el local emisor.

$L_2$  : nivel de presión sonora en el receptor.

Estas medidas se realizarán únicamente cuando el local receptor esté amueblado, ya que no se efectúa corrección por tiempo de reverberación.

Los locales emisor y receptor mantendrán todas las puertas y ventanas cerradas durante las medidas.

Se creará un campo sonoro tan difuso como sea posible en el local emisor mediante una fuente sonora que garantice la estabilidad del espectro.

La medida se realizará mediante un sonómetro-integrador tipo 1 según [UNE EN 60804](#).

Se realizará una verificación de los equipos de medida antes y después de las medidas mediante un calibrador acústico.

La medida en el local emisor se realizará en la zona del mismo que se encuentre más próxima al local receptor. Se efectuará un barrido en la zona descrita con el sonómetro evitando el campo directo de la fuente sonora y alejándose de paredes y obstáculos al menos 1 metro, obteniendo el nivel promedio equivalente,  $L_{Aeq}$ , de un período representativo de la situación.

En el local receptor se efectuarán 2 medidas. La primera recogerá el ruido de fondo existente en el momento que no funciona la fuente sonora. La segunda se efectuará con la fuente sonora en la misma situación que en el momento de efectuar la medida en el



local emisor, efectuando un barrido con el sonómetro en el local afectado, alejándose de paredes y obstáculos al menos 1 metro.

En todo caso, la fuente sonora deberá generar un nivel sonoro en el local receptor superior en, al menos, 3 dB al nivel de ruido de fondo existente.

Se describirá en el informe, de forma breve, el procedimiento empleado describiendo la fuente de ruido empleada y su ubicación, la descripción de los locales emisor y receptor, los niveles sonoros medidos y la diferencia de nivel obtenida; además de la fecha, técnico/s que realiza/n las medidas y la dirección del local.

## MEDIDAS DE INGENIERÍA

Las medidas se efectuarán de acuerdo con la norma [UNE EN ISO 140-4:1999](#).

### Informe de medida

El informe de medida deberá contener al menos la siguiente información:

- Nombre de la entidad que efectúa las medidas.
- Solicitante.
- Número de informe.
- Datos de la actividad y del local afectado:
  - Tipo
  - Dirección.
- Disposiciones particulares de los locales (cuando sea necesario se anexarán croquis). Se incluirá el volumen de los locales y la descripción de la pared/forjado común (superficie y composición cuando se conozca).
- Datos generales de las medidas:
  - Fecha
  - Hora
  - Técnico
  - Equipos de medida (marca, modelo, nº de serie, etc.).
- Metodología y/o procedimiento: se hará referencia a esta Ordenanza y a las normas de aplicación [UNE EN ISO 140](#), y se incluirá una breve descripción de las particularidades de la medida tales como posiciones de medida y número, etc.
- Resultados: se presentarán los resultados de la curva de aislamiento en forma de tabla y gráfico en cada banda de frecuencias, así como el índice de aislamiento calculado según [ISO 717](#) ( $D_{nTw}$ ). Se hará mención a las limitaciones de la medida en caso de que el ruido de fondo afecte a los resultados.
- Conclusiones: se comentará de forma objetiva el cumplimiento de los requisitos de aislamiento exigidos en esta Ordenanza para el tipo de actividad objeto de control.

## **A.6.- DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO DE FACHADAS**

### MEDIDAS DE INSPECCIÓN

Se podrá determinar aislamiento bruto de una fachada como un valor estimativo del aislamiento a ruido aéreo de la fachada, y se definirá mediante la diferencia de los niveles de presión sonora en dB(A) en el exterior del local y en el interior del mismo.

$$D = L_1 - L_2 - 3$$

Donde,

$L_1$  : nivel de presión sonora en el exterior del local sometido a un foco de ruido definido.

$L_2$  : nivel de presión sonora en el interior del local con las ventanas y puertas cerradas durante el funcionamiento del mismo foco de ruido.

Estas medidas se realizarán únicamente cuando el local receptor esté amueblado, ya que no se efectúa corrección por tiempo de reverberación.

La generación de los niveles de ruido se realizará utilizando el foco de ruido exterior existente (por ejemplo tráfico).

La medida se realizará mediante un sonómetro-integrador tipo 1 según [UNE EN 60804](#).

Se realizará una verificación de los equipos de medida antes y después de las medidas mediante un calibrador acústico.

La medida en el exterior se realizará asomando el sonómetro al exterior, manteniendo las ventanas lo más cerradas posibles y obteniendo un nivel  $L_{eq}$  del foco medido que se mantenga estable, lo que en algunos focos puede conllevar tiempos de medida superiores a 5 minutos (tráfico). En caso de mantenerlas abiertas, no será preciso realizar corrección alguna. En el local receptor la medida se realizará en el centro del mismo. En éste se efectuarán 2 medidas. La primera recogerá el ruido de fondo existente en el centro del local en el momento que no funciona la fuente sonora y la segunda el nivel continuo equivalente con el foco en funcionamiento, evitando aquellos ruidos no asociados al foco objeto de la medida.

En todo caso, la fuente sonora deberá generar un nivel sonoro en el local receptor superior en, al menos, 3 dB al nivel de ruido de fondo existente. En el caso, que no se consiga, se deberá efectuar en momentos en los que el ruido de fondo sea menor.

Se describirá en el informe, de forma breve, el procedimiento empleado describiendo la fuente de ruido empleada y su ubicación, la descripción de la fachada afectada y del local receptor, los niveles sonoros medidos y la diferencia de nivel obtenida y además, la fecha, técnico/s que realiza/n las medidas y la dirección del local.

## MEDIDAS DE INGENIERÍA

Las medidas se efectuarán de acuerdo con la norma [UNE EN ISO 140-5:1999](#).

### **Informe de medida**

El informe de medida deberá contener al menos la siguiente información:

- Nombre de la entidad que efectúa las medidas.
- Solicitante.
- Número de informe.
- Datos de la actividad y del local afectado:
  - Tipo
  - Dirección.
- Disposiciones particulares de los locales (cuando sea necesario se anexarán croquis). Se incluirá el volumen de los locales y la descripción de la pared/forjado común (superficie y composición cuando se conozca).
- Datos generales de las medidas:
  - Fecha
  - Hora
  - Técnico
  - Equipos de medida (marca, modelo, nº de serie, etc.).
- Metodología y/o procedimiento: se hará referencia a esta Ordenanza y a las normas de aplicación [UNE EN ISO 140](#), y se incluirá una breve descripción de las particularidades de la medida tales como posiciones de medida y número, etc.
- Resultados: se presentarán los resultados de la curva de aislamiento en forma de tabla y gráfico en cada banda de frecuencias, así como el índice de aislamiento calculado según [ISO 717](#) ( $D_{nT_w}$ ). Se hará mención a las limitaciones de la medida en caso de que el ruido de fondo afecte a los resultados.
- Conclusiones: se comentará de forma objetiva el cumplimiento de los requisitos de aislamiento exigidos en esta Ordenanza para el tipo de actividad objeto de control.

## **A.7.- DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO DE IMPACTO ENTRE LOCALES**

### **MEDIDAS DE INGENIERÍA**

Las medidas se efectuarán según norma [UNE EN ISO 140-7:1999](#).

### **Informe de medida**

El informe de medida deberá contener al menos la siguiente información:

- Nombre de la entidad que efectúa las medidas.
- Solicitante.
- Número de informe.
- Datos de la actividad y del local afectado:
  - Tipo
  - Dirección
  - Volumen del local receptor
  - Disposiciones particulares de los locales (Cuando sea necesario se anexarán croquis)
  - Descripción del forjado.
- Datos generales de las medidas:

- Fecha
- Hora
- Técnico
- Equipos de medida (marca, modelo, nº de serie, etc.).
- Metodología y/o procedimiento: se hará referencia a esta Ordenanza y a las normas de aplicación [UNE EN ISO 140](#), y se incluirá una breve descripción de las particularidades de la medida tales como posiciones de medida y número, etc.
- Resultados: se presentarán los resultados del nivel de ruido de impactos en forma de tabla y gráfico en cada banda de frecuencias, así como el índice de aislamiento calculado según [ISO 717](#) ( $L_{nw}$ ).
- Se citarán las limitaciones de la medida cuando el nivel de presión sonora transmitido por la máquina de impactos esté influido en algunas bandas por el ruido de fondo.
- Conclusiones: se comentará de forma objetiva el cumplimiento de los requisitos de aislamiento exigidos en esta Ordenanza para el tipo de actividad objeto de control.

## **A.8.- DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VIBRACIÓN EN EDIFICIOS**

### MEDIDAS DE INGENIERÍA

Las medidas para la determinación de niveles de vibración en edificios originados por cualquier foco que origine transmisión de vibración en edificios se efectúan según norma [ISO 2631-Parte 2-1978](#).

### **Informe de medida**

El informe de medida deberá contener al menos la siguiente información:

- Nombre de la entidad que realiza las medidas.
- Número de informe.
- Solicitante.
- Descripción del foco:
  - modos de funcionamiento
  - localización, tipo, etc.
- Identificación y descripción del local afectado.
- Datos de las medidas:
  - Fecha
  - Hora
  - Técnico
  - Equipos de medida (marca, modelo, nº de serie, etc.)
  - Lugar de medida
  - Disposiciones generales de las medidas.
- Metodología y/o procedimiento: especificando de forma breve las particularidades del método de medida, número de posiciones y medidas, promedios, etc.
- Criterios de evaluación haciendo mención a esta Ordenanza.

- Resultados: Valor K medido y, opcionalmente, el espectro de aceleración R.M.S. frente a las curvas K ([ISO 2631](#)) en forma de tabla y gráfico, así como el nivel de vibración global ponderado en  $\text{dB}_{\text{re}} 10^{-6} \text{ m/s}^2$  (Law).
- Conclusiones sobre el cumplimiento de los requisitos especificados en esta Ordenanza.

## B.- CRITERIOS DE PENALIZACIÓN

### B.1.- Penalización por incremento de niveles respecto del ruido de fondo

Si una actividad nueva genera, respecto a los niveles sonoros previamente existentes, un incremento de los mismos por encima de 5 dB, será necesario penalizar los valores medidos para su posterior evaluación según las indicaciones del siguiente cuadro:

**CUADRO 9**

CORRECCIÓN POR INCREMENTO DE LOS NIVELES RESPECTO DEL RUIDO DE FONDO			
INCREMENTO	1-5 dB	>5-10 dB	>10 dB
PENALIZACIÓN	0	3 dB	5 dB

### B.2.- Penalización por existencia de componentes tonales

La existencia de componentes tonales se evaluará mediante el siguiente procedimiento.

Se realizará un análisis con resolución de 1/3 de octava entre las frecuencias comprendidas entre 20 y 8000 Hz, determinando aquellas bandas en las que el nivel de presión acústica sea superior a la presión existente en sus bandas laterales.

Se determinan las diferencias existentes entre la presión acústica de la banda considerada y la de las bandas laterales, calculando posteriormente la media aritmética de dichas diferencias ( $D_m$ ).

En el caso de varias componentes tonales, se considerará el valor máximo de las penalizaciones posibles.

Se determina la penalización aplicable según el cuadro siguiente:

**CUADRO 10**

CORRECCIÓN POR TONOS AUDIBLES			
RANGO DE FRECUENCIAS	$D_m < 5 \text{ dB}$	$D_m < 8 \text{ dB}$	$D_m < 15 \text{ dB}$
20 a 125 Hz	1 dB(A)	3 dB(A)	5 dB(A)
160 a 400 Hz	3 dB(A)	5 dB(A)	5 dB(A)
500 a 8000 Hz	5 dB(A)	5 dB(A)	5 dB(A)

La penalización se aplica sumándola al nivel global medido.

### B.3.- Penalización por existencia de componentes impulsivas

El ruido que se evalúa tiene componentes de carácter impulsivo cuando se perciben sonidos de alto nivel de presión sonora y duración corta, generalmente inferior a 1 segundo.

La fortaleza de la existencia de componentes impulsivas se evaluará mediante uno de los siguientes procedimientos:

- Si la medida a realizar es de vigilancia, y no se dispone de un sonómetro con la constante “Impulse” se efectuará la medida de 1 minuto y se verificará la diferencia entre el  $L_{eq}$  y el nivel máximo, considerando la posibilidad de existencia de componentes impulsivas cuando esta diferencia sea superior a 10 dB.
- Si la medida es de mayor precisión, se medirá el nivel continuo equivalente  $L_{eq}$  en dB(A) y posteriormente (si el equipo lo permite al mismo tiempo) durante el mismo período de observación se medirá el nivel máximo de presión sonora,  $L_{máx}$ , mediante la ponderación en tiempo “Impulse” del sonómetro. Si la diferencia entre las 2 medidas es inferior a 3 dB no existen componentes impulsivas; si la diferencia se encuentra entre 3 y 6 dB las componentes impulsivas son claras (penalización de 3 dB) y si la diferencia es mayor que 6 dB las componentes impulsivas son fuertes (penalización de 6 dB). Si la instrumentación lo permite se efectuará la medida de ambos parámetros simultáneamente.

**CUADRO 11**

CORRECCIÓN POR COMPONENTES IMPULSIVAS			
$L_{máx,IMPULSE} - L_{eq,T}$	0 – 3	3 – 6	> 6
PENALIZACIÓN	0	3 dB	6 dB

#### **B.4.- Correcciones por tiempo de presencia del ruido**

En aquellos casos, en los que el foco de ruido presenta un comportamiento puntual o esporádico se despenalizará el nivel máximo ( $L_{máx}$ ) hasta en 3 dB.

Todos los niveles  $L_{eq,T}$  medidos en fuentes sonoras no continuas, sea cual sea su duración, se adaptarán a un tiempo definido para su evaluación.

$$L_{referencia} = L_{funcionamiento} + L_{tiempo}$$

Corrección por tiempo:

$$L_{tiempo} = 10 \log (T_{funcionamiento} / T_{referencia})$$

Siendo el tiempo de referencia el fijado para cada tipo de medida.

## **ANEXO II.- MEDIDA DE NIVELES SONOROS PRODUCIDOS POR VEHÍCULOS A MOTOR**

**A. REGLAMENTO NÚMERO 41 SOBRE PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS MOTOCICLETAS EN LO QUE SE REFIERE AL RUIDO, ANEJO AL ACUERDO DE 20 DE MARZO DE 1.958, RELATIVO AL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES UNIFORMES DE HOMOLOGACIÓN Y RECONOCIMIENTO RECÍPROCO DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y PIEZAS DE VEHÍCULOS DE MOTOR.**

*(B.O.E. 119 de 19-05-1982).*

B. REGLAMENTO NÚMERO 51 SOBRE PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LOS AUTOMÓVILES QUE TIENEN AL MENOS CUATRO RUEDAS, EN LO QUE CONCIERNE AL RUIDO; ANEJO AL ACUERDO RELATIVO AL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES UNIFORMES DE HOMOLOGACIÓN Y RECONOCIMIENTO RECÍPROCO DE LA HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y PIEZAS DE VEHÍCULOS DE MOTOR, HECHO EN GINEBRA EL 20 DE MARZO DE 1958.

*(B.O.E. 148 de 22-6-1983).*

**>ANEXO III**

**>Mediciones**

	<b>Forma de medir</b>	<b>Situación del sonómetro</b>	<b>Observaciones</b>
Nivel de emisión de ruido al ambiente exterior	Leq: Período de 10 minutos.	2 m de la fachada 1,5 m del suelo.	Se considerará el nivel de fondo.
Nivel de inmisión de ruido en el ambiente interior	Leq: Período de 10 minutos.	1,2 m del suelo y pared de superficie reflectante.	Se considerará el nivel de fondo.
Nivel de emisión de ruido de vehículos a motor (vehículo parado)	SPL: Valor medio más alto en series de tres lecturas.	Ciclomotores con modelos homologados con anterioridad al 17/6/99 según Decreto 1439/72.  Ciclomotores con modelos homologados con posterioridad al 17/6/99 y motocicletas según Directiva 97/24 o norma que la sustituya.  Automóviles según Directiva 92/97 o norma que la sustituya.	A partir del 17/6/2003 <u>todos</u> los ciclomotores se medirán según Directiva 97/24 o norma que la sustituya.  El nivel de fondo será como mínimo inferior en 10 db(A) el nivel sonoro que haya de medirse.

Nivel de emisión de ruido de máquinas, aparatos, equipos de música etc.	SPL:  Valor medio más alto en series de tres lecturas.	Equipos de música y aparatos: 1 m.  Maquinaria de obras: 5 m.  Alarmas: 3 m.	Se tendrá en cuenta el efecto cresta.
Cartografía de ruido. Período diurno	Leq:  Período de 5-10 minutos.	1,5 m de la fachada  1,2 m del suelo.	Medidas cada 5 horas.
Cartografía de ruido. Período nocturno	Leq:  Período de 10 minutos.	1,5 m de la fachada  1,2 m del suelo.	Medidas cada 2 horas.



# **LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.**

(BOE 6 de noviembre de 1999)

JUAN CARLOS I

REY DE ESPAÑA

A todos los que la presente vieren y entendieren,

Sabed: Que las Cortes Generales han aprobado y Yo vengo en sancionar la siguiente Ley.

## **EXPOSICIÓN DE MOTIVOS**

El sector de la edificación es uno de los principales sectores económicos con evidentes repercusiones en el conjunto de la sociedad y en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico y, sin embargo, carece de una regulación acorde con esta importancia.

Así, la tradicional regulación del suelo contrasta con la falta de una configuración legal de la construcción de los edificios, básicamente establecida a través del Código Civil y de una variedad de normas cuyo conjunto adolece de serias lagunas en la ordenación del complejo proceso de la edificación, tanto respecto a la identificación, obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en el mismo, como en lo que se refiere a las garantías para proteger al usuario.

Por otra parte, la sociedad demanda cada vez más la calidad de los edificios y ello incide tanto en la seguridad estructural y la protección contra incendios como en otros aspectos vinculados al bienestar de las personas, como la protección contra el ruido, el aislamiento térmico o la accesibilidad para personas con movilidad reducida. En todo caso, el proceso de la edificación, por su directa incidencia en la configuración de los espacios, implica siempre un compromiso de funcionalidad, economía, armonía y equilibrio medioambiental de evidente relevancia desde el punto de vista del interés general; así se contempla en la Directiva 85/384/CEE de la Unión Europea, cuando declara que «la creación arquitectónica, la calidad de las construcciones, su inserción armoniosa en el entorno, el respeto de los paisajes naturales y urbanos, así como del patrimonio colectivo y privado, revisten un interés público».

Respondiendo a este orden de principios, la necesidad, por una parte, de dar continuidad a la Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre régimen del suelo y valoraciones, ordenando la construcción de los edificios, y de superar, por otra, la discrepancia existente entre la legislación vigente y la realidad por la insuficiente regulación actual del proceso de la edificación, así como de establecer el marco general en el que pueda fomentarse la calidad de los edificios y, por último, el compromiso de fijar las garantías suficientes a los usuarios frente a los posibles daños, como una aportación más a la Ley 26/1984, de 19 de julio, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, son los motivos que justifican sobradamente esta Ley de Ordenación de la Edificación, cuyo contenido primordial es el siguiente:

1. El objetivo prioritario es regular el proceso de la edificación actualizando y completando la configuración legal de los agentes que intervienen en el mismo, fijando sus obligaciones para así establecer las responsabilidades y cubrir las garantías a los usuarios, en base a una definición de los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios.
2. Para ello, se define técnicamente el concepto jurídico de la edificación y los principios esenciales que han de presidir esta actividad y se delimita el ámbito de la Ley, precisando aquellas obras, tanto de nueva construcción como en edificios existentes, a las que debe aplicarse.

Ante la creciente demanda de calidad por parte de la sociedad, la Ley establece los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios de tal forma que la garantía para proteger a los usuarios se asiente no sólo en los requisitos técnicos de lo construido sino también en el establecimiento de un seguro de daños o de caución.

Estos requisitos abarcan tanto los aspectos de funcionalidad y de seguridad de los edificios como aquellos referentes a la habitabilidad.

Se establece el concepto de proyecto, obligatorio para el desarrollo de las obras incluidas en el ámbito de la Ley, precisando la necesaria coordinación entre los proyectos parciales que puedan incluirse, así como la documentación a entregar a los usuarios para el correcto uso y mantenimiento de los edificios.

Se regula, asimismo, el acto de recepción de obra, dada la importancia que tiene en relación con el inicio de los plazos de responsabilidad y de prescripción establecidos en la Ley.

3. Para los distintos agentes que participan a lo largo del proceso de la edificación se enumeran las obligaciones que corresponden a cada uno de ellos, de las que se derivan sus responsabilidades, configurándose el promotor como una persona física o jurídica que asume la iniciativa de todo el proceso y a la que se obliga a garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir. Dentro de las actividades del constructor se hace mención especial a la figura del jefe de obra, así como a la obligación de formalizar las subcontrataciones que en su caso se establezcan.

Además la Ley delimita el ámbito de actuaciones que corresponden a los profesionales, el proyectista, el director de obra y el director de la ejecución de la obra, estableciendo claramente el ámbito específico de su intervención, en función de su titulación habilitante.

4. La responsabilidad civil de los diferentes agentes por daños materiales en el edificio se exigirá de forma personal e individualizada, tanto por actos propios, como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a esta Ley, se deba responder.

La responsabilidad se exigirá solidariamente cuando no pueda ser atribuida en forma individualizada al responsable del daño a cuando exista concurrencia de culpa, sin que pueda precisarse la influencia de cada agente interviniente en el daño producido.

A la figura del promotor se equiparan también las de gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios, u otras análogas que aparecen cada vez con mayor frecuencia en la gestión económica de la edificación.

5. En cuanto a los plazos de responsabilidad se establecen en períodos de uno, tres y diez años, en función de los diversos daños que puedan aparecer en los edificios. El constructor, durante el primer año, ha de responder por los daños materiales derivados de una deficiente ejecución; todos los agentes que intervienen en el proceso de la edificación, durante tres años, responderán por los daños materiales en el edificio causados por vicios o defectos que afecten a la habitabilidad y durante diez años, por los que resulten de vicios o defectos que afecten a la seguridad estructural del edificio.

Las acciones para exigir responsabilidades prescriben en el plazo de dos años, al igual que las de repetición contra los agentes presuntamente responsables.

6. Por lo que se refiere a las garantías la Ley establece, para los edificios de vivienda, la suscripción obligatoria por el constructor, durante el plazo de un año, de un seguro de daños materiales o de caución, a bien la retención por el promotor de un 5 por 100 del coste de la obra para hacer frente a los daños materiales ocasionados por una deficiente ejecución.

Se establece igualmente para los edificios de vivienda la suscripción obligatoria por el promotor de un seguro que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de tres y diez años, respectivamente.

Se fijan las normas sobre las garantías de suscripción obligatoria, así como los importes mínimos de garantía para los tres supuestos de uno, tres y diez años, respectivamente.

No se admiten franquicias para cubrir los daños en el supuesto de un año, y no podrán exceder del 1 por 100 del capital asegurado para los otros dos supuestos.

Además, con el fin de evitar el fraude a los adquirentes se exigen determinados requisitos que acrediten la constitución del correspondiente seguro para la inscripción de escrituras públicas y la liquidación de las sociedades promotoras.

7. La Ley se completa con siete disposiciones adicionales. En la primera se establece que la percepción de las cantidades anticipadas reguladas para las viviendas se amplíe a promociones de viviendas en régimen de comunidades de propietarios o sociedades cooperativas.

En la segunda disposición adicional se prevé que la exigencia de la obligatoriedad de las garantías a las que se hace referencia en el artículo 19 de la Ley, se hará de forma escalonada en el tiempo para permitir que el sector vaya acomodándose a lo dispuesto en esta norma. Así la garantía de diez años contra los daños materiales causados por vicios o defectos que afecten a los elementos estructurales, también llamado seguro decenal, será exigible a partir de la entrada en vigor de esta Ley para los edificios cuyo destino principal sea el de vivienda.

Posteriormente, y por Real Decreto, teniendo en cuenta las circunstancias del sector de la edificación y del sector asegurador, podrá establecerse la obligatoriedad de las demás garantías, es decir, del seguro de tres años que cubre los daños causados en los elementos constructivos o en las instalaciones que afecten a la habitabilidad o seguro trienal, y del seguro de un año que cubre los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras.

En la tercera se exceptúa a los miembros de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos de lo dispuesto en esta Ley en lo que se refiere a la delimitación de sus actuaciones en el ámbito de la Defensa.

En la cuarta se concreta la titulación académica y profesional de los Coordinadores de Seguridad y Salud, en las obras de edificación.

8. Mediante una disposición transitoria se establece la aplicación de lo previsto en la Ley a las obras para cuyos proyectos se solicite licencia de edificación a partir de la entrada en vigor de la misma. Por último, en la primera de las cuatro disposiciones finales se invocan los preceptos a cuyo amparo se ejerce la competencia del Estado en las materias reguladas por la Ley, en la segunda se autoriza al Gobierno para que en el plazo de dos años apruebe un Código Técnico de la Edificación que desarrolle los requisitos básicos que deben cumplir los edificios relacionados en el artículo 3; en la tercera se insta al Gobierno para que adapte al Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa las modificaciones introducidas en la disposición adicional quinta, y en la cuarta determina la entrada en vigor de la Ley.

La Ley, en definitiva, trata, dentro del marco de competencias del Estado, de fomentar la calidad incidiendo en los requisitos básicos y en las obligaciones de los distintos agentes que se encargan de desarrollar las actividades del proceso de la edificación, para poder fijar las responsabilidades y las garantías que protejan al usuario y para dar cumplimiento al derecho constitucional a una vivienda digna y adecuada.

La regulación del proceso de la edificación no quedaría, sin embargo, actualizada y completa si la Ley no se refiriera a aquellos supuestos en que dicho proceso constructivo ha exigido la previa expropiación de bienes o derechos por vincularse a una finalidad u objetivo de utilidad pública o interés social. En este sentido, la Ley actualiza la regulación de un aspecto de la legislación de expropiación forzosa sin duda necesitada toda ella de una revisión para adaptarse a la dinámica de nuestro tiempo, que presenta una significación cualificada y cuya puesta al día no debe demorarse, como es el ejercicio del derecho de reversión, derecho calificado por el Tribunal Constitucional como de configuración legal.

## **CAPÍTULO I**

### **Disposiciones generales**

#### **Artículo 1. Objeto.**

1. Esta Ley tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios.

2. Las obligaciones y responsabilidades relativas a la prevención de riesgos laborales en las obras de edificación se regirán por su legislación específica.

3. Cuando las Administraciones públicas y los organismos y entidades sujetas a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como agentes del proceso de la edificación se regirán por lo dispuesto en la

legislación de contratos de las Administraciones públicas y en lo no contemplado en la misma por las disposiciones de esta Ley, a excepción de lo dispuesto sobre garantías de suscripción obligatoria.

### **Artículo 2. *Ámbito de aplicación.***

1. Esta Ley es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

2. Tendrán la consideración de edificación a los efectos de lo dispuesto en esta Ley, y requerirán un proyecto según lo establecido en el artículo 4, las siguientes obras:

- a) Obras de edificación de nueva construcción, excepto aquellas construcciones de escasa entidad constructiva y sencillez técnica que no tengan, de forma eventual o permanente, carácter residencial ni público y se desarrollen en una sola planta.
- b) Obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que alteren la configuración arquitectónica de los edificios, entendiéndose por tales las que tengan carácter de intervención total o las parciales que produzcan una variación esencial de la composición general exterior, la volumetría, o el conjunto del sistema estructural, o tengan por objeto cambiar los usos característicos del edificio.
- c) Obras que tengan el carácter de intervención total en edificaciones catalogadas o que dispongan de algún tipo de protección de carácter ambiental o histórico-artístico, regulada a través de norma legal o documento urbanístico y aquellas otras de carácter parcial que afecten a los elementos a partes objeto de protección.

3. Se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritas al edificio.

## **CAPÍTULO II**

### **Exigencias técnicas y administrativas de la edificación**

#### **Artículo 3. *Requisitos básicos de la edificación.***

1. Con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, los edificios deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan los requisitos básicos siguientes:

a) Relativos a la funcionalidad:

a.1) Utilización, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.

a.2) Accesibilidad, de tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.

a.3) Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

b) Relativos a la seguridad:

b.1) Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

b.2) Seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

b.3) Seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

c) Relativos a la habitabilidad:

c.1) Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

c.2) Protección contra el ruido, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.

c.3) Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.

c.4) Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio.

2. El Código Técnico de la Edificación es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones, de tal forma que permita el cumplimiento de los anteriores requisitos básicos.

Las normas básicas de la edificación y las demás reglamentaciones técnicas de obligado cumplimiento constituyen, a partir de la entrada en vigor de esta Ley, la reglamentación técnica hasta que se apruebe el Código Técnico de la Edificación conforme a lo previsto en la disposición final segunda de esta Ley.

El Código podrá completarse con las exigencias de otras normativas dictadas por las Administraciones competentes y se actualizará periódicamente conforme a la evolución de la técnica y la demanda de la sociedad.

#### **Artículo 4. Proyecto.**

1. El proyecto es el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras contempladas en el artículo 2. El proyecto habrá de justificar técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

2. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas a instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

#### **Artículo 5. Licencias y autorizaciones administrativas.**

La construcción de edificios, la realización de las obras que en ellos se ejecuten y su ocupación precisará las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes, de conformidad con la normativa aplicable.

#### **Artículo 6. Recepción de la obra.**

1. La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

2. La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

3. El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

4. Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

5. El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía establecidos en esta Ley se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### **Artículo 7. Documentación de la obra ejecutada.**

Una vez finalizada la obra, el proyecto, con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hace referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

### **CAPÍTULO III**

#### **Agentes de la edificación**

##### **Artículo 8. Concepto**

Son agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones vendrán determinadas por lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

##### **Artículo 9. El promotor.**

1. Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

2. Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Suscribir los seguros previstos en el artículo 19.
- e) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### **Artículo 10. *El proyectista.***

1. El proyectista es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de esta Ley, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

2. Son obligaciones del proyectista:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) del apartado 1 del artículo 2, la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) del apartado 1 del artículo 2, la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios comprendidos en el grupo e) del apartado 1 del artículo 2, la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

Idénticos criterios se seguirán respecto de los proyectos de obras a las que se refieren los apartados 2.b) y 2.c) del artículo 2 de esta Ley.

En todo caso y para todos los grupos, en los aspectos concretos correspondientes a sus especialidades y competencias específicas, y en particular respecto de los elementos complementarios a que se refiere el apartado 3 del artículo 2, podrán asimismo intervenir otros técnicos titulados del ámbito de la arquitectura o de la ingeniería, suscribiendo los trabajos por ellos realizados y coordinados por el proyectista. Dichas intervenciones especializadas serán preceptivas, si así lo establece la disposición legal reguladora del sector de actividad de que se trate.

- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

### **Artículo 11. *El constructor.***

1. El constructor es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.

2. Son obligaciones del constructor:

a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.

c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.

d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

e) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.

f) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.

g) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.

h) Suscribir las garantías previstas en el artículo 19.

### **Artículo 12. *El director de obra.***

1. El director de obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

2. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

3. Son obligaciones del director de obra:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

En el caso de la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) del apartado 1 del artículo 2, la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando las obras a realizar tengan por objeto la construcción de las edificaciones indicadas en el grupo b) del apartado 1 del artículo 2, la titulación habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

Cuando las obras a realizar tengan por objeto la construcción de las edificaciones indicadas en el grupo e) del apartado 1 del artículo 2, la titulación habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.



Idénticos criterios se seguirán respecto de las obras a las que se refieren los apartados 2.b) y 2.c) del artículo 2 de esta Ley.

b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

c) Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

d) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

e) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

f) Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

g) Las relacionadas en el artículo 13, en aquellos casos en los que el director de la obra y el director de la ejecución de la obra sea el mismo profesional, si fuera ésta la opción elegida, de conformidad con lo previsto en el apartado 2.a) del artículo 13.

### **Artículo 13. *El director de la ejecución de la obra.***

1. El director de la ejecución de la obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

2. Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

Cuando las obras a realizar tengan por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) del apartado 1 del artículo 2, la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto técnico. Será ésta, asimismo, la titulación habilitante para las obras del grupo b) que fueran dirigidas por arquitectos.

En los demás casos la dirección de la ejecución de la obra puede ser desempeñada, indistintamente, por profesionales con la titulación de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico.

b) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

c) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos, y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

d) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.

e) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

f) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

### **Artículo 14. *Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.***

1. Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

2. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

3. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### **Artículo 15. *Los suministradores de productos.***

1. Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

2. Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

3. Son obligaciones del suministrador:

a) Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

b) Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### **Artículo 16. *Los propietarios y usuarios.***

1. Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

2. Son obligaciones de los usuarios, sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento, contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

### **CAPÍTULO IV**

#### **Responsabilidades y garantías**

#### **Artículo 17. *Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación.***

1. Sin perjuicio de sus responsabilidades contractuales, las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o parte de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

a) Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del apartado 1, letra c), del artículo 3.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

2. La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones propios, como por actos u omisiones de personas por las que, con arreglo a esta Ley, se deba responder.

3. No obstante, cuando no pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

4. Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en esta Ley se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

5. Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

6. El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

Asimismo, el constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por las deficiencias de los productos de construcción adquiridos o aceptados por él, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

7. El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

8. Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquéllos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

9. Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

#### **Artículo 18. Plazos de prescripción de las acciones.**

1. Las acciones para exigir la responsabilidad prevista en el artículo anterior por daños materiales dimanantes de los vicios o defectos, prescribirán en el plazo de dos años a contar desde que se produzcan dichos daños, sin perjuicio de las acciones que puedan subsistir para exigir responsabilidades por incumplimiento contractual.

2. La acción de repetición que pudiese corresponder a cualquiera de los agentes que intervienen en el proceso de edificación contra los demás, o a los aseguradores contra ellos, prescribirá en el plazo de dos años desde la firmeza de la resolución judicial que condene al responsable a indemnizar los daños, o a partir de la fecha en la que se hubiera procedido a la indemnización de forma extrajudicial.

#### **Artículo 19. Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción.**

1. El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación comprendidas en el artículo 2 de esta Ley se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establezca en aplicación de la disposición adicional segunda, teniendo como referente a las siguientes garantías:

a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5 por 100 del importe de la ejecución material de la obra.

b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del apartado 1, letra c), del artículo 3.

c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

2. Los seguros de daños materiales reunirán las condiciones siguientes:

a) Tendrá la consideración de tomador del seguro el constructor en el supuesto a) del apartado 1 y el promotor, en los supuestos b) y c) del mismo apartado, y de asegurados el propio promotor y los sucesivos adquirentes del edificio o de parte del mismo. El promotor podrá pactar expresamente con el constructor que éste sea tomador del seguro por cuenta de aquél.

b) La prima deberá estar pagada en el momento de la recepción de la obra. No obstante, en caso de que se hubiera pactado el fraccionamiento en períodos siguientes a la fecha de recepción, la falta de pago de las siguientes fracciones de prima no dará derecho al asegurador a resolver el contrato, ni éste quedará extinguido, ni la cobertura del asegurador suspendida, ni éste liberado de su obligación, caso de que el asegurado deba hacer efectiva la garantía.

c) No será de aplicación la normativa reguladora de la cobertura de riesgos extraordinarios sobre las personas y los bienes contenida en el artículo 4 de la Ley 21/1990, de 19 de diciembre.

3. Los seguros de caución reunirán las siguientes condiciones:

a) Las señaladas en los apartados 2.a) y 2.b) de este artículo. En relación con el apartado 2.a), los asegurados serán siempre los sucesivos adquirentes del edificio o de parte del mismo.

b) El asegurador asume el compromiso de indemnizar al asegurado al primer requerimiento.

c) El asegurador no podrá oponer al asegurado las excepciones que puedan corresponderle contra el tomador del seguro.

4. Una vez tomen efecto las coberturas del seguro, no podrá rescindirse ni resolverse el contrato de mutuo acuerdo antes del transcurso del plazo de duración previsto en el apartado 1 de este artículo.

5. El importe mínimo del capital asegurado será el siguiente:

a) El 5 por 100 del coste final de la ejecución material de la obra, incluidos los honorarios profesionales, para las garantías del apartado 1.a) de este artículo.

b) El 30 por 100 del coste final de la ejecución material de la obra, incluidos los honorarios profesionales, para las garantías del apartado 1.b) de este artículo.

c) El 100 por 100 del coste final de la ejecución material de la obra, incluidos los honorarios profesionales, para las garantías del apartado 1.c) de este artículo.

6. El asegurador podrá optar por el pago de la indemnización en metálico que corresponda a la valoración de los daños o por la reparación de los mismos.

7. El incumplimiento de las anteriores normas sobre garantías de suscripción obligatoria implicará, en todo caso, la obligación de responder personalmente al obligado a suscribir las garantías.

8. Para las garantías a que se refiere el apartado 1.a) de este artículo no serán admisibles cláusulas por las cuales se introduzcan franquicias o limitación alguna en la responsabilidad del asegurador frente al asegurado.

En el caso de que en el contrato de seguro a que se refieren los apartados 1.b) y 1.c) de este artículo se establezca una franquicia, ésta no podrá exceder del 1 por 100 del capital asegurado de cada unidad registral.

9. Salvo pacto en contrario, las garantías a que se refiere esta Ley no cubrirán:

a) Los daños corporales u otros perjuicios económicos distintos de los daños materiales que garantiza la Ley.

b) Los daños ocasionados a inmuebles contiguos o adyacentes al edificio.

c) Los daños causados a bienes muebles situados en el edificio.

d) Los daños ocasionados por modificaciones u obras realizadas en el edificio después de la recepción, salvo las de subsanación de los defectos observados en la misma.

e) Los daños ocasionados por mal uso o falta de mantenimiento adecuado del edificio.

f) Los gastos necesarios para el mantenimiento del edificio del que ya se ha hecho la recepción.

g) Los daños que tengan su origen en un incendio o explosión, salvo por vicios o defectos de las instalaciones propias del edificio.

h) Los daños que fueran ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

i) Los siniestros que tengan su origen en partes de la obra sobre las que haya reservas recogidas en el acta de recepción, mientras que tales reservas no hayan sido subsanadas y las subsanaciones queden reflejadas en una nueva acta suscrita por los firmantes del acta de recepción.

#### **Artículo 20. Requisitos para la escrituración a inscripción.**

1. No se autorizarán ni se inscribirán en el Registro de la Propiedad escrituras públicas de declaración de obra nueva de edificaciones a las que sea de aplicación esta Ley, sin que se acredite y testimonie la constitución de las garantías a que se refiere el artículo 19.

2. Cuando no hayan transcurrido los plazos de prescripción de las acciones a que se refiere el artículo 18, no se cerrará en el Registro Mercantil la hoja abierta al promotor individual ni se inscribirá la liquidación de las sociedades promotoras sin que se acredite previamente al Registrador la constitución de las garantías establecidas por esta Ley, en relación con todas y cada una de las edificaciones que hubieran promovido.

#### **Disposición adicional primera. Percepción de cantidades a cuenta del precio durante la construcción.**

La percepción de cantidades anticipadas en la edificación por los promotores o gestores se cubrirá mediante un seguro que indemnice el incumplimiento del contrato en forma análoga a lo dispuesto en la Ley 57/1968, de 27 de julio, sobre percepción de cantidades anticipadas en la construcción y venta de viviendas. Dicha Ley, y sus disposiciones complementarias, se aplicarán en el caso de viviendas con las siguientes modificaciones:

- a) La expresada normativa será de aplicación a la promoción de toda clase de viviendas, incluso a las que se realicen en régimen de comunidad de propietarios o sociedad cooperativa.
- b) La garantía que se establece en la citada Ley 57/1968 se extenderá a las cantidades entregadas en efectivo o mediante cualquier efecto cambiario, cuyo pago se domiciliará en la cuenta especial prevista en la referida Ley.
- c) La devolución garantizada comprenderá las cantidades entregadas más los intereses legales del dinero vigentes hasta el momento en que se haga efectiva la devolución.
- d) Las multas por incumplimiento a que se refiere el párrafo primero del artículo 6 de la citada Ley, se impondrán por las Comunidades Autónomas, en cuantía, por cada infracción, de hasta el 25 por 100 de las cantidades cuya devolución deba ser asegurada o por lo dispuesto en la normativa propia de las Comunidades Autónomas.

**Disposición adicional segunda. *Obligatoriedad de las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos en la construcción.***

Uno. La garantía contra los daños materiales a que se refiere el apartado 1.c) del artículo 19 de esta Ley será exigible, a partir de su entrada en vigor, para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda.

Dos. Mediante Real Decreto podrá establecerse la obligatoriedad de suscribir las garantías previstas en los apartados 1.a) y 1.b) del citado artículo 19, para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda. Asimismo, mediante Real Decreto podrá establecerse la obligatoriedad de suscribir cualquiera de las garantías previstas en el artículo 19, para edificios destinados a cualquier uso distinto del de vivienda.

**Disposición adicional tercera. *Intervenciones en el proceso de la edificación de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos en el ámbito de la Defensa.***

Los miembros de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos, cuando intervengan en la realización de edificaciones o instalaciones afectas a la Defensa, se registrarán en lo que se refiere a su capacidad profesional por la Ley 17/1999, de 18 de mayo, de Régimen del Personal de las Fuerzas Armadas, y disposiciones reglamentarias de desarrollo.

**Disposición adicional cuarta. *Coordinador de seguridad y salud.***

Las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para desempeñar la función de coordinador de seguridad y salud en obras de edificación, durante la elaboración del proyecto y la ejecución de la obra, serán las de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, de acuerdo con sus competencias y especialidades.

**Disposición adicional quinta. *Regulación del derecho de reversión.***

Los artículos 54 y 55 de la Ley de Expropiación Forzosa, de 16 de diciembre de 1954, quedan redactados de la manera siguiente:

«Artículo 54.

1. En el caso de no ejecutarse la obra o no establecerse el servicio que motivó la expropiación, así como si hubiera alguna parte sobrante de los bienes expropiados, o desapareciera la afectación, el primitivo dueño o sus causahabientes podrán recobrar la totalidad o la parte sobrante de lo expropiado, mediante el abono a quien fuera su titular de la indemnización que se determina en el artículo siguiente.

2. No habrá derecho de reversión, sin embargo, en los casos siguientes:

a) Cuando simultáneamente a la desafectación del fin que justificó la expropiación se acuerde justificadamente una nueva afectación a otro fin que haya sido declarado de utilidad pública o interés social. En este supuesto la

Administración dará publicidad a la sustitución, pudiendo el primitivo dueño o sus causahabientes alegar cuanto estimen oportuno en defensa de su derecho a la reversión, si consideran que no concurren los requisitos exigidos por la ley, así como solicitar la actualización del justiprecio si no se hubiera ejecutado la obra o establecido el servicio inicialmente previstos.

b) Cuando la afectación al fin que justificó la expropiación o a otro declarado de utilidad pública o interés social se prolongue durante diez años desde la terminación de la obra o el establecimiento del servicio.

3. Cuando de acuerdo con lo establecido en los apartados anteriores de este artículo proceda la reversión, el plazo para que el dueño primitivo o sus causahabientes puedan solicitarla será el de tres meses, a contar desde la fecha en que la Administración hubiera notificado el exceso de expropiación, la desafectación del bien o derecho expropiados o su propósito de no ejecutar la obra o de no implantar el servicio.

En defecto de esta notificación, el derecho de reversión podrá ejercitarse por el expropiado y sus causahabientes en los casos y con las condiciones siguientes:

a) Cuando se hubiera producido un exceso de expropiación o la desafectación del bien o derecho expropiados y no hubieran transcurrido veinte años desde la toma de posesión de aquéllos.

b) Cuando hubieran transcurrido cinco años desde la toma de posesión del bien o derecho expropiados sin iniciarse la ejecución de la obra, o la implantación del servicio.

c) Cuando la ejecución de la obra o las actuaciones para el establecimiento del servicio estuvieran suspendidas más de dos años por causas imputables a la Administración o al beneficiario de la expropiación sin que se produjera por parte de éstos ningún acto expreso para su reanudación

4. La competencia para resolver sobre la reversión corresponderá a la Administración en cuya titularidad se halle el bien o derecho en el momento en que se solicite aquélla o a la que se encuentre vinculado el beneficiario de la expropiación, en su caso, titular de los mismos.

5. En las inscripciones en el Registro de la Propiedad del dominio y demás derechos reales sobre bienes inmuebles adquiridos por expropiación forzosa se hará constar el derecho preferente de los reversionistas frente a terceros posibles adquirentes para recuperar el bien o derecho expropiados de acuerdo con lo dispuesto en este artículo y en el siguiente, sin cuya constancia registral el derecho de reversión no será oponible a los terceros adquirentes que hayan inscrito los títulos de sus respectivos derechos conforme a lo previsto en la Ley Hipotecaria.

#### Artículo 55.

1. Es presupuesto del ejercicio del derecho de reversión la restitución de la indemnización expropiatoria percibido por el expropiado, actualizada conforme a la evolución del índice de precios al consumo en el período comprendido entre la fecha de iniciación del expediente de justiprecio y la de ejercicio del derecho de reversión. La determinación de este importe se efectuará por la Administración en el mismo acuerdo que reconozca el derecho de reversión.

2. Por excepción, si el bien o derecho expropiado hubiera experimentado cambios en su calificación jurídica que condicionaran su valor o hubieran incorporado mejoras aprovechables por el titular de aquel derecho o sufrido menoscabo de valor, se procederá a una nueva valoración del mismo, referida a la fecha de ejercicio del derecho, fijada con arreglo a las normas contenidas en el capítulo III del Título II de esta Ley.

3. La toma de posesión del bien o derecho revertido no podrá tener lugar sin el previo pago o consignación del importe resultante conforme a los apartados anteriores. Dicho pago o consignación deberá tener lugar en el plazo máximo de tres meses desde su determinación en vía administrativa, bajo pena de caducidad del derecho de reversión y sin perjuicio de la interposición de recurso contencioso-administrativo. En este último caso, las diferencias que pudieran resultar de la sentencia que se dicte deberán, asimismo, satisfacerse o reembolsarse, según proceda, incrementadas con los intereses devengados al tipo de interés legal desde la fecha del primer pago en el plazo de tres meses desde la notificación de la sentencia bajo pena de caducidad del derecho de reversión en el primer supuesto.»

**Disposición adicional sexta. *Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.***

El artículo 2, apartado a), del Real Decreto-ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación, quedará redactado de la siguiente manera:

«a) A todos los edificios y conjuntos inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de julio, de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de abril.»

**Disposición adicional séptima. *Solicitud de la demanda de notificación a otros agentes.***

Quien resulte demandado por ejercitarse contra él acciones de responsabilidad basadas en las obligaciones resultantes de su intervención en el proceso de la edificación previstas en la presente Ley, podrá solicitar, dentro del plazo que la Ley de Enjuiciamiento Civil concede para contestar a la demanda, que ésta se notifique a otro u otros agentes que también hayan tenido intervención en el referido proceso.

La notificación se hará conforme a lo establecido para el emplazamiento de los demandados e incluirá la advertencia expresa a aquellos otros agentes llamados al proceso de que, en el supuesto de que no comparecieren, la sentencia que se dicte será oponible y ejecutable frente a ellos.

**Disposición transitoria primera.**

Lo dispuesto en esta Ley, salvo en materia de expropiación forzosa en que se estará a lo establecido en la disposición transitoria segunda, será de aplicación a las obras de nueva construcción y a obras en los edificios existentes, para cuyos proyectos se solicite la correspondiente licencia de edificación, a partir de su entrada en vigor.

**Disposición transitoria segunda.**

Lo establecido en la disposición adicional quinta no será de aplicación a aquellos bienes y derechos sobre los que, a la entrada en vigor de la Ley, se hubiera presentado la solicitud de reversión.

**Disposición derogatoria primera.**

Quedan derogadas todas las disposiciones de igual o inferior rango que se opongan a lo dispuesto en esta Ley.

**Disposición derogatoria segunda.**

Los artículos 64 a 70 del Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa, aprobado por Decreto de 26 de abril de 1957, seguirán vigentes en cuanto no se opongan o resulten compatibles con lo establecido en la disposición adicional quinta.

**Disposición final primera. *Fundamento constitucional***

Esta Ley se dicta al amparo de la competencia que corresponde al Estado de conformidad con los artículos de la Constitución siguientes:

- a) El artículo 149.1.6.<sup>a</sup>, 8.<sup>a</sup> y 30.<sup>a</sup> en relación con las materias civiles y mercantiles de los capítulos I y II y con las obligaciones de los agentes de la edificación y atribuciones derivadas del ejercicio de las profesiones establecidas en el capítulo III, sin perjuicio de los derechos civiles, forales o especiales existentes en determinadas Comunidades Autónomas.
- b) El artículo 149.1.16.<sup>a</sup>, 21.<sup>a</sup>, 23.<sup>a</sup> y 25.<sup>a</sup> para el artículo 3.
- c) El artículo 149.1.6.<sup>a</sup>, 8.<sup>a</sup> y 11.<sup>a</sup> para el capítulo IV.
- d) El artículo 149.1.18.<sup>a</sup> para la disposición adicional quinta.



Lo dispuesto en esta Ley será de aplicación sin perjuicio de las competencias legislativas y de ejecución que tengan asumidas las Comunidades Autónomas en este ámbito.

**Disposición final segunda. *Autorización al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación.***

Se autoriza al Gobierno para que, mediante Real Decreto y en el plazo de dos años a contar desde la entrada en vigor de esta Ley, apruebe un Código Técnico de la Edificación que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos establecidos en el artículo 3, apartados 1.b) y 1.c).

Hasta su aprobación, para satisfacer estos requisitos básicos se aplicarán las normas básicas de la edificación-NBE que regulan las exigencias técnicas de los edificios y que se enumeran a continuación:

NBE CT-79 Condiciones térmicas en los edificios.  
NBE CA-88 Condiciones acústicas en los edificios.  
NBE AE-88 Acciones en la edificación.  
NBE FL-90 Muros resistentes de fábrica de ladrillo.  
NBE QB-90 Cubiertas con materiales bituminosos.  
NBE EA-95 Estructuras de acero en edificación.  
NBE CPI-96 Condiciones de protección contra incendios en los edificios.

Asimismo, se aplicará el resto de la reglamentación técnica de obligado cumplimiento que regule alguno de los requisitos básicos establecidos en el artículo 3.

**Disposición final tercera. *Adaptación del Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa.***

El Gobierno, en un plazo de seis meses, adaptará la sección 4.ª del capítulo IV del Título II del Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa a lo dispuesto en esta Ley.

**Disposición final cuarta. *Entrada en vigor.***

Esta Ley entrará en vigor a los seis meses de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado», salvo sus disposiciones adicional quinta, transitoria segunda, derogatoria primera por lo que se refiere a la legislación en materia de expropiación forzosa, derogatoria segunda, y final tercera que entrarán en vigor el día siguiente al de dicha publicación.

Por tanto,

Mando a todos los españoles, particulares y autoridades, que guarden y hagan guardar esta Ley.

Madrid, 5 de noviembre de 1999.

JUAN CARLOS R.

El Presidente del Gobierno,  
JOSÉ MARIA AZNAR LÓPEZ

# Reglamento Electrotécnico para Baja tensión 2002

## ÍNDICE

Real Decreto 842/2002

Reglamento Electrotécnico para Baja tensión

- ITC-BT-01 Terminología.
- ITC-BT-02 Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.
- ITC-BT-03 Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.
- ITC-BT-04 Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.
- ITC-BT-05 Verificaciones e inspecciones.
- ITC-BT-06 Redes aéreas para distribución en baja tensión.
- ITC-BT-07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
- ITC-BT-08 Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-09 Instalaciones de alumbrado exterior.
- ITC-BT-10 Previsión de cargas para suministros en baja tensión.
- ITC-BT-11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.
- ITC-BT-12 Instalaciones de enlace. Esquemas.
- ITC-BT-13 Instalaciones de enlace. Casas generales de protección.
- ITC-BT-14 Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.
- ITC-BT-15 Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.
- ITC-BT-16 Instalaciones de enlace. Contadores: ubicación y sistemas de instalación.
- ITC-BT-17 Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.
- ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-19 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT-20 Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT-21 Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT-22 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-23 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
- ITC-BT-25 Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.
- ITC-BT-26 Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.
- ITC-BT-27 Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
- ITC-BT-28 Instalaciones en locales de pública concurrencia.
- ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
- ITC-BT-30 Instalaciones en locales de características especiales.
- ITC-BT-31 Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.
- ITC-BT-32 Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.
- ITC-BT-33 Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.
- ITC-BT-34 Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands.
- ITC-BT-35 Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.
- ITC-BT-36 Instalaciones a muy baja tensión.
- ITC-BT-37 Instalaciones a tensiones especiales.
- ITC-BT-38 Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.
- ITC-BT-39 Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado.
- ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión.
- ITC-BT-41 Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas.
- ITC-BT-42 Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.

- ITC-BT-43 Instalación de receptores. Prescripciones generales.
- ITC-BT-44 Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.
- ITC-BT-45 Instalación de receptores. Aparatos de caldeo.
- ITC-BT-46 Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas.
- ITC-BT-47 Instalación de receptores. Motores.
- ITC-BT-48 Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.
- ITC-BT-49 Instalaciones eléctricas en muebles.
- ITC-BT-50 Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas.
- ITC-BT-51 Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

# MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

18099 *REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.*

El vigente Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, supuso un considerable avance en materia de reglas técnicas y estableció un esquema normativo, basado en un reglamento marco y unas instrucciones complementarias, las cuales desarrollaban aspectos específicos, que se reveló altamente eficaz, de modo que otros muchos reglamentos se realizaron con análogo formato.

No obstante, la evolución tanto del caudal técnico como de las condiciones legales ha provocado, al fin y a la postre, también en este reglamento, un alejamiento de las bases con que fue elaborado, por lo cual resulta necesaria su actualización.

La Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, establece el nuevo marco jurídico en el que, obviamente, se desenvuelve la reglamentación sobre seguridad industrial. El apartado 5 de su artículo 12 señala que «los reglamentos de seguridad industrial de ámbito estatal se aprobarán por el Gobierno de la Nación, sin perjuicio de que las Comunidades Autónomas, con competencia legislativa sobre industria, puedan introducir requisitos adicionales sobre las mismas materias cuando se trate de instalaciones radicadas en su territorio».

Por otro lado, el Tratado de Adhesión de España a la Comunidad Económica Europea impuso el cumplimiento de las obligaciones derivadas de su tratado constitutivo y sucesivas modificaciones.

El conjunto normativo establecido por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), con origen en los organismos internacionales de normalización electrotécnica, como la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) o el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), pone a disposición de las partes interesadas instrumentos técnicos avalados por una amplia experiencia y consensuados por los sectores directamente implicados, lo que facilita la ejecución homogénea de las instalaciones y los intercambios comerciales.

El Reglamento que se aprueba mediante el presente Real Decreto y sus instrucciones técnicas complementarias mantiene el esquema citado y, en la medida de lo posible, el ordenamiento del Reglamento anterior, para facilitar la transición.

La mayor novedad del Reglamento consiste en la remisión a normas, en la medida que se trate de prescripciones de carácter eminentemente técnico y, especialmente, características de los materiales. Dado que dichas normas proceden en su mayor parte de las normas europeas EN e internacionales CEI, se consigue rápidamente disponer de soluciones técnicas en sintonía con lo aplicado en los países más avanzados y que reflejan un alto grado de consenso en el sector.

Para facilitar su puesta al día, en el texto de las instrucciones únicamente se citan dichas normas por sus números de referencia, sin el año de edición. En una Instrucción a tal propósito se recoge toda la lista de las normas, esta vez con el año de edición, a fin de que cuando aparezcan nuevas versiones se puedan hacer los respectivos cambios en dicha lista, quedando automáticamente actualizadas en el texto dispositivo, sin necesidad de otra intervención. En ese momento tam-

bién se pueden establecer los plazos para la transición entre las versiones, de tal manera que los fabricantes y distribuidores de material eléctrico puedan dar salida en un tiempo razonable a los productos fabricados de acuerdo con la versión de la norma anulada.

En línea con la reglamentación europea, las prescripciones establecidas por el propio Reglamento se considera que alcanzan los objetivos mínimos de seguridad exigibles en cada momento, de acuerdo con el estado de la técnica, pero también se admiten otras ejecuciones cuya equivalencia con dichos niveles de seguridad se demuestre por el diseñador de la instalación.

Por otro lado, a diferencia del anterior, el Reglamento que ahora se aprueba permite que se puedan conceder excepciones a sus prescripciones en los casos en que se justifique debidamente su imposibilidad material y se aporten medidas compensatorias, lo que evitará situaciones sin salida.

Se definen de manera mucho más precisa las figuras de los instaladores y empresas autorizadas, teniendo en cuenta las distintas formaciones docentes y experiencias obtenidas en este campo. Se establece una categoría básica, para la realización de las instalaciones eléctricas más comunes, y una categoría especialista, con varias modalidades, atendiendo a las instalaciones que presentan peculiaridades relevantes.

Se introducen nuevos tipos de instalaciones: desde las correspondientes a establecimientos agrícolas y hortícolas hasta las de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas en edificios, de acuerdo con las técnicas más modernas, pasando por un nuevo concepto de instalaciones en piscinas, donde se introducen las tensiones que proporcionan seguridad intrínseca, caravanas y parques de caravanas, entre otras.

Se aumenta el número mínimo de circuitos en viviendas, lo que redundará en un mayor confort de las mismas.

Para la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones se requiere en todos los casos la elaboración de una documentación técnica, en forma de proyecto o memoria, según las características de aquéllas, y el registro en la correspondiente Comunidad Autónoma.

Por primera vez en un reglamento de este tipo, se exige la entrega al titular de una instalación de una documentación donde se reflejen sus características fundamentales, trazado, instrucciones y precauciones de uso, etc. Carecía de sentido no proceder de esta manera con una instalación de un inmueble, mientras se proporciona sistemáticamente un libro de instrucciones con cualquier aparato eléctrico de escaso valor económico.

Se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control, en el caso de instalaciones cuya seguridad ofrece particular relevancia, sin obviar que los titulares de las mismas deben mantenerlas en buen estado.

Finalmente, se encarga al centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología la elaboración de una guía, como ayuda a los distintos agentes afectados para la mejor comprensión de las prescripciones reglamentarias.

En la fase de proyecto, la presente disposición ha cumplido el procedimiento de información establecido en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, en aplicación de la Directiva del Consejo 98/34/CEE.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Ciencia y Tecnología, con informe favorable del Ministro de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 2 de agosto de 2002,

## DISPONGO:

Artículo único. *Aprobación del Reglamento electrotécnico para baja tensión.*

Se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51, que se adjuntan al presente Real Decreto.

Disposición transitoria primera. *Carnets profesionales.*

Los titulares de carnets de instalador autorizado o empresa instaladora autorizada, a la fecha de la publicación del presente Real Decreto, dispondrán de dos años, a partir de la entrada en vigor del adjunto Reglamento, para convalidarlos por los correspondientes que se contemplan en la instrucción técnica complementaria ITC-BT 03 del mismo, siempre que no les hubiera sido retirado por sanción, mediante la presentación ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma de una memoria en la que se acredite la respectiva experiencia profesional en las instalaciones eléctricas correspondientes a la categoría o categorías cuya convalidación se solicita, y que cuentan con los medios técnicos y humanos requeridos por la citada ITC-BT 03. A partir de la convalidación, para la renovación de los carnets deberán seguir el procedimiento común fijado en el Reglamento.

Disposición transitoria segunda. *Entidades de formación.*

En tanto no se determinen por las Administraciones educativas las titulaciones académicas y profesionales correspondientes a la formación mínima requerida para el ejercicio de la actividad de instalador, esta formación podrá ser acreditada, sin efectos académicos, a través de la correspondiente certificación expedida por una entidad pública o privada que tenga capacidad para desarrollar actividades formativas en esta materia y cuente con la correspondiente autorización administrativa.

Los requisitos de las entidades de formación serán establecidos mediante la correspondiente Orden ministerial.

Disposición transitoria tercera. *Instalaciones en fase de tramitación en la fecha de entrada en vigor del Reglamento.*

Se permitirá una prórroga de dos años, a partir de la entrada en vigor del reglamento anexo, para la ejecución de aquellas instalaciones cuya documentación técnica haya sido presentada antes de dicha entrada en vigor ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma y fuera conforme a lo dispuesto en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, sus instrucciones técnicas complementarias y todas las disposiciones que los desarrollan y modifican.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

A la entrada en vigor del adjunto Reglamento, quedará derogado el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, sus instrucciones técnicas complementarias y todas las disposiciones que los desarrollan y modifican.

Disposición final primera. *Habilitación normativa.*

El presente Real Decreto se dicta al amparo del título competencial establecido en la disposición final única

de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, en concreto, de las competencias que corresponden al Estado conforme al artículo 149.1.1.<sup>a</sup> y 13.<sup>a</sup> de la Constitución, relativas a la regulación de las condiciones básicas que garanticen la igualdad de todos los españoles en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales, así como sobre las bases y condiciones de la planificación general de la actividad económica.

Disposición final segunda. *Habilitación al Ministro Ciencia y Tecnología.*

Se faculta al Ministro de Ciencia y Tecnología para que, en atención al desarrollo tecnológico y a petición de parte interesada, pueda establecer, con carácter general y provisional, prescripciones técnicas, diferentes de las previstas en el Reglamento o sus instrucciones técnicas complementarias (ITCs), que posibiliten un nivel de seguridad al menos equivalente a las anteriores, en tanto se procede a la modificación de los mismos.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El Reglamento electrotécnico para baja tensión, adjunto al presente Real Decreto, entrará en vigor, con carácter obligatorio, para todas las instalaciones contempladas en su ámbito de aplicación, al año de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado». No obstante, podrá aplicarse, voluntariamente, desde la fecha de dicha publicación.

Dado en Palma de Mallorca a 2 de agosto de 2002.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Ciencia y Tecnología,  
JOSEP PIQUÉ I CAMPS

[En suplemento aparte se publican el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.]



# BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

AÑO CCCXLII • MIÉRCOLES 18 DE SEPTIEMBRE DE 2002 • SUPLEMENTO DEL NÚMERO 224

ESTE SUPLEMENTO CONSTA DE DOS FASCÍCULOS

FASCÍCULO PRIMERO

## MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**18099** *REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.*

*Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.*



MINISTERIO  
DE LA PRESIDENCIA

## REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN

### Artículo 1. Objeto.

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

- a) Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- b) Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- c) Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

### Artículo 2. Campo de aplicación.

1. El presente Reglamento se aplicará a las instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:

- a) Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 voltios.
- b) Corriente continua: igual o inferior a 1.500 voltios.

2. El presente Reglamento se aplicará:

- a) A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus ampliaciones.
- b) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones de importancia, reparaciones de importancia y a sus ampliaciones.
- c) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente al régimen de inspecciones, si bien los criterios técnicos aplicables en dichas inspecciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.

Se entenderá por modificaciones o reparaciones de importancia las que afectan a más del 50 por 100 de la potencia instalada. Igualmente se considerará modificación de importancia la que afecte a líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros, aun con reducción de potencia.

3. Asimismo, se aplicará a las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o los bienes, o se produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones, a juicio del órgano competente de la Comunidad Autónoma.

4. Se excluyen de la aplicación de este Reglamento las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, material de tracción, automóviles, navíos, aeronaves, sistemas de comunicación, y los usos militares y demás instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

5. Las prescripciones del presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias (en adelante ITCs) son de carácter general unas, y específico, otras. Las específicas sustituirán, modificarán o complementarán a las generales, según los casos.

6. No se aplicarán las prescripciones generales, sino únicamente prescripciones específicas, que serán objeto de las correspondientes ITCs, a las instalaciones o equipos que utilizan «muy baja tensión» (hasta 50 V en corriente alterna y hasta 75 V en corriente continua), por ejemplo las redes informáticas y similares, siempre que su fuente de energía sea autónoma, no se alimenten de redes destinadas a otros suministros, o que tales instalaciones sean absolutamente independientes de las redes de baja tensión con valores por encima de los fijados para tales pequeñas tensiones.

### Artículo 3. Instalación eléctrica.

Se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

### Artículo 4. Clasificación de las tensiones. Frecuencia de las redes.

1. A efectos de aplicación de las prescripciones del presente Reglamento, las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican, según las tensiones nominales que se les asignen, en la forma siguiente:

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio aritmético)
Muy baja tensión .	$Un \leq 50V$	$Un \leq 75V$
Tensión usual . . . . .	$50 < Un \leq 500V$	$75 < Un \leq 750V$
Tensión especial .	$500 < Un \leq 1000V$	$750 < Un \leq 1500V$

2. Las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

- a) 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.
- b) 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores,

3. Cuando en las instalaciones no pueda utilizarse alguna de las tensiones normalizadas en este Reglamento, porque deban conectarse a o derivar de otra instalación con tensión diferente, se condicionará su inscripción a que la nueva instalación pueda ser utilizada en el futuro con la tensión normalizada que pueda preverse.

4. La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.
5. Podrán utilizarse otras tensiones y frecuencias, previa autorización motivada del órgano competente de



la Administración Pública, cuando se justifique ante el mismo su necesidad, no se produzcan perturbaciones significativas en el funcionamiento de otras instalaciones y no se menoscabe el nivel de seguridad para las personas y los bienes.

#### Artículo 5. *Perturbaciones en las redes.*

Las instalaciones de baja tensión que pudieran producir perturbaciones sobre las telecomunicaciones, las redes de distribución de energía o los receptores, deberán estar dotadas de los adecuados dispositivos protectores, según se establece en las disposiciones vigentes relativas a esta materia.

#### Artículo 6. *Equipos y materiales.*

1. Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y para la finalidad que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente Reglamento. En particular, se incluirán junto con los equipos y materiales las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- a) Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- b) Marca y modelo.
- c) Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- d) Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

2. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas verificarán el cumplimiento de las exigencias técnicas de los materiales y equipos sujetos a este Reglamento. La verificación podrá efectuarse por muestreo.

#### Artículo 7. *Coincidencia con otras tensiones.*

Si en una instalación eléctrica de baja tensión se encuentran integrados circuitos o elementos sometidos a tensiones superiores a los límites definidos en este Reglamento, en ausencia de indicación específica en éste, se deberá cumplir con lo establecido en los reglamentos que regulen las instalaciones a dichas tensiones.

#### Artículo 8. *Redes de distribución.*

1. Las instalaciones de servicio público o privado cuya finalidad sea la distribución de energía eléctrica se definirán:

- a) Por los valores de la tensión entre fase o conductor polar y tierra y entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones unidas directamente a tierra.
- b) Por el valor de la tensión entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones no unidas directamente a tierra.

2. Las intensidades de la corriente eléctrica admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en las mismas.

#### Artículo 9. *Instalaciones de alumbrado exterior.*

Se considerarán instalaciones de alumbrado exterior las que tienen por finalidad la iluminación de las vías

de circulación o comunicación y las de los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público.

Las condiciones que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior serán las correspondientes a su peculiar situación de intemperie y, por el riesgo que supone, el que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles.

#### Artículo 10. *Tipos de suministro.*

1. A efectos del presente Reglamento, los suministros se clasifican en normales y complementarios.

A) Suministros normales son los efectuados a cada abonado por una sola empresa distribuidora por la totalidad de la potencia contratada por el mismo y con un solo punto de entrega de la energía.

B) Suministros complementarios o de seguridad son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas diferentes o por la misma empresa, cuando se disponga, en el lugar de utilización de la energía, de medios de transporte y distribución independientes, o por el usuario mediante medios de producción propios. Se considera suministro complementario aquel que, aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión. Se clasifican en suministro de socorro, suministro de reserva y suministro duplicado:

a) Suministro de socorro es el que está limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15 por 100 del total contratado para el suministro normal.

b) Suministro de reserva es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

c) Suministro duplicado es el que es capaz de mantener un servicio mayor del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

2. Las instalaciones previstas para recibir suministros complementarios deberán estar dotadas de los dispositivos necesarios para impedir un acoplamiento entre ambos suministros, salvo lo prescrito en las instrucciones técnicas complementarias. La instalación de esos dispositivos deberá realizarse de acuerdo con la o las empresas suministradoras. De no establecerse ese acuerdo, el órgano competente de la Comunidad Autónoma resolverá lo que proceda en un plazo máximo de 15 días hábiles, contados a partir de la fecha en que le sea formulada la consulta.

3. Además de los señalados en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas podrán fijar, en cada caso, los establecimientos industriales o dedicados a cualquier otra actividad que, por sus características y circunstancias singulares, hayan de disponer de suministro de socorro, de reserva o suministro duplicado.

4. Si la empresa suministradora que ha de facilitar el suministro complementario se negara a realizarlo o no hubiera acuerdo con el usuario sobre las condiciones técnico-económicas propuestas, el órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá resolver lo que proceda, en el plazo de quince días hábiles, a partir de la fecha de presentación de la controversia.

**Artículo 11. Locales de características especiales.**

Se establecerán en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias prescripciones especiales, con base en las condiciones particulares que presentan, en los denominados «locales de características especiales», tales como los locales y emplazamientos mojados o en los que exista atmósfera húmeda, gases o polvos de materias no inflamables o combustibles, temperaturas muy elevadas o muy bajas en relación con las normales, los que se dediquen a la conservación o reparación de automóviles, los que estén afectos a los servicios de producción o distribución de energía eléctrica; en las instalaciones donde se utilicen las denominadas tensiones especiales, las que se realicen con carácter provisional o temporal, las instalaciones para piscinas, otras señaladas específicamente en las ITC y, en general, todas aquellas donde sea necesario mantener instalaciones eléctricas en circunstancias distintas a las que pueden estimarse como de riesgo normal, para la utilización de la energía eléctrica en baja tensión.

**Artículo 12. Ordenación de cargas.**

Se establecerán en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias prescripciones relativas a la ordenación de las cargas previsibles para cada una de las agrupaciones de consumo de características semejantes, tales como edificios dedicados principalmente a viviendas, edificios comerciales, de oficinas y de talleres para industrias, basadas en la mejor utilización de las instalaciones de distribución de energía eléctrica.

Antes de iniciar las obras, los titulares de edificaciones en proyecto de construcción deberán facilitar a la empresa suministradora toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder adecuar con antelación suficiente el crecimiento de sus redes y las previsiones de cargas en sus centros de transformación.

**Artículo 13. Reserva de local.**

En lo relativo a la reserva de local se seguirán las prescripciones recogidas en la reglamentación por la que se regulen las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

**Artículo 14. Especificaciones particulares de las empresas suministradoras.**

Las empresas suministradoras podrán proponer especificaciones sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas generales de alimentación, instalaciones de contadores y derivaciones individuales, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en las redes de distribución y las instalaciones de los abonados.

Dichas especificaciones deberán ajustarse, en cualquier caso, a los preceptos del Reglamento, y deberán ser aprobadas por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en caso de aplicarse en más de una Comunidad Autónoma, pudiéndose exigir para ello el dictamen de una entidad competente en la materia. Las normas particulares así aprobadas deberán publicarse en el correspondiente Boletín Oficial.

**Artículo 15. Acometidas e instalaciones de enlace.**

1. Se denomina acometida la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora, que asumirá la inspección y verificación final.

2. Son instalaciones de enlace las que unen la caja general de protección, o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Se componen de: caja general de protección, línea general de alimentación, elementos para la ubicación de contadores, derivación individual, caja para interruptor de control de potencia y dispositivos generales de mando y protección.

Las cajas generales de protección alojan elementos de protección de las líneas generales de alimentación y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Línea general de alimentación es la parte de la instalación que enlaza una caja general de protección con las derivaciones individuales que alimenta.

La derivación individual de un abonado parte de la línea general de alimentación y comprende los aparatos de medida, mando y protección.

3. Las compañías suministradoras facilitarán los valores máximos previsibles de las potencias o corrientes de cortocircuito de sus redes de distribución, con el fin de que el proyectista tenga en cuenta este dato en sus cálculos.

**Artículo 16. Instalaciones interiores o receptoras.**

1. Las instalaciones interiores o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

2. En toda instalación interior o receptora que se proyecte y realice se alcanzará el máximo equilibrio en las cargas que soportan los distintos conductores que forman parte de la misma, y ésta se subdividirá de forma que las perturbaciones originadas por las averías que pudieran producirse en algún punto de ella afecten a una mínima parte de la instalación. Esta subdivisión deberá permitir también la localización de las averías y facilitar el control del aislamiento de la parte de la instalación afectada.

3. Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos. Asimismo, y a efectos de seguridad general, se determinarán las condiciones que deben cumplir dichas instalaciones para proteger de los contactos directos e indirectos.

4. En la utilización de la energía eléctrica para instalaciones receptoras se adoptarán las medidas de seguridad, tanto para la protección de los usuarios como para la de las redes, que resulten proporcionadas a las características y potencia de los aparatos receptores utilizados en las mismas.

5. Además de los preceptos que en virtud del presente y otros reglamentos sean de aplicación a los locales de pública concurrencia, deberán cumplirse medidas y previsiones específicas, en función del riesgo que implica en los mismos un funcionamiento defectuoso de la instalación eléctrica.

### Artículo 17. *Receptores y puesta a tierra.*

Sin perjuicio de las disposiciones referentes a los requisitos técnicos de diseño de los materiales eléctricos, según lo estipulado en el artículo 6, la instalación de los receptores, así como el sistema de protección por puesta a tierra, deberán respetar lo dispuesto en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias.

### Artículo 18. *Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.*

1. Según lo establecido en el artículo 12.3 de la Ley 21/1992, de Industria, la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se condiciona al siguiente procedimiento:

a) Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, según determine la correspondiente ITC, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.

b) La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra, en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.

c) Asimismo, cuando así se determine en la correspondiente ITC, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial por un organismo de control.

d) A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.

e) El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de registrar la referida instalación, recibiendo las copias diligenciadas necesarias para la constancia de cada interesado y solicitud de suministro de energía. Las Administraciones competentes deberán facilitar que éstas documentaciones puedan ser presentadas y registradas por procedimientos informáticos o telemáticos.

2. Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados.

3. La empresa suministradora no podrá conectar la instalación receptora a la red de distribución si no se le entrega la copia correspondiente del certificado de instalación debidamente diligenciado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

4. No obstante lo indicado en el apartado precedente, cuando existan circunstancias objetivas por las cuales sea preciso contar con suministro de energía eléctrica antes de poder culminar la tramitación administrativa de las instalaciones, dichas circunstancias, debidamente justificadas y acompañadas de las garantías para el mantenimiento de la seguridad de las personas y bienes y de la no perturbación de otras instalaciones o equipos, deberán ser expuestas ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, la cual podrá autorizar, mediante resolución motivada, el suministro provisional para atender estrictamente aquellas necesidades.

5. En caso de instalaciones temporales (congresos y exposiciones, con distintos stands, ferias ambulantes,

festejos, verbenas, etc.), el órgano competente de la Comunidad podrá admitir que la tramitación de las distintas instalaciones parciales se realice de manera conjunta. De la misma manera, podrá aceptarse que se sustituya la documentación técnica por una declaración, diligenciada la primera vez por la Administración, en el supuesto de instalaciones realizadas sistemáticamente de forma repetitiva.

### Artículo 19. *Información a los usuarios.*

Como anexo al certificado de instalación que se entregue al titular de cualquier instalación eléctrica, la empresa instaladora deberá confeccionar unas instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la misma. Dichas instrucciones incluirán, en cualquier caso, como mínimo, un esquema unifilar de la instalación con las características técnicas fundamentales de los equipos y materiales eléctricos instalados, así como un croquis de su trazado.

Cualquier modificación o ampliación requerirá la elaboración de un complemento a lo anterior, en la medida que sea necesario.

### Artículo 20. *Mantenimiento de las instalaciones.*

Los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado.

### Artículo 21. *Inspecciones.*

Sin perjuicio de la facultad que, de acuerdo con lo señalado en el artículo 14 de la Ley 21/1992, de Industria, posee la Administración pública competente para llevar a cabo, por sí misma, las actuaciones de inspección y control que estime necesarias, el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de seguridad establecidos por el presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, según lo previsto en el artículo 12.3 de dicha Ley, deberá ser comprobado, en su caso, por un organismo de control autorizado en este campo reglamentario.

A tal fin, la correspondiente instrucción técnica complementaria determinará:

a) Las instalaciones y las modificaciones, reparaciones o ampliaciones de instalaciones que deberán ser objeto de inspección inicial, antes de su puesta en servicio.

b) Las instalaciones que deberán ser objeto de inspección periódica.

c) Los criterios para la valoración de las inspecciones, así como las medidas a adoptar como resultado de las mismas.

d) Los plazos de las inspecciones periódicas.

### Artículo 22. *Instaladores autorizados.*

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad según lo establecido en la correspondiente instrucción técnica complementaria, sin perjuicio de su posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados competentes.

Según lo establecido en el artículo 13.3 de la Ley 21/1992, de Industria, las autorizaciones concedidas por los correspondientes órganos competentes de las Comunidades Autónomas a los instaladores tendrán ámbito estatal.

### Artículo 23. *Cumplimiento de las prescripciones.*

1. Se considerará que las instalaciones realizadas de conformidad con las prescripciones del presente Reglamento proporcionan las condiciones de seguridad que, de acuerdo con el estado de la técnica, son exigibles, a fin de preservar a las personas y los bienes, cuando se utilizan de acuerdo a su destino.

2. Las prescripciones establecidas en el presente Reglamento tendrán la condición de mínimos obligatorios, en el sentido de lo indicado por el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de Industria.

3. Se considerarán cubiertos tales mínimos:

a) Por aplicación directa de las prescripciones de las correspondientes ITC, o

b) Por aplicación de técnicas de seguridad equivalentes, siendo tales las que, sin ocasionar distorsiones en los sistemas de distribución de las compañías suministradoras, proporcionen, al menos, un nivel de seguridad equiparable a la anterior. La aplicación de técnicas de seguridad equivalentes deberá ser justificado debidamente por el diseñador de la instalación, y aprobada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

### Artículo 24. *Excepciones.*

Sin perjuicio de lo establecido en el apartado 1 del artículo 6, cuando sea materialmente imposible cumplir determinadas prescripciones del presente Reglamento, sin que sea factible tampoco acogerse al apartado 3.b) del artículo anterior, el titular de la instalación que se pretenda realizar deberá presentar, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, previamente al procedimiento contemplado en el artículo 18, una solicitud de excepción, exponiendo los motivos de la misma e indicando las medidas de seguridad alternativas que se propongan, las cuales, en ningún caso, podrán rebajar los niveles de protección establecidos en el Reglamento.

El citado órgano competente podrá desestimar la solicitud, requerir la modificación de las medidas alternativas o conceder la autorización de excepción, que será siempre expresa, entendiéndose el silencio administrativo como desestimatorio.

### Artículo 25. *Equivalencia de normativa del Espacio Económico Europeo.*

Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 6, a los efectos del presente Reglamento y para la comercialización de productos provenientes de los Estados miembros de la Unión Europea o del Espacio Económico Europeo, sometidos a las reglamentaciones nacionales de seguridad industrial, la Administración pública competente deberá aceptar la validez de los certificados y marcas de conformidad a normas y las actas o protocolos de ensayos que son exigibles por las citadas reglamentaciones, emitidos por organismos de evaluación de la conformidad oficialmente reconocidos en dichos Estados, siempre que se reconozca, por la mencionada Administración pública competente, que los citados agentes ofrecen garantías técnicas, profesionales y de independencia e imparcialidad equivalentes a las exigidas por la legislación española y que las disposiciones legales vigentes del Estado con base en las que se evalúa la conformidad comporten un nivel de seguridad equivalente al exigido por las correspondientes disposiciones españolas.

### Artículo 26. *Normas de referencia.*

1. Las instrucciones técnicas complementarias podrán establecer la aplicación de normas UNE u otras

reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento.

Dicha referencia se realizará, por regla general, sin indicar el año de edición de las normas en cuestión.

En la correspondiente instrucción técnica complementaria se recogerá el listado de todas las normas citadas en el texto de las instrucciones, identificadas por sus títulos y numeración, la cual incluirá el año de edición.

2. Cuando una o varias normas varíen su año de edición, o se editen modificaciones posteriores a las mismas, deberán ser objeto de actualización en el listado de normas, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en la que deberá hacerse constar la fecha a partir de la cual la utilización de la nueva edición de la norma será válida y la fecha a partir de la cual la utilización de la antigua edición de la norma dejará de serlo, a efectos reglamentarios.

A falta de resolución expresa, se entenderá que también cumple las condiciones reglamentarias la edición de la norma posterior a la que figure en el listado de normas, siempre que la misma no modifique criterios básicos y se limite a actualizar ensayos o incrementa la seguridad intrínseca del material correspondiente.

### Artículo 27. *Accidentes.*

A efectos estadísticos y con objeto de poder determinar las principales causas, así como disponer las eventuales correcciones en la reglamentación, se debe poseer los correspondientes datos sistematizados de los accidentes más significativos. Para ello, cuando se produzca un accidente que ocasione daños o víctimas, la compañía suministradora deberá redactar un informe que recoja los aspectos esenciales del mismo. En los quince primeros días de cada trimestre, deberán remitir a las Comunidades Autónomas y al centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, copia de todos los informes realizados.

### Artículo 28. *Infracciones y sanciones.*

Las infracciones a lo dispuesto en el presente reglamento se clasificarán y sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el Título V de la Ley 21/1992, de Industria.

### Artículo 29. *Guía técnica.*

El centro directivo competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica, de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones del presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en este Reglamento.

### Índice de las instrucciones técnicas complementarias

Instrucción	Título
ITC-BT-01	Terminología.
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.
ITC-BT-03	Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.
ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.
ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones.

Instrucción	Título	Instrucción	Título
ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en baja tensión.	ITC-BT-29	Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
ITC-BT-07	Redes subterráneas para distribución en baja tensión.	ITC-BT-30	Instalaciones en locales de características especiales.
ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.	ITC-BT-31	Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.
ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior.	ITC-BT-32	Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.
ITC-BT-10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión.	ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.
ITC-BT-11	Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.	ITC-BT-34	Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands.
ITC-BT-12	Instalaciones de enlace. Esquemas.	ITC-BT-35	Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.
ITC-BT-13	Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.	ITC-BT-36	Instalaciones a muy baja tensión.
ITC-BT-14	Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.	ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales.
ITC-BT-15	Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.	ITC-BT-38	Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.
ITC-BT-16	Instalaciones de enlace. Contadores: ubicación y sistemas de instalación.	ITC-BT-39	Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado.
ITC-BT-17	Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.	ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión.
ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra.	ITC-BT-41	Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas.
ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.	ITC-BT-42	Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.
ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.	ITC-BT-43	Instalación de receptores. Prescripciones generales.
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.	ITC-BT-44	Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.
ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.	ITC-BT-45	Instalación de receptores. Aparatos de caldeo.
ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.	ITC-BT-46	Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas.
ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.	ITC-BT-47	Instalación de receptores. Motores.
ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.	ITC-BT-48	Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.
ITC-BT-26	Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.	ITC-BT-49	Instalaciones eléctricas en muebles.
ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.	ITC-BT-50	Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas.
ITC-BT-28	Instalaciones en locales de pública concurrencia.	ITC-BT-51	Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	TERMINOLOGÍA	ITC -BT-01
		Página 1 de 1

CONSIDERACIONES GENERALES :

Las definiciones específicas de los términos utilizados en las ITC particulares pueden encontrarse en el texto de dichas ITC.

Para aquellos términos no definidos en la presente instrucción ni en las ITC particulares se aplicará lo dispuesto en la norma UNE 21.302

DEFINICIÓN
<p><u>AISLAMIENTO DE UN CABLE</u></p> <p>Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.</p>
<p><u>AISLAMIENTO PRINCIPAL</u></p> <p>Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.</p>
<p><u>AISLAMIENTO FUNCIONAL</u></p> <p>Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.</p>
<p><u>AISLAMIENTO REFORZADO</u></p> <p>Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.</p>
<p><u>AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO</u></p> <p>Aislamiento independiente, previsto además del aislamiento principal, a efectos de asegurar la protección contra choque eléctrico en caso de deterioro del aislamiento principal.</p>
<p><u>AISLANTE</u></p> <p>Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.</p>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 2 de 2

DEFINICIÓN
<p><u>ALTA SENSIBILIDAD</u></p> <p>Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de esta es igual o inferior a 30 mA.</p>
<p><u>AMOVIBLE</u></p> <p>Calificativo que se aplica a todo material instalado de manera que se pueda quitar fácilmente.</p>
<p><u>APARATO AMOVIBLE</u></p> <p>Puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aparato portátil a mano, cuya utilización, en uso normal, exige la acción constante de la misma.</li> <li>- Aparato móvil, cuya utilización, en uso normal, puede necesitar su desplazamiento.</li> <li>- Aparato semi-fijo, solo puede ser desplazado cuando está sin tensión.</li> </ul>
<p><u>APARATO DE CALDEO ELÉCTRICO</u></p> <p>Aparato que produce calor de forma deliberada por medio de fenómenos eléctricos. Destinado a elevar la temperatura de un determinado medio o fluido.</p>
<p><u>APARAMENTA</u></p> <p>Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.</p>
<p><u>APARATO FIJO</u></p> <p>Es el que está instalado en forma inamovible.</p>
<p><u>BANDEJA</u></p> <p>Material de instalación constituido por un perfil, de paredes perforadas o sin perforar, destinado a soportar cables y abierto en su parte superior.</p>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 3 de 3

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 4 de 4

DEFINICIÓN
<p><b><u>BASE MÓVIL</u></b></p> <p>Base prevista para conectarse a, o a integrarse con, cables flexibles y que puede desplazarse fácilmente cuando está conectada al circuito de alimentación</p>
<p><b><u>BORNE O BARRA PRINCIPAL DE TIERRA</u></b></p> <p>Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección, incluyendo los conductores de equipotencialidad y eventualmente los conductores de puesta a tierra funcional.</p>
<p><b><u>CABLE</u></b></p> <p>Conjunto constituido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uno o varios conductores aislados</li> <li>- Su eventual revestimiento individual</li> <li>- La eventual protección del conjunto</li> <li>- El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan</li> </ul> <p>Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados.</p>
<p><b><u>CABLE BLINDADO CON AISLAMIENTO MINERAL</u></b></p> <p>Cable aislado por una materia mineral y que tiene una cubierta de protección constituida por cobre, aluminio o aleación de éstos. Estas cubiertas, a su vez, pueden estar protegidas por un revestimiento adecuado.</p>
<p><b><u>CABLE CON CUBIERTA ESTANCA</u></b></p> <p>Son aquellos cables que disponen de una cubierta interna o externa que proporcionan una protección eficaz contra la penetración de agua.</p>
<p><b><u>CABLE FLEXIBLE</u></b></p> <p>Cable diseñado para garantizar una conexión deformable en servicio y en el que la estructura y la elección de los materiales son tales que cumplen las exigencias correspondientes.</p>
<p><b><u>CABLE FLEXIBLE FIJADO PERMANENTEMENTE</u></b></p>

DEFINICIÓN
<p>Cable flexible de alimentación a un aparato, unido a éste de manera que solo se pueda desconectar de él con ayuda de un útil.</p>
<p><b><u>CABLE MULTICONDUCTOR</u></b></p> <p>Cable que incluye más de un conductor, algunos de los cuales puede no estar aislado.</p>
<p><b><u>CABLE UNIPOLAR</u></b></p> <p>Cable que tiene un solo conductor aislado.</p>
<p><b><u>CABLE CON NEUTRO CONCENTRICO</u></b></p> <p>Cable con un conductor concéntrico destinado a utilizarse como conductor de neutro.</p>
<p><b><u>CANAL</u></b></p> <p>Recinto situado bajo el nivel del suelo o piso y cuyas dimensiones no permiten circular por él y que, en caso de ser cerrado, debe permitir el acceso a los cables en toda su longitud.</p>
<p><b><u>CANALIZACIÓN AMOVIBLE</u></b></p> <p>Canalización que puede ser quitada fácilmente.</p>
<p><b><u>CANALIZACIÓN ELÉCTRICA</u></b></p> <p>Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.</p>
<p><b><u>CANALIZACIÓN FIJA</u></b></p> <p>Canalización instalada en forma inamovible, que no puede ser desplazada.</p>
<p><b><u>CANALIZACIÓN MOVIBLE</u></b></p> <p>Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.</p>
<p><b><u>CANAL MOLDURA</u></b></p>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 5 de 5

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 6 de 6

DEFINICIÓN
Variedad de canal de paredes llenas, de pequeñas dimensiones, conteniendo uno o varios alojamientos para conductores.
<b><u>CANAL PROTECTORA</u></b> Material de instalación constituido por un perfil, de paredes llenas o perforadas, destinado a contener conductores y otros componentes eléctricos y cerrado por una tapa desmontable.
<b><u>CEBADO</u></b> Establecimiento de un arco como consecuencia de una perforación de aislamiento.
<b><u>CERCA ELÉCTRICA</u></b> Cerca formada por uno o varios conductores, sujetos a pequeños aisladores, montados sobre postes ligeros a una altura apropiada a los animales que se pretende alejar y electrizados de tal forma que las personas o los animales que los toquen no reciban descargas peligrosas.
<b><u>CIRCUITO</u></b> Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparataje, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentadas por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobretensiones por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.
<b><u>CONDUCTO</u></b> Envoltura cerrada destinada a alojar conductores aislados o cables en las instalaciones eléctricas, y que permiten su reemplazamiento por tracción.
<b><u>CONDUCTOR DE UN CABLE</u></b> Parte de un cable que tiene la función específica de conducir corriente.
<b><u>CONDUCTOR AISLADO</u></b>

DEFINICIÓN
Conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.
<b><u>CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL</u></b> Conductor de protección que asegura una conexión equipotencial.
<b><u>CONDUCTOR FLEXIBLE</u></b> Conductor constituido por alambres suficientemente finos y reunidos de forma que puedan utilizarse como un cable flexible.
<b><u>CONDUCTOR MEDIANO</u></b> (VER PUNTO MEDIANO)
<b><u>CONDUCTOR DE PROTECCIÓN (CP o PE)</u></b> Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta alguna de las siguientes partes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masas</li> <li>- Elementos conductores</li> <li>- Borne principal de tierra</li> <li>- Toma de tierra</li> <li>- Punto de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.</li> </ul>
<b><u>CONDUCTOR NEUTRO</u></b> Conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.
<b><u>CONDUCTOR CPN o PEN</u></b> Conductor puesto a tierra que asegura, al mismo tiempo, las funciones de conductor de protección y de conductor neutro.
<b><u>CONDUCTORES ACTIVOS</u></b> Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 7 de 7

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 8 de 8

DEFINICIÓN
<p><b><u>CONECTOR</u></b></p> <p>Conjunto destinado a conectar eléctricamente un cable a un aparato eléctrico. Se compone de dos partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una toma móvil, que es la parte que forma cuerpo con el conductor de alimentación.</li> <li>- Una base, que es la parte incorporada o fijada al aparato de utilización.</li> </ul>
<p><b><u>CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL</u></b></p> <p>Conexión eléctrica que pone al mismo potencial, o a potenciales prácticamente iguales, a las partes conductoras accesibles y elementos conductores.</p>
<p><b><u>CONTACTOR CON APERTURA AUTOMÁTICA</u></b></p> <p>Contacto electromagnético provisto de relés que producen su apertura en condiciones predeterminadas.</p>
<p><b><u>CONTACTOR CON CONTACTOS ABIERTOS EN REPOSO</u></b></p> <p>Aparato de interrupción no accionado manualmente, con una sola posición de reposo que corresponde a la apertura de sus contactos. El aparato está previsto, corrientemente, para maniobras frecuentes con cargas y sobrecargas normales.</p>
<p><b><u>CONTACTOR CON CONTACTOS CERRADOS EN REPOSO</u></b></p> <p>Aparato de interrupción no accionado manualmente, con una sola posición de reposo que corresponde a la apertura de sus contactos. El aparato está previsto, corrientemente, para maniobras frecuentes con cargas y sobrecargas normales.</p>
<p><b><u>CONTACTOR DE SOBRECARRERA</u></b></p> <p>Interruptor contactor de posición que entra en acción cuando un elemento móvil ha sobrepasado su posición de fin de carrera.</p>
<p><b><u>CONTACTO DIRECTO</u></b></p> <p>Contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos.</p>
<p><b><u>CONTACTO INDIRECTO</u></b></p>

DEFINICIÓN
<p>Contacto de personas o animales domésticos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.</p>
<p><b><u>CORRIENTE DE CONTACTO</u></b></p> <p>Corriente que pasa a través de cuerpo humano o de un animal cuando esta sometido a una tensión eléctrica.</p>
<p><b><u>CORRIENTE ADMISIBLE PERMANENTE (DE UN CONDUCTOR)</u></b></p> <p>Valor máximo de la corriente que circula permanentemente por un conductor, en condiciones específicas, sin que su temperatura de régimen permanente supere un valor especificado.</p>
<p><b><u>CORRIENTE CONVENCIONAL DE FUNCIONAMIENTO DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN</u></b></p> <p>Valor especificado que provoca el funcionamiento del dispositivo de protección antes de transcurrir un intervalo de tiempo determinado de una duración especificada llamado tiempo convencional.</p>
<p><b><u>CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO FRANCO</u></b></p> <p>Sobreintensidad producida por un fallo de impedancia despreciable, entre dos conductores activos que presentan una diferencia de potencial en condiciones normales de servicio.</p>
<p><b><u>CORRIENTE DE CHOQUE</u></b></p> <p>Corriente de contacto que podría provocar efectos fisiopatológicos.</p>
<p><b><u>CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA</u></b></p> <p>Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.</p>
<p><b><u>CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA</u></b></p> <p>Corriente que en caso de un solo punto de defecto a tierra, se deriva por el citado punto desde el circuito averiado a tierra o partes conectadas a tierra.</p>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	TERMINOLOGÍA	ITC -BT-01
		Página 9 de 9

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	TERMINOLOGÍA	ITC -BT-01
		Página 10 de 10

DEFINICIÓN
<p><u>CORRIENTE DE FUGA EN UNA INSTALACIÓN</u></p> <p>Corriente que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a elementos conductores del circuito.</p>
<p><u>CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA</u></p> <p>Corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra. Nota: la corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.</p>
<p><u>CORRIENTE DE SOBRECARGA DE UN CIRCUITO</u></p> <p>Sobrecarga que se produce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.</p>
<p><u>CORRIENTE DIFERENCIAL RESIDUAL</u></p> <p>Suma algebraica de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los conductores activos de un circuito, en un punto de una instalación eléctrica.</p>
<p><u>CORRIENTE DIFERENCIAL RESIDUAL DE FUNCIONAMIENTO</u></p> <p>Valor de la corriente diferencial residual que provoca el funcionamiento de un dispositivo de protección.</p>
<p><u>CORTACIRCUITO FUSIBLE</u></p> <p>Aparato cuyo cometido es el de interrumpir el circuito en el que está intercalado, por fusión de uno de sus elementos, cuando la intensidad que recorre el elemento sobrepasa, durante un tiempo determinado, un cierto valor.</p>
<p><u>CORTE OMNIPOLAR</u></p> <p>Corte de todos los conductores activos. Puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>§ Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.</li> <li>§ No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.</li> </ul>
<p><u>CUBIERTA DE UN CABLE</u></p> <p>Revestimiento tubular continuo y uniforme de material metálico o no metálico generalmente</p>

DEFINICIÓN
<p>extruido.</p>
<p><u>CHOQUE ELECTRICO</u></p> <p>Efecto fisiopatológico resultante del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano o de un animal</p>
<p><u>DEDO DE PRUEBA O SONDA PORTÁTIL DE ENSAYO</u></p> <p>En un dispositivo de forma similar a un dedo, incluso en sus articulaciones internacionalmente normalizado, y que se destina a verificar si las partes activas de cualquier aparato o materias son accesibles o no al utilizador del mismo. Existen varios tipos de dedos de prueba, destinados a diferentes aparatos, según su clase, tensión, etc.</p>
<p><u>DEFECTO FRANCO</u></p> <p>Defecto de aislamiento cuya impedancia puede considerarse nula.</p>
<p><u>DEFECTO MONOFÁSICO A TIERRA</u></p> <p>Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.</p>
<p><u>DOBLE AISLAMIENTO</u></p> <p>Aislamiento que comprende, a la vez, un aislamiento principal y un aislamiento suplementario.</p>
<p><u>ELEMENTOS CONDUCTORES</u></p> <p>Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y que son susceptibles de transferir una tensión, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios (p.e. armaduras, paneles, carpintería metálica, etc.) canalizaciones metálicas de agua, gas, calefacción, etc. y los aparatos no eléctricos conectados a ellas, si la unión constituye una conexión eléctrica (p.e. radiadores, cocinas, fregaderos metálicos, etc.), suelos y paredes conductores.</p>
<p><u>ELEMENTO CONDUCTOR AJENO A LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</u></p> <p>Elemento que no forma parte de la instalación eléctrica y que es susceptible de introducir un potencial, generalmente el de tierra.</p>
<p><u>ENVOLVENTE</u></p>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 11 de 11

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 12 de 12

DEFINICIÓN
Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y la protección, en cualquier dirección, ante contactos directos.
<b><u>FACTOR DE DIVERSIDAD</u></b> Inverso del factor de simultaneidad.
<b><u>FACTOR DE SIMULTANEIDAD</u></b> Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas.
<b><u>FUENTE DE ENERGÍA</u></b> Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.
<b><u>FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA</u></b> Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato recibe energía eléctrica que tiene que transmitir, repartir o utilizar.
<b><u>GAMA NOMINAL DE TENSIONES (Ver TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO)</u></b>
<b><u>IMPEDANCIA</u></b> Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales.
<b><u>IMPEDANCIA DEL CIRCUITO DE DEFECTO</u></b> Impedancia total ofrecida al paso de una corriente de defecto.
<b><u>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</u></b> Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía

DEFINICIÓN
eléctrica.
<b><u>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EDIFICIOS</u></b> Conjunto de materiales eléctricos asociados a una aplicación determinada cuyas características están coordinadas.
<b><u>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u></b> Conjunto de conexiones y dispositivos necesarios para poner a tierra, individual o colectivamente, un aparato o una instalación.
<b><u>INSTALACIONES PROVISIONALES</u></b> Son aquellas que tienen, en tiempo, una duración limitada a las circunstancias que las motiven:  Pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>- DE REPARACIÓN. Las necesarias para paliar un incidente de explotación.</li> <li>- DE TRABAJOS. Las realizadas para permitir cambios o transformaciones de las instalaciones, sin interrumpir la explotación.</li> <li>- SEMI-PERMANENTES. Las destinadas a modificaciones de duración limitada, en el marco de actividades habituales de los locales en los que se repitan periódicamente (Ferias).</li> <li>- DE OBRAS. Son las destinadas a la ejecución de trabajos de construcción de edificios y similares.</li> </ul>
<b><u>INTENSIDAD DE DEFECTO</u></b> Valor que alcanza una corriente de defecto.
<b><u>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO</u></b> Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.
<b><u>INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA Y MAGNETOTERMICO</u></b> Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 13 de 13

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 14 de 14

DEFINICIÓN
<p>coordinada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mando</li> <li>- Protección contra sobrecargas</li> <li>- Protección contra cortocircuitos</li> </ul>
<p><b><u>INTERRUPTOR DIFERENCIAL</u></b></p> <p>Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.</p>
<p><b><u>LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN</u></b></p> <p>Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.</p>
<p><b><u>LUMINARIA</u></b></p> <p>Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para fijar y proteger las lámparas (excluyendo las propias lámparas) y cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.</p>
<p><b><u>MASA</u></b></p> <p>Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.</p> <p>Las masas comprenden normalmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales son susceptibles de ser puestas en tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional, o de las disposiciones de fijación y de protección.</li> <li>- Por tanto, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de Clase II, las armaduras metálicas de los cables y las condiciones metálicas de agua, gas, etc.</li> <li>- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales, lleven o no estas superficies exteriores algún elemento metálico.</li> </ul> <p>Por tanto son masas: las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional, y las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos.</p>

DEFINICIÓN
<p>Por extensión, también puede ser necesario considerar como masas, todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas, y que presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación (p.e. aflojamiento de una conexión, rotura de un conductor, etc.).</p> <p>NOTA: Una parte conductora que sólo puede ser puesta bajo tensión en caso de fallo a través de una masa, no puede considerarse como una masa.</p>
<p><b><u>MATERIAL DE CLASE 0</u></b></p> <p>Material en el cual la protección contra el choque eléctrico, se basa en el aislamiento principal; lo que implica que no existe ninguna disposición prevista para la conexión de las partes activas accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación. La protección en caso de defecto en el aislamiento principal depende del entorno.</p>
<p><b><u>MATERIAL DE CLASE I</u></b></p> <p>Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta una medida de seguridad complementaria en forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles a un conductor de protección puesto a tierra, que forma parte del cableado fijo de la instalación, de forma tal que las partes conductoras accesibles no puedan presentar tensiones peligrosas.</p>
<p><b><u>MATERIAL DE CLASE II</u></b></p> <p>Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización de puesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación. Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado.</p>
<p><b><u>MATERIAL DE CLASE III</u></b></p> <p>Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa en la alimentación a muy baja tensión y en el cual no se producen tensiones superiores a 50 V en c.a. ó a 75V en c.c.</p>
<p><b><u>MATERIAL ELÉCTRICO</u></b></p>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 15 de 15

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 16 de 16

DEFINICIÓN
Cualquier material utilizado en la producción, transformación, transporte, distribución o utilización de la energía eléctrica, como máquinas, transformadores, aparata, instrumentos de medida, dispositivos de protección, material para canalizaciones, receptores, etc.
<b><u>MATERIAL MÓVIL</u></b>
Material que se desplaza durante su funcionamiento, o que puede ser fácilmente desplazado, permaneciendo conectado al circuito de alimentación.
<b><u>MATERIAL PORTÁTIL (DE MANO)</u></b>
Material móvil previsto para ser tenido en la mano en uso normal, incluido el motor si este forma parte del material.
<b><u>NIVEL DE AISLAMIENTO</u></b>
Para un aparato determinado, característica definida por una o más tensiones especificadas de su aislamiento.
<b><u>NIVEL DE PROTECCIÓN (DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES)</u></b>
Son los valores de cresta de las tensiones más elevadas admisibles en los bornes de un dispositivo de protección cuando está sometido a sobretensiones de formas normalizadas y valores asignados bajo condiciones especificadas.
<b><u>PARTES ACCESIBLES SIMULTÁNEAMENTE</u></b>
Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas simultáneamente por una persona o, en su caso, por animales domésticos o ganado. NOTA: Las partes simultáneamente accesibles pueden ser: Partes activas, masas, elementos conductores, conductores de protección, tomas de tierra).
<b><u>PARTES ACTIVAS</u></b>
Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra contactos indirectos.

DEFINICIÓN
<b><u>PERFORACIÓN (RUPTURA ELÉCTRICA)</u></b>
Fallo dieléctrico de un aislamiento por defecto de un campo eléctrico elevado o por la degradación físico-química del material aislante.
<b><u>PERSONA ADIESTRADA</u></b>
Persona suficientemente informada o controlada por personas cualificadas que puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.
<b><u>PERSONA CUALIFICADA</u></b>
Persona que teniendo conocimientos técnicos o experiencia suficiente puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.
<b><u>PODER DE CIERRE</u></b>
El poder de cierre de un dispositivo, se expresa por la intensidad de corriente que este aparato es capaz de establecer, bajo una tensión dada, en las condiciones prescritas de empleo y de funcionamiento.
<b><u>PODER DE CORTE</u></b>
El poder de corte de un aparato, se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.
<b><u>POTENCIA PREVISTA O INSTALADA</u></b>
Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente.
<b><u>POTENCIA NOMINAL DE UN MOTOR</u></b>
Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 17 de 17

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 18 de 18

DEFINICIÓN
<p><b><u>PROTECCIÓN CONTRA CHOQUES ELÉCTRICOS EN SERVICIO NORMAL</u></b></p> <p>Prevención de contactos peligrosos, de personas o animales, con las partes activas.</p>
<p><b><u>PROTECCIÓN CONTRA CHOQUES ELÉCTRICOS EN CASO DE DEFECTO</u></b></p> <p>Prevención de contactos peligros de personas o de animales con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masas</li> <li>- Elementos conductores susceptibles de ser puestos bajo tensión en caso de defecto.</li> </ul>
<p><b><u>PUNTO A POTENCIAL CERO</u></b></p> <p>Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.</p>
<p><b><u>PUNTO MEDIANO</u></b></p> <p>Es el punto de un sistema de corriente continua o de alterna monofásica, que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema. A veces se conoce también como punto neutro, por semejanza con los sistemas trifásicos. El conductor que tiene su origen en este punto mediano, se denomina conductor mediano, neutro o, en corriente continua, compensador.</p>
<p><b><u>PUNTO NEUTRO</u></b></p> <p>Es el punto de un sistema polifásico que, en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.</p>
<p><b><u>REACTANCIA</u></b></p> <p>Es un dispositivo que se aplica para agregar a un circuito inductancia, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores o regulación de corriente. Reactancia limitadora es la que se usa para limitar la corriente cuando se produzca un cortocircuito.</p>
<p><b><u>RECEPTOR</u></b></p> <p>Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.</p>

DEFINICIÓN
<p><b><u>RED DE DISTRIBUCIÓN</u></b></p> <p>El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las instalaciones interiores o receptoras.</p>
<p><b><u>RED POSADA</u></b></p> <p>Red posada, sobre fachada o muros, es aquella en que los conductores aislados se instalan sin quedar sometidos a esfuerzos mecánicos, a excepción de su propio peso.</p>
<p><b><u>RED TENSADA</u></b></p> <p>Red tensada, sobre apoyos, es aquella en que los conductores se instalan con una tensión mecánica predeterminada, contemplada en las correspondientes tablas de tendido, mediante dispositivos de anclaje y suspensión.</p>
<p><b><u>REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIVADAS</u></b></p> <p>Son las destinadas, por un único usuario, a la distribución de energía eléctrica en Baja Tensión, a locales o emplazamiento de su propiedad o a otros especialmente autorizados por el Órgano Competente de la Administración. Las redes de distribución privadas pueden tener su origen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En centrales de generación propia</li> <li>- En redes de distribución pública. En este caso, son aplicables en el punto de entrega de la energía, los preceptos fijados por los Reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica, y en las especificaciones particulares de la empresa eléctrica, aprobadas oficialmente, si las hubiera.</li> </ul>
<p><b><u>REDES DE DISTRIBUCIÓN PÚBLICA</u></b></p> <p>Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos, los preceptos fijados por los Reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica.</p> <p>Las redes de distribución pública pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertenecientes a empresas distribuidoras de energía</li> <li>- De propiedad particular o colectiva</li> </ul>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 19 de 19

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 20 de 20

DEFINICIÓN
<p><b><u>RESISTENCIA LIMITADORA</u></b></p> <p>Resistencia que se intercala en un circuito para limitar la corriente circulante.</p>
<p><b><u>RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</u></b></p> <p>Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.</p>
<p><b><u>RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL DE TIERRA</u></b></p> <p>Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.</p>
<p><b><u>SOBREINTENSIDAD</u></b></p> <p>Toda corriente superior a un valor asignado. En los conductores, el valor asignado es la corriente admisible.</p>
<p><b><u>SUELO O PARED NO CONDUCTOR</u></b></p> <p>Suelo o pared no susceptibles de propagar potenciales.</p> <p>Se considerará así el suelo (o la pared) que presentan una resistencia igual o superior a 50.000 Ω si la tensión nominal de la instalación es ≤ 500 V y una resistencia igual o superior a 100.000 Ω si es superior a 500 V.</p> <p>La medida de aislamiento de un suelo se efectúa recubriendo el suelo con una tela húmeda cuadrada de, aproximadamente 270 mm de lado, sobre la que se dispone una placa metálica no oxidada, cuadrada de 250 mm de lado y cargada con una masa M de, aproximadamente, 75 kg (peso medio de una persona).</p> <p>Se mide la tensión con la ayuda de un voltímetro de gran resistencia interna (R<sub>i</sub> no inferior a 3.000 Ω, sucesivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entre un conductor de fase y la placa metálica, (U<sub>2</sub>)</li> <li>- Entre este mismo conductor de fase y una toma de tierra, eléctricamente distinta T, de resistencia despreciable con relación a R<sub>i</sub>, se mide la tensión U<sub>1</sub>.</li> </ul> <p>La resistencia buscada viene dada por la fórmula:</p>

DEFINICIÓN
$R_s = R_i * \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$ <p>Se efectúan en un mismo local tres medidas por lo menos, una de las cuales sobre una superficie situada a un metro de un elemento conductor, si existe, en el local considerado.</p> <p>Ninguna de estas tres medidas debe ser inferior a 50.000 Ω para poder considerar el suelo como no conductor.</p> <p>Si el punto neutro de la instalación está aislado de tierra, es necesario, para realizar esta medida, poner temporalmente a tierra una de las fases no utilizada para la misma.</p>
<p><b><u>TENSIÓN DE CONTACTO</u></b></p> <p>Tensión que aparece entre partes accesibles simultáneamente, al ocurrir un fallo de aislamiento.</p> <p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Por convenio este término solo se utiliza en relación con la protección contra contactos indirectos.</li> <li>2. En ciertos casos el valor de la tensión de contacto puede resultar influido notablemente por la impedancia que presenta la persona en contacto con esas partes.</li> </ol>
<p><b><u>TENSIÓN DE DEFECTO</u></b></p> <p>Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y una toma de tierra de referencia, es decir, un punto en el que el potencial no se modifica al quedar la masa en tensión.</p>
<p><b><u>TENSIÓN NOMINAL (O ASIGNADA)</u></b></p> <p>Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y, para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta.</p>
<p><b><u>TENSIÓN NOMINAL DE UNA INSTALACIÓN</u></b></p> <p>Tensión por la que se designa una instalación o una parte de la misma.</p>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 21 de 21

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	TERMINOLOGÍA	ITC-BT-01
		Página 22 de 22

DEFINICIÓN
<p><b><u>TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se le designa.</li> <li>- Gama nominal de tensiones: Intervalo entre los límites de tensión previstas para alimentar el aparato.</li> </ul> <p>En caso de alimentación trifásica, la tensión nominal se refiere a la tensión entre fases.</p>
<p><b><u>TENSIÓN ASIGNADA DE UN CABLE</u></b></p> <p>Es la tensión máxima del sistema al que el cable puede estar conectado.</p>
<p><b><u>TENSIÓN CON RELACIÓN O RESPECTO A TIERRA</u></b></p> <p>Se entiende como tensión con relación a tierra:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En instalaciones trifásicas con neutro aislado o no unido directamente a tierra, a la tensión nominal de la instalación.</li> <li>- En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra, a la tensión simple de la instalación.</li> <li>- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, sin punto de puesta a tierra, a la tensión nominal.</li> <li>- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, con punto mediano puesto a tierra, a la mitad de la tensión nominal.</li> </ul> <p>NOTA: Se entiende por neutro unido directamente a tierra, la unión a la instalación de toma de tierra, sin interposición de una impedancia limitadora.</p>
<p><b><u>TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA (TENSION A TIERRA)</u></b></p> <p>Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.</p>
<p><b><u>TIERRA</u></b></p> <p>Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, convencionalmente, igual a cero.</p>

DEFINICIÓN
<p><b><u>TIERRA LEJANA</u></b></p> <p>Electrodo de tierra conectado a un aparato y situado a una distancia suficiente del mismo para que sea independiente de cualquier otro electrodo de tierra situado cerca del aparato.</p>
<p><b><u>TOMA DE TIERRA</u></b></p> <p>Electrodo, o conjunto de electrodos, en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica con el mismo.</p>
<p><b><u>TUBO BLINDADO</u></b></p> <p>Tubo que, además de tener las características del tubo normal, es capaz de resistir, después de su colocación, fuertes presiones y golpes repetidos, y que ofrece una resistencia notable a la penetración de objetos puntiagudos.</p>
<p><b><u>TUBO NORMAL</u></b></p> <p>Tubo que es capaz de soportar únicamente los esfuerzos mecánicos que se producen durante su almacenado, transporte y colocación.</p>
<p><b><u>SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN PARA SERVICIOS DE SEGURIDAD</u></b></p> <p>El sistema comprende la fuente de alimentación y los circuitos, hasta los bornes de los aparatos de utilización. Sistema de alimentación previsto para mantener el funcionamiento de los aparatos esenciales para la seguridad de las personas. Ciertas instalaciones pueden incluir, también, en el suministro los equipos de utilización.</p>
<p><b><u>SISTEMA DE DOBLE ALIMENTACIÓN</u></b></p> <p>Sistema de alimentación previsto para mantener el funcionamiento de la instalación o partes de ésta, en caso de fallo del suministro normal, por razones distintas a las que afectan a la seguridad de las personas.</p>
<p><b><u>TEMPERATURA AMBIENTE</u></b></p> <p>Temperatura del aire u otro medio donde el material vaya a ser utilizado.</p>



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 2 de 2

Norma UNE	Título
UNE 20062 :1993	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia.
UNE 20315 :1994	Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos.
UNE 20324 :1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE 20324/1M :2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE 20392 :1993	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.
UNE 20431 :1982	Características de los cables eléctricos resistentes al fuego.
UNE 20435-1 :1990	Guía para la elección de cables de alta tensión.
UNE 20435-1/1M :1992	Guía para la elección de cables de alta tensión.
UNE 20435-2 :1990	Guía para la elección de cables de alta tensión. Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 30 kV.
UNE 20435-2 ERRATUM :1991	Guía para la elección de cables de alta tensión. Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 30 kV.
UNE 20451 :1997	Requisitos generales para envolventes de accesorios para instalaciones eléctricas fijas de usos domésticos y análogos.
UNE 20460-1 :1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 1: Campo de aplicación.
UNE 20460-2 :1991	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 2: Definiciones.
UNE 20460-3 :1996	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 3: Determinación de las características generales.
UNE 20460-4-41 :1998	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra los choques eléctricos.
UNE 20460-4-43 :1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 43: Protección contra las sobretensiones.
UNE 20460-4-45	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 45: Protección contra las bajadas de tensión.

Norma UNE	Título
:1990	
UNE 20460-4-47 :1996	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 47: Aplicación de medidas de protección para garantizar la seguridad.
UNE 20460-4-473 :1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 47: Aplicación de las medidas de protección. Sección 473: Protección contra las sobretensiones.
UNE 20460-5-52 :1996	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 5: Canalizaciones
UNE 20460-5-52/1M :1999	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Elección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones
UNE 20460-5-54 :1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Elección e instalación de los materiales eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección.
UNE 20460-5-523 :1994	Instalaciones eléctricas de edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones. Sección 523: Corrientes admisibles.
UNE 20460-6-61 :1994	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 6: Verificación inicial. Capítulo 61: Verificación inicial (previa a la puesta en servicio).
UNE 20460-7-703 :1993	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 703: Locales que contienen radiadores para saunas.
UNE 20460-7-704 :2001	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 704: Instalaciones en obras.
UNE 20460-7-705 :1993	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 705: Instalaciones eléctricas en los establecimientos agrícolas y hortícolas.
UNE 20460-7-708 :1994	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 708: Instalaciones eléctricas en parques de caravanas y en caravanas.
UNE 20481 :1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Campos de tensiones.
UNE 20572-1 :1997	Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales.
UNE 20615 :1978	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.
UNE 20615/1C :1980	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección. Especificaciones particulares de ensayo.
UNE 20615/2C :1985	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.
UNE 21012	Cables de cobre para líneas eléctricas aéreas. Especificación.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 3 de 3

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 4 de 4

Norma UNE	Título
:1971	
UNE 21018 :1980	Normalización de conductores desnudos a base de aluminio para líneas eléctricas aéreas.
UNE 21022 :1982	Conductores de cables aislados.
UNE 21022/1M :1993	Conductores de cables aislados.
UNE 21022- 2 :1985	Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.
UNE 21022- 2/1M :1991	Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.
UNE 21027- 1 :1998	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Prescripciones generales.
UNE 21027- 2 :1998	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Métodos de ensayo.
UNE 21027- 3 :1996	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables aislados con silicona resistente al calor.
UNE 21027- 3/1C :1997	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables aislados con silicona resistente al calor.
UNE 21027- 3/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 3: Cables aislados con silicona resistente al calor.
UNE 21027-4 :1996	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 4: Cables flexibles.
UNE 21027- 4/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 4: Cables flexibles.
UNE 21027-6 :1996	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 6: Cables para máquinas de soldar.
UNE 21027-6/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Punto 6: Cables para máquinas de soldar.
UNE 21027-7 :1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables resistentes al calor, para cableado interno, para temperaturas en el conductor hasta 110 °C.
UNE 21027- 7/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables resistentes al calor, para cableado interno, para temperaturas en el conductor hasta 110 °C.
UNE 21027-8	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 8: Cables con cubierta de policloropreno o

Norma UNE	Título
:1995	elastómero sintético equivalente, para guirnalda luminosas.
UNE 21027-8/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 8: Cables con cubierta de policloropreno o elastómetro sintético equivalente para guirnalda luminosas.
UNE 21027-9 :1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta para instalación fija, con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-9/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta para instalación fija, con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-10 :1995	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 10: Cables flexibles con aislamiento de EPR y cubierta de poliuretano.
UNE 21027-10/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 10: Cables flexibles con aislamiento de EPR y cubierta de poliuretano.
UNE 21027-11 :1995	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables con aislamiento y cubierta de EVA.
UNE 21027-11/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables con aislamiento de EVA.
UNE 21027-12 :1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: Cables flexibles con aislamiento de EPR resistente al calor.
UNE 21027-12/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: Cables flexibles con aislamiento de EPR resistente al calor.
UNE 21027-13 :1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables flexibles con aislamiento y cubierta de compuesto reticulado con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-13/1M :2000	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables flexibles con aislamiento y cubierta de compuesto reticulado con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-14 :1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 14: Cables para aplicaciones que requieren una alta flexibilidad.
UNE 21027-14/1M :1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 14: Cables para aplicaciones que requieran una alta flexibilidad.
UNE 21027-15 :1999	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 15: Cables multiconductores con aislamiento y cubierta de silicona resistente al calor.
UNE 21027-16 :2000	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 16: Cables con cubierta de policloropreno o elastómero sintético equivalente, resistente al agua.
UNE 21030 :1996	Conductores aislados cableados en haz de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución y acometidas.
UNE 21031- 1	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 1: Prescripciones generales.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 5 de 5

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 6 de 6

Norma UNE	Título
:1998	
UNE 21031-2 :1998	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 2: Métodos de ensayo.
UNE 21031-3 :1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-3/1M :2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-4 :1992	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 4: Cables con cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-5 :1994	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Cables flexibles.
UNE 21031-5 /1C :2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 5: Cables flexibles. Cables de más de 5 conductores con cubierta normal de policloruro de vinilo.
UNE 21031-5/1M :2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Cables flexibles.
UNE 21031-5/2M :2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 5: Cables flexibles.
UNE 21031-7 :1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables sin cubierta para cableado interno para una temperatura del conductor 90° C.
UNE 21031-7/1M :2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables sin cubierta para cableado interno para una temperatura del conductor 90° C.
UNE 21031-8 :2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Cables sin cubierta para guirnalda luminosas.
UNE 21031-9 :1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables para instalaciones fijas a baja temperatura.
UNE 21031-9/1M :2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta para instalación a baja temperatura.
UNE 21031-10 :2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 10: Cables extensibles.
UNE 21031-11 :1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables para luminarias.
UNE 21031-11/1M :2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 11: Cables para luminarias.
UNE 21031-12	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: Cables flexibles resistentes al

Norma UNE	Título
:1995	calor.
UNE 21031-12/1M :2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 12: Cables flexibles resistentes al calor.
UNE 21031-13 :1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite.
UNE 21031-13/1M :2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite.
UNE 21123-1 :1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-2 :1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-3 :1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 3: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-4 :1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
UNE 21123-5 :1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de poliolefina.
UNE 21144-1-1 :1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2 :1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas
UNE 21144-2-1 :1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2 :1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1 :1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
UNE 21150 :1986	Cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV.
UNE 21155-1 :1994	Cables calefactores de tensión nominal 300/500 V para calefacción de locales y prevención de formación de hielo.
UNE 21157-1 :1996	Cables con aislamiento mineral de tensión nominal no superior a 750 V. Parte 1: Cables.
UNE	Cables para alimentación de bombas sumergidas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 7 de 7

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 8 de 8

Norma UNE	Título
21166 :1989	
UNE 21302-461 :1990	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 461:Cables eléctricos.
UNE 21302-461/1M:1995	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 461:Cables eléctricos.
UNE 21302-461/2M:1999	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 461:Cables eléctricos.
UNE 21302-601:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 601:Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades.
UNE 21302-601/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 601:Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades.
UNE 21302-602:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 602:Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Producción.
UNE 21302-603:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 603:Producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Planificación de redes.
UNE 21302-603/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 603:Producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Planificación de redes.
UNE 21302-604 :1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 604:Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación.
UNE 21302-604/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 604:Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación.
UNE 21302-605:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 605:Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Subestaciones.
UNE 21302-826 :1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826:Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-826/1M:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826:Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-826/2M:1998	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826:Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-826/3M:2001	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826:Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-841 :1990	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 841: Electrotermia industrial.
UNE 21302-845 :1995	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 845:Iluminación
UNE 36582 :1986	Perfiles tubulares de acero, de pared gruesa, galvanizados, para blindaje de conducciones eléctricas. (tubo "conduit")
UNE 211002 :2000	Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas
UNE-EN 50015:1998	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Inmersión en aceite "o".
UNE-EN 50018:1996	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Envoltorio antideflagrante "d".
UNE-EN 50020:1997	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Seguridad intrínseca "i".
UNE-EN 50020 CORRIGENDUM:1999	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Seguridad intrínseca "i".
UNE-EN 50039:1996	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Sistemas

Norma UNE	Título
	eléctricos de seguridad intrínseca "i".
UNE-EN 50065- 1 :1994	Transmisiones de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50065- 1/A1:1994	Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Parte 1: Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50065- 1/A2:1997	Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50065- 1/A3:1997	Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50085- 1:1997	Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 50085-1/A1:1999	Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 50086- 1 :1995	Sistemas de tubo para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086- 1 ERRATUM:1996	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086- 1 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086- 2- 1:1997	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086-2-1 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086- 2- 1/A11:1999	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086-2-1/A11 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086- 2- 2:1997	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables
UNE-EN 50086- 2- 2 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables
UNE-EN 50086- 2- 2/A11:1999	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables
UNE-EN 50086- 2- 2/A11 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables
UNE-EN 50086- 2- 3:1997	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 3 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 3/A11:1999	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 3/A11 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 3/A11	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-3: Requisitos

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 9 de 9

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 10 de 10

Norma UNE	Título
ERRATUM:2000	particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 4:1995	Sistemas de tubo para instalaciones eléctricas. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50086- 2- 4 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50086- 2- 4/A1:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 :1999	Grados de protección proporcionados por los envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50107 :1999	Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1KV pero sin exceder 10KV.
UNE-EN 50200 :2000	Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.
UNE-EN 50266-1 :2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 1: Equipo de ensayo.
UNE-EN 50266-2-1 :2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-1: Procedimientos. Categoría A F/R.
UNE-EN 50266-2-2 :2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-2: Procedimientos. Categoría A.
UNE-EN 50266-2-3 :2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-3: Procedimientos. Categoría B.
UNE-EN 50266-2-4 :2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-4: Procedimientos. Categoría C.
UNE-EN 50266-2-5 :2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-5: Procedimientos. Categoría D.
UNE-EN 50267-1 :1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Equipo.
UNE-EN 50267-2-1 :1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
UNE-EN 50267-2-3 :1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Determinación del grado de acidez de los gases de los cables a partir de la medida de la media ponderada del PH y de la conductividad.
UNE-EN 50268-1 :2000	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.

Norma UNE	Título
UNE-EN 50268-2 :2000	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Procedimiento.
UNE-EN 50281-1-2 :1999	Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 1-2: Aparatos eléctricos protegidos con envolventes. Selección, instalación y mantenimiento.
UNE-EN 50281-1-2 CORRIGENDUM: 2000	Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 1-2: Aparatos eléctricos protegidos con envolventes. Selección, instalación y mantenimiento.
UNE-EN 60061- 2 :1996	Casquillos y portalámparas, junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A1 :1997	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A18 :1999	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A19 :2000	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A20 :2000	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A2 :1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A3 :1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A4 :1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A5 :1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A6 :1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A7 :1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60079-10 :1997	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos.
UNE-EN 60079-14 :1998	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 14: Instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (a excepción de las minas).
UNE-EN 60079-17 :1998	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (con excepción de las minas).
UNE-EN 60309- 1 :2001	Tomas de corriente para usos industriales. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 60309- 2 :2001	Tomas de corriente para usos industriales. Parte 2: Requisitos de intercambiabilidad dimensional para los accesorios de espigas y alvéolos
UNE-EN 60335- 2-41 :1997	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para bombas eléctricas para líquidos con temperatura que no exceda de 35 °C.
UNE-EN 60335- 2-60 :1999	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para bañeras de hidromasaje y aparatos análogos.
UNE-EN 60335- 2-76 :2001	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para los electrificadores de cercas.
UNE-EN 60423 :1999	Tubos de protección de conductores. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 11 de 11

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-02
		Página 12 de 12

Norma UNE	Título
UNE-EN 60439- 1 :2001	Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 1: Requisitos para los conjuntos de serie y los conjuntos derivados de serie.
UNE-EN 60439- 2 :2001	Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 2: Requisitos particulares para las canalizaciones prefabricadas.
UNE-EN 60439- 3 :1994	Conjuntos de aparata para baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para los conjuntos de aparata de baja tensión destinados a estar instalados en lugares accesibles al personal no cualificado durante su utilización.
UNE-EN 60439- 3/A1 :1997	Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para los conjuntos de aparata de baja tensión destinados a estar instalados en lugares accesibles al personal no cualificado durante su utilización.
UNE-EN 60439- 4 :1994	Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO)
UNE-EN 60439- 4/A1:1997	Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO)
UNE-EN 60439- 4/A2:2000	Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO)
UNE-EN 60598- 2- 3 :1997	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
UNE-EN 60598- 2- 3/A1 :1997	Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
UNE-EN 60598- 2- 3/A2 :2001	Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
UNE-EN 60598- 2-18 :1997	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 18: Luminarias para piscinas y análogos.
UNE-EN 60598- 2-22 :1999	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 22: Luminarias para alumbrados de emergencia.
UNE-EN 60669- 1 :1996	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE-EN 60669- 1 ERRATUM:2000	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE-EN 60669- 1/A2 :1998	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE-EN 60695- 2- 1/0 :1997	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/Hoja 0: Métodos de ensayo al hilo incandescente. Generalidades.
UNE-EN 60695- 2- 1/1 :1997	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/Hoja 1: Ensayo al hilo incandescente en productos acabados y guía.
UNE-EN 60695-2- 1/2 :1996	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/hoja 2: Ensayo de inflamabilidad al hilo incandescente en materiales.
UNE-EN 60695-2- 1/3 :1996	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/hoja 3: Ensayo de ignición al hilo incandescente en materiales.
UNE-EN 60695-11-10 :2000	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W.
UNE-EN 60742 :1996	Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad. Requisitos.

Norma UNE	Título
UNE-EN 60831- 1 :1998	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V. Parte 1: Generalidades. Características de funcionamiento, ensayos y valores nominales. Prescripciones de seguridad. Guía de instalación y explotación.
UNE-EN 60831- 2 :1998	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V. Parte 2: Ensayos de envejecimiento, autorregeneración y destrucción.
UNE-EN 60947- 2:1998	Aparata de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
UNE-EN 60947- 2/A1:1999	Aparata de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
UNE-EN 60998- 2-1 :1996	Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos. Parte 2-1: Reglas particulares para dispositivos de conexión independientes con elementos de apriete con tornillo.
UNE-EN 61558-2-4 :1999	Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 2-4: Requisitos particulares para los transformadores de separación de circuitos para uso general.
UNE-EN 61558-2-4 :ERRATUM 2001	Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 2-4: Requisitos particulares para los transformadores de separación de circuitos para uso general.
UNE-EN 61558-2-5 :1999	Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 2-5: Requisitos particulares para los transformadores y unidades de alimentación para máquinas de afeitar.
UNE-HD 603 (serie)	Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV
EN 61196- 2 :1995	Cables para frecuencias radioeléctricas. Parte 2: Cables semirrigidos y coaxiales con aislamiento de politetrafluoretileno (PTFE). Especificación intermedia.
EN 61196-3:1999	Cables para frecuencias radioeléctricas. Parte 3: Especificación intermedia para cables coaxiales para redes locales.
EN 61196- 3- 2 :1998	Cables para radiofrecuencia. Parte 3-2: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos sólidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s.
EN 61196- 3- 3 :1998	Cables para radiofrecuencia. Parte 3-3: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos expandidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s.
CEI 60079-19 :1993	Material eléctrico para atmósferas explosivas de gas. Parte 19: Reparación y revisión del material empleado de atmósferas explosivas (excluidas las minas o la fabricación de explosivos)
CEI 60189-2 :1981	Cables e hilos para bajas frecuencias con aislamiento y cubierta de PVC. Cables con formación en pares, tríos, cuadretes y quintetes para instalaciones interiores.
CEI 60189-2/A1 :1989	Cables e hilos para bajas frecuencias con aislamiento y cubierta de PVC. Cables con formación en pares, tríos, cuadretes y quintetes para instalaciones interiores.
CEI 60189-2/A2 :1996	Cables e hilos para bajas frecuencias con aislamiento y cubierta de PVC. Cables con formación en pares, tríos, cuadretes y quintetes para instalaciones interiores.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO .....	2
2. INSTALADOR AUTORIZADO EN BAJA TENSION. ....	2
3. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN. ....	2
3.1 Categoría básica (IBTB).....	2
3.2 Categoría especialista (IBTE).....	2
4. CERTIFICADO DE CUALIFICACION INDIVIDUAL EN BAJA TENSIÓN. ....	3
5. AUTORIZACIÓN COMO INSTALADOR EN BAJA TENSIÓN.....	4
5.1 Requisitos.....	4
6. ACTUACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN EN COMUNIDADES AUTÓNOMAS DISTINTAS DE AQUELLA DONDE OBTUVIERON LA AUTORIZACION.....	6
7. OBLIGACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN. ....	6
APÉNDICE.....	8

## 1. OBJETO

La presente Instrucción Técnica Complementaria tiene por objeto desarrollar las previsiones del artículo 22 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estableciendo las condiciones y requisitos que deben observarse para la certificación de la competencia y la autorización administrativa correspondiente de los instaladores autorizados en el ámbito de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

## 2. INSTALADOR AUTORIZADO EN BAJA TENSION.

Instalador Autorizado en Baja Tensión es la persona física o jurídica que realiza, mantiene o repara las instalaciones eléctricas en el ámbito del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, habiendo sido autorizado para ello según lo prescrito en la presente Instrucción.

## 3. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN.

Los Instaladores autorizados en Baja Tensión se clasifican en las siguientes categorías:

### 3.1 Categoría básica (IBTB)

Los instaladores de esta categoría podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones eléctricas para baja tensión en edificios, industrias, infraestructuras y, en general, todas las comprendidas en el ámbito del presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que no se reserven a la categoría especialista (IBTE).

### 3.2 Categoría especialista (IBTE).

Los instaladores y empresas instaladoras de la categoría especialista podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones de la categoría Básica y, además, las correspondientes a:

- Sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios;
- sistemas de control distribuido;
- sistemas de supervisión, control y adquisición de datos;
- control de procesos;
- líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía;
- locales con riesgo de incendio o explosión;
- quirófanos y salas de intervención;
- lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares;
- instalaciones generadoras de baja tensión;

que estén contenidas en el ámbito del presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 3 de 3

En los certificados de cualificación individual y de instalador deberán constar expresamente la modalidad o modalidades de entre las citadas para las que se haya sido autorizado, caso de no serlo para la totalidad de las mismas.

#### 4. CERTIFICADO DE CUALIFICACION INDIVIDUAL EN BAJA TENSION.

##### 4.1. Concepto.

El Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión es el documento mediante el cual la Administración reconoce a su titular la capacidad personal para desempeñar alguna de las actividades correspondientes a las categorías indicadas en el apartado 3 de la presente Instrucción, identificándole ante terceros para ejercer su profesión en el ámbito del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Dicho certificado no capacita, por sí solo, para la realización de dicha actividad, sino que constituirá requisito previo para la obtención del Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión.

##### 4.2. Requisitos.

Para obtener el Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, las personas físicas deberán acreditar ante la Comunidad Autónoma donde radique el interesado:

- a) Encontrarse en edad legal laboral.
- b) Conocimientos teórico-prácticos de electricidad.

Sin perjuicio de lo previsto en la legislación sobre competencias profesionales, se entenderá que reúnen dichos conocimientos las personas que se encuentren en alguna de las siguientes situaciones:

- b.1) Técnicos de grado medio en equipos e instalaciones electrotécnicas, con 1 año de experiencia, como mínimo, en empresas de instalaciones eléctricas y habiendo realizado un curso de 40 horas impartido por una Entidad de Formación Autorizada en Baja Tensión;
- b.2) Técnicos de grado medio en equipos e instalaciones electrotécnicas, habiendo realizado un curso de 100 horas impartido por una Entidad de Formación Autorizada en Baja Tensión;
- b.3) Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas;
- b.4) Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas y experiencia de trabajo en empresas de instalaciones eléctricas;
- b.5) Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico .

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 4 de 4

b.6) Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico y experiencia de trabajo en empresas de instalaciones eléctricas;

Se admitirán las titulaciones declaradas por la Administración española competente como equivalentes a las mencionadas, así como las titulaciones equivalentes que se determinen por aplicación de la legislación comunitaria o de otros acuerdos internacionales con terceros países, ratificados por el Estado Español.

c) Haber superado un examen, ante dicha Comunidad Autónoma, en los siguientes casos:

c.1) teórico-práctico, en las situaciones b.1) y b.2);

c.2) práctico, en las situaciones b.3 y b.5),

sobre las disposiciones del Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes a la categoría en la que se desea obtener la cualificación, cuyos requisitos, criterios y contenidos mínimos podrán ser definidos mediante resolución del Organismo Competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

##### 4.3. Concesión y validez.

Cumplidos los requisitos de 4.2, la Comunidad Autónoma expedirá el correspondiente Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, con la anotación de la categoría o categorías correspondientes.

El Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión tendrá validez en todo el territorio español.

En caso de variación importante del Reglamento respecto del que constituyó la base para la concesión del certificado, y siempre que en la Disposición correspondiente se determine expresamente que, en razón de la misma, sea preciso hacerlo, el titular del certificado deberá solicitar la actualización del mismo, cumpliendo los requisitos que dicha Disposición establezca para ello. En caso de no hacerlo, el certificado solamente será válido para la reglamentación anterior, en tanto en cuanto no sea preciso aplicarla junto con las nuevas disposiciones.

#### 5. AUTORIZACION COMO INSTALADOR EN BAJA TENSION

##### 5.1 Requisitos.

Para obtener la autorización de Instalador en Baja Tensión, a que se refiere el apartado 2 de la presente Instrucción, deberán acreditarse ante la Comunidad Autónoma donde radiquen los interesados, los siguientes requisitos:



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 5 de 5

- a) Contar con los medios técnicos y humanos que se determinan en el Apéndice de la presente Instrucción, para las respectivas categorías;
- b) Tener suscrito seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros para la categoría básica y de 900.000 euros para la categoría especialista, cantidad que se actualizará anualmente, según la variación del índice de precios al consumo, certificada por el Instituto Nacional de Estadística. De dicha actualización se trasladará justificante al Organismo competente de la Comunidad;
- c) Estar dados de alta en el Impuesto de Actividades Económicas, en el epígrafe correspondiente;
- d) Estar incluidos en el censo de obligaciones tributarias;
- e) Estar dados de alta en el correspondiente régimen de la Seguridad Social;
- f) En el caso de las personas jurídicas, estar constituidas legalmente. Además, deberán aportarse, cumplimentados con los datos de la entidad, los carnets identificativos de las personas físicas dotadas de Certificados de cualificación individual.

## 5.2. Concesión y validez.

5.2.1. El Organismo competente de la Comunidad Autónoma, en caso de que se cumplan los requisitos indicados en el apartado anterior, expedirá el correspondiente Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión, en el cual constará la categoría o categorías que comprenda. Además, constará en el certificado la advertencia de que el mismo no tendrá validez si el instalador no ha sido inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales, para lo cual deberá reservarse un apartado en el certificado para su cumplimentación por el Registro.

En el caso de personas jurídicas se diligenciarán por la Comunidad Autónoma, asimismo, los carnets individuales identificativos.

5.2.2. El Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión tendrá validez en todo el territorio español, y por un período inicial de 5 años, siempre y cuando se mantengan las condiciones que permitieron su concesión.

Se renovará, por un período igual al inicial, siempre que el Instalador autorizado lo solicite al Organismo competente de la Comunidad Autónoma con anterioridad a los 3 meses previos inmediatos a la finalización de su vigencia, y se acredite el mantenimiento de las condiciones que dieron lugar a su anterior autorización.

Si el Organismo competente no resolviese sobre la renovación antes de la fecha de caducidad de la autorización, o en los 3 meses posteriores, aquélla se considerará concedida.

5.2.3 Cualquier variación en las condiciones y requisitos establecidos para la concesión del certificado deberá ser comunicada al Organismo competente de la

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 6 de 6

Comunidad Autónoma, en el plazo de un mes, si no afecta a la validez del mismo. En caso de que dicha variación supusiera dejar de cumplir los requisitos necesarios para la concesión del certificado, la comunicación deberá ser realizada en el plazo de 15 días inmediatos posteriores a producirse la incidencia, a fin de que el Organismo competente de la Comunidad Autónoma, a la vista de las circunstancias, pueda determinar la cancelación del mismo o, en su caso, la suspensión o prórroga condicionada de la actividad, en tanto se restablezcan los referidos requisitos.

La falta de notificación en el plazo señalado en el párrafo anterior, podrá suponer, además de las posibles sanciones que figuran en el Reglamento, la inmediata suspensión cautelar del certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión.

Asimismo, el certificado de instalador o de persona jurídica autorizada en Baja Tensión podrá quedar anulado, previo el correspondiente expediente, en caso de que se faciliten, cedan o enajenen certificados de instalación de obras no realizadas por el instalador autorizado.

## 6. ACTUACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION EN COMUNIDADES AUTÓNOMAS DISTINTAS DE AQUELLA DONDE OBTUVIERON LA AUTORIZACION.

Antes de comenzar su actividad en una Comunidad Autónoma distinta de aquélla que les concedió el certificado, los Instaladores Autorizados en Baja Tensión deberán comunicarlo al Organismo competente de la Comunidad Autónoma correspondiente, aportando copia legal de dicho certificado.

## 7. OBLIGACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION.

Los Instaladores Autorizados en Baja Tensión deben, en sus respectivas categorías:

- a) Ejecutar, modificar, ampliar, mantener o reparar las instalaciones que les sean adjudicadas o confiadas, de conformidad con la normativa vigente y con la documentación de diseño de la instalación, utilizando, en su caso, materiales y equipos que sean conformes a la legislación que les sea aplicable.
- b) Efectuar las pruebas y ensayos reglamentarios que les sean atribuidos.
- c) Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.
- d) Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.
- e) Coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y con los usuarios las operaciones que impliquen interrupción del suministro.
- f) Notificar a la Administración competente los posibles incumplimientos reglamentarios de materiales o instalaciones, que observasen en el desempeño de su actividad. En caso de peligro manifiesto, darán cuenta inmediata de ello a los usuarios y, en su caso, a la empresa suministradora, y pondrá la circunstancia en conocimiento del Organismo competente de la Comunidad Autónoma en el plazo máximo de 24 horas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 7 de 7

- g) Asistir a las inspecciones establecidas por el Reglamento, o las realizadas de oficio por la Administración, si fuera requerido por el procedimiento.
- h) Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.
- i) Informar a la Administración competente sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.
- j) Conservar a disposición de la Administración, copia de los contratos de mantenimiento al menos durante los 5 años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 8 de 8

### Apéndice

## MEDIOS MÍNIMOS, TÉCNICOS Y HUMANOS, REQUERIDOS PARA LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION.

### 1. Medios humanos

Al menos una persona dotada de Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, de categoría igual a cada una de las del Instalador Autorizado en Baja Tensión, si es el caso, en la plantilla de la entidad, a jornada completa. En caso de que una misma persona ostente dichas categorías, bastará para cubrir el presente requisito.

Operarios cualificados, en número máximo de 10 por cada persona dotada de Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, o por cada Técnico superior en instalaciones electrotécnicas o por cada Titulado de Escuelas Técnicas de grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico.

### 2. Medios técnicos

#### 2.1 Categoría Básica

2.1.1 Local: 25 m<sup>2</sup>.

2.1.1. Equipos:

- Telurómetro;
- Medidor de aislamiento, según ITC MIE-BT 19;
- Multímetro o tenaza, para las siguientes magnitudes:
  - Tensión alterna y continua hasta 500 V;
  - Intensidad alterna y continua hasta 20 A;
  - Resistencia;
- Medidor de corrientes de fuga, con resolución mejor o igual que 1 mA;
- Detector de tensión;
- Analizador - registrador de potencia y energía para corriente alterna trifásica, con capacidad de medida de las siguientes magnitudes: potencia activa; tensión alterna; intensidad alterna; factor de potencia;
- Equipo verificador de la sensibilidad de disparo de los interruptores diferenciales, capaz de verificar la característica intensidad - tiempo;
- Equipo verificador de la continuidad de conductores;
- Medidor de impedancia de bucle, con sistema de medición independiente o con compensación del valor de la resistencia de los cables de prueba y con una resolución mejor o igual que 0,1  $\Omega$ ;
- Herramientas comunes y equipo auxiliar;
- Luxómetro con rango de medida adecuado para el alumbrado de emergencia

#### 2.2. Categoría Especialista

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION	ITC-BT-03
		Página 9 de 9

Además de los medios anteriores, deberán contar con los siguientes, según proceda:

- Analizador de redes, de armónicos y de perturbaciones de red;
- electrodos para la medida del aislamiento de los suelos;
- aparato comprobador del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento de los quirófanos;

### **2.3 Herramientas, equipos y medios de protección individual.**

Estarán de acuerdo con la normativa vigente y las necesidades de la instalación.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-BT-04
		Página 1 de 6

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-BT-04
		Página 2 de 6

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO .....	2
2. DOCUMENTACION DE LAS INSTALACIONES.....	2
2.1 Proyecto.....	2
2.2 Memoria Técnica de Diseño.....	2
3. INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO.....	3
4. INSTALACIONES QUE REQUIEREN MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO.....	4
5. EJECUCION Y TRAMITACION DE LAS INSTALACIONES.....	4
6. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.....	6

## 1. OBJETO

La presente Instrucción tiene por objeto desarrollar las prescripciones del artículo 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, determinando la documentación técnica que deben tener las instalaciones para ser legalmente puestas en servicio, así como su tramitación ante el Organismo competente de la Administración.

## 2. DOCUMENTACION DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones en el ámbito de aplicación del presente Reglamento deben ejecutarse sobre la base de una documentación técnica que, en función de su importancia, deberá adoptar una de las siguientes modalidades:

### 2.1 Proyecto

Cuando se precise proyecto, de acuerdo con lo establecido en el apartado 3, éste deberá ser redactado y firmado por técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias. El proyecto de instalación se desarrollará, bien como parte del proyecto general del edificio, bien en forma de uno o varios proyectos específicos.

En la memoria del proyecto se expresarán especialmente:

- Datos relativos al propietario;
- Emplazamiento, características básicas y uso al que se destina;
- Características y secciones de los conductores a emplear;
- Características y diámetros de los tubos para canalizaciones;
- Relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia, sistemas y dispositivos de seguridad adoptados y cuantos detalles sean necesarios de acuerdo con la importancia de la instalación proyectada y para que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones del Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado;
- Cálculos justificativos del diseño.

Los planos serán los suficientes en número y detalle, tanto para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones, como para que la Empresa instaladora que ejecute la instalación disponga de todos los datos necesarios para la realización de la misma.

### 2.2 Memoria Técnica de Diseño.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-BT-04
		Página 3 de 6

La Memoria Técnica de Diseño (MTD) se redactará sobre impresos, según modelo determinado por el Organismo competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de proporcionar los principales datos y características de diseño de las instalaciones. El instalador autorizado para la categoría de la instalación correspondiente o el técnico titulado competente que firme dicha Memoria será directamente responsable de que la misma se adapte a las exigencias reglamentarias.

En especial, se incluirán los siguientes datos:

- Los referentes al propietario;
- Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia;
- Emplazamiento de la instalación;
- Uso al que se destina;
- Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia;
- Cálculos justificativos de las características de la línea general de alimentación, derivaciones individuales y líneas secundarias, sus elementos de protección y sus puntos de utilización;
- Pequeña memoria descriptiva;
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado;

### 3. INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO.

3.1 Para su ejecución, precisan elaboración de proyecto las nuevas instalaciones siguientes:

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
a	Las correspondientes a industrias, en general	P>20 kW
b	Las correspondientes a: - Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión; - Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	P>10 kW
c	Las correspondientes a: - Locales mojados; - generadores y convertidores; - conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	P>10 kW
d	- de carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción. - de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos;	P>50 kW
e	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja gral. de protección
f	Las correspondientes a viviendas unifamiliares	P>50 kW
g	Las de garajes que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación
h	Las de garajes que disponen de ventilación natural	De más de 5 plazas de estacionamiento
i	Las correspondientes a locales de pública concurrencia;	Sin límite

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-BT-04
		Página 4 de 6

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
j	Las correspondientes a: - Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión; - Máquinas de elevación y transporte; - Las que utilicen tensiones especiales; - Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de Baja tensión según lo establecido en la ITC-BT 44; - Cercas eléctricas; - Redes aéreas o subterráneas de distribución;	Sin límite de potencia
k	- Instalaciones de alumbrado exterior.	P > 5 kW
l	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	Sin límite
m	Las de quirófanos y salas de intervención	Sin límite
n	Las correspondientes a piscinas y fuentes.	P > 5 kW
o	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda

( P = Potencia prevista en la instalación, teniendo en cuenta lo estipulado en la **ITC-BT-10**)

3.2 Asimismo, requerirán elaboración de proyecto las ampliaciones y modificaciones de las instalaciones siguientes:

- a) Las ampliaciones de las instalaciones de los tipos (b,c,g,i,j,l,m) y modificaciones de importancia de las instalaciones señaladas en 3.1;
- b) Las ampliaciones de las instalaciones que, siendo de los tipos señalados en 3.1. no alcanzasen los límites de potencia prevista establecidos para las mismas, pero que los superan al producirse la ampliación.
- c) Las ampliaciones de instalaciones que requirieron proyecto originalmente si en una o en varias ampliaciones se supera el 50 % de la potencia prevista en el proyecto anterior.

3.3 Si una instalación esta comprendida en más de un grupo de los especificados en 3.1, se le aplicará el criterio más exigente de los establecidos para dichos grupos

### 4. INSTALACIONES QUE REQUIEREN MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO.

Requerirán Memoria Técnica de Diseño todas las instalaciones - sean nuevas, ampliaciones o modificaciones - no incluidas en los grupos indicados en el apartado 3.

### 5. EJECUCION Y TRAMITACION DE LAS INSTALACIONES.

5.1 Todas las instalaciones en el ámbito de aplicación del Reglamento deben ser efectuadas por los instaladores autorizados en baja tensión a los que se refiere la Instrucción Técnica complementaria **ITC-BT-03**.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-BT-04
		Página 5 de 6

En el caso de instalaciones que requirieron Proyecto, su ejecución deberá contar con la dirección de un técnico titulado competente.

Si, en el curso de la ejecución de la instalación, el instalador autorizado considerase que el Proyecto o Memoria Técnica de Diseño no se ajusta a lo establecido en el Reglamento, deberá, por escrito, poner tal circunstancia en conocimiento del autor de dichos Proyecto o Memoria, y del propietario. Si no hubiera acuerdo entre las partes se someterá la cuestión al Organismo competente de la Comunidad Autónoma, para que ésta resuelva en el más breve plazo posible.

**5.2** Al término de la ejecución de la instalación, el instalador autorizado realizará las verificaciones que resulten oportunas, en función de las características de aquella, según se especifica en la **ITC-BT-05** y en su caso todas las que determine la dirección de obra.

**5.3** Asimismo, las instalaciones que se especifican en la **ITC-BT-05**, deberán ser objeto de la correspondiente Inspección Inicial por Organismo de Control.

**5.4** Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial a que se refieren los puntos anteriores, instalador autorizado deberá emitir un Certificado de Instalación, según modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

- a) los datos referentes a las principales características de la instalación;
- b) la potencia prevista de la instalación.;
- c) en su caso, la referencia del certificado del Organismo de Control que hubiera realizado con calificación de resultado favorable, la inspección inicial;
- d) identificación del instalador autorizado responsable de la instalación;
- e) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la Compañía eléctrica, así como, según corresponda, con el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño.

**5.5** Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, el instalador autorizado deberá presentar ante el Organismo competente de la Comunidad Autónoma, al objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el Certificado de Instalación con su correspondiente anexo de información al usuario, por quintuplicado, al que se acompañará, según el caso, el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño, así como el certificado de Dirección de Obra firmado por el correspondiente técnico titulado competente, y el certificado de inspección inicial con calificación de resultado favorable, del Organismo de Control, si procede.

El Organismo competente de la Comunidad Autónoma deberá diligenciar las copias del Certificado de Instalación y, en su caso, del certificado de inspección inicial, devolviendo cuatro al instalador autorizado, dos para sí y las otras dos para la propiedad, a fin de que ésta pueda, a su vez, quedarse con una copia y entregar la otra a la Compañía eléctrica, requisito sin el cual ésta no podrá suministrar energía a la instalación, salvo lo indicado en el Artículo 18.3 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-BT-04
		Página 6 de 6

## 5.6 Instalaciones temporales en ferias, exposiciones y similares.

Cuando en este tipo de eventos exista para toda la instalación de la feria o exposición una Dirección de Obra común, podrán agruparse todas las documentaciones de las instalaciones parciales de alimentación a los distintos stands o elementos de la feria, exposición, etc., y presentarse de una sola vez ante el Organismo competente de la Comunidad Autónoma, bajo una certificación de instalación global firmada por el responsable técnico de la Dirección mencionada.

Cuando se trate de montajes repetidos idénticos, se podrá prescindir de la documentación de diseño, tras el registro de la primera instalación, haciendo constar en el certificado de instalación dicha circunstancia, que será válida durante un año, siempre que no se produjeran modificaciones significativas, entendiéndose como tales las que afecten a la potencia prevista, tensiones de servicio y utilización y a los elementos de protección contra contactos directos e indirectos y contra sobrecargas y sobretensiones .

## 6. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.

El titular de la instalación deberá solicitar el suministro de energía a la Empresas suministradora mediante entrega del correspondiente ejemplar del certificado de instalación.

La Empresa suministradora podrá realizar, a su cargo, las verificaciones que considere oportunas, en lo que se refiere al cumplimiento de las prescripciones del presente Reglamento.

Cuando los valores obtenidos en la indicada verificación sean inferiores o superiores a los señalados respectivamente para el aislamiento y corrientes de fuga en la **ITC-BT-19**, las Empresas suministradoras no podrán conectar a sus redes las instalaciones receptoras.

En esos casos, deberán extender un Acta, en la que conste el resultado de las comprobaciones, la cual deberá ser firmada igualmente por el titular de la instalación, dándose por enterado. Dicha acta, en el plazo más breve posible, se pondrá en conocimiento del Organismo competente de la Comunidad Autónoma, quien determinará lo que proceda.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	VERIFICACIONES E INSPECCIONES	ITC-BT-05
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO .....	2
2. AGENTES INTERVINIENTES.....	2
3. VERIFICACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO. ....	2
4. INSPECCIONES.....	2
4.1 Inspecciones iniciales.....	2
4.2 Inspecciones periódicas.....	3
5. PROCEDIMIENTO.....	3
6. CLASIFICACION DE DEFECTOS. ....	4
6.1 Defecto Muy Grave.....	4
6.2 Defecto Grave.....	4
6.3 Defecto Leve.....	5

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	VERIFICACIONES E INSPECCIONES	ITC-BT-05
		Página 2 de 2

## 1. OBJETO

La presente Instrucción tiene por objeto desarrollar las previsiones de los artículos 18 y 20 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**, en relación con las verificaciones previas a la puesta en servicio e inspecciones de las instalaciones eléctricas incluidas en su campo de aplicación.

## 2. AGENTES INTERVINIENTES.

2.1. Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.

2.2. De acuerdo con lo indicado en el artículo 20 del **Reglamento**, sin perjuicio de las atribuciones que, en cualquier caso, ostenta la Administración Pública, los agentes que lleven a cabo las inspecciones de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión deberán tener la condición de Organismos de Control, según lo establecido en el **Real Decreto 2.200/1995**, de 28 de diciembre, acreditados para este campo reglamentario.

## 3. VERIFICACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.

Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma **UNE 20.460** -6-61.

## 4. INSPECCIONES.

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia que se citan a continuación, deberán ser objeto de inspección por un Organismo de Control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Las inspecciones podrán ser:

- Iniciales: Antes de la puesta en servicio de las instalaciones.
- Periódicas;

### 4.1 Inspecciones iniciales.

Serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Organismo competente de la Comunidad Autónoma, las siguientes instalaciones:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	VERIFICACIONES E INSPECCIONES	ITC-BT-05
		Página 3 de 3

- a) Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW;
- b) Locales de Pública Concurrencia;
- c) Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas;
- d) Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW;
- e) Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW;
- g) Quirófanos y salas de intervención;
- h) Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 5 kW.

#### 4.2 Inspecciones periódicas.

Serán objeto de inspecciones periódicas, cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, según el punto 4.1 anterior, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.

#### 5. PROCEDIMIENTO.

5.1. Los Organismos de Control realizarán la inspección de las instalaciones sobre la base de las prescripciones que establezca el Reglamento de aplicación y, en su caso, de lo especificado en la documentación técnica, aplicando los criterios para la clasificación de defectos que se relacionan en el apartado siguiente. La empresa instaladora, si lo estima conveniente, podrá asistir a la realización de estas inspecciones.

5.2. Como resultado de la inspección, el Organismo de Control emitirá un Certificado de Inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación, que podrá ser:

5.2.1 Favorable: Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección; Asimismo, podrán servir de base a efectos estadísticos y de control del buen hacer de las empresas instaladoras.

5.2.2 Condicionada: Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:

- a) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
- b) A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de Control deberá remitir el

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	VERIFICACIONES E INSPECCIONES	ITC-BT-05
		Página 4 de 4

Certificado con la calificación negativa al Organismo competente de la Comunidad Autónoma.

5.2.3 Negativa: Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:

- a) Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
- b) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al Organismo competente de la Comunidad Autónoma.

#### 6. CLASIFICACION DE DEFECTOS.

Los defectos en las instalaciones se clasificarán en: Defectos muy graves, defectos graves y defectos leves.

##### 6.1 Defecto Muy Grave.

Es todo aquél que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.

Se consideran tales los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligros que se pretenden evitar con tales medidas, en relación con:

- Contactos directos, en cualquier tipo de instalación;
- Locales de pública concurrencia;
- Locales con riesgo de incendio o explosión;
- Locales de características especiales;
- Instalaciones con fines especiales;
- Quirófanos y salas de intervención.

##### 6.2 Defecto Grave.

Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo y con carácter no exhaustivo, se consideran los siguientes defectos graves:

- Falta de conexiones equipotenciales, cuando éstas fueran requeridas;
- Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos;
- Falta de aislamiento de la instalación;
- Falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de instalación;
- Falta de continuidad de los conductores de protección;



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	VERIFICACIONES E INSPECCIONES	ITC-BT-05
		Página 5 de 5

- Valores elevados de resistencia de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas.
- Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas;
- Sección insuficiente de los conductores de protección;
- Existencia de partes o puntos de la instalación cuya defectuosa ejecución pudiera ser origen de averías o daños;
- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados;
- Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas;
- Falta de identificación de los conductores "neutro" y "de protección";
- Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes.
- Ampliaciones o modificaciones de una instalación que no se hubieran tramitado según lo establecido en la **ITC -BT 04**.
- Carencia del número de circuitos mínimos estipulados
- La sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

### 6.3 Defecto Leve.

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. MATERIALES .....	2
1.1 Conductores .....	2
1.1.1 Conductores aislados .....	2
1.1.2 Conductores desnudos .....	2
1.2 Aisladores .....	2
1.3 Accesorios de sujeción .....	2
1.4 Apoyos .....	3
1.5 Tirantes y tornapuntas .....	3
2. CÁLCULO MECÁNICO .....	3
2.1 Acciones a considerar en el cálculo .....	3
2.2 Conductores .....	4
2.2.1 Tracción máxima admisible .....	4
2.2.2 Flecha máxima .....	4
2.3 Apoyos .....	5
3. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	5
3.1 Instalación de conductores aislados .....	5
3.1.1 Cables posados .....	6
3.1.2 Cables tensados .....	6
3.2 Instalación de conductores desnudos .....	7
3.2.1 Distancia de los conductores desnudos al suelo y zonas de protección de las edificaciones .....	7
3.2.2 Separación mínima entre conductores desnudos y entre éstos y los muros o paredes de edificaciones .....	9
3.3 Empalmes y conexiones de conductores. Condiciones mecánicas y eléctricas de los mismos .....	10
3.4 Sección mínima del conductor neutro .....	11
3.5 Identificación del conductor neutro .....	11
3.6 Continuidad del conductor neutro .....	11
3.7 Puesta a tierra del neutro .....	11
3.8 Instalación de apoyos .....	12
3.9 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos .....	12
3.9.1 Cruzamientos .....	12
3.9.2 Proximidades y paralelismos .....	15
4. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES POR LOS CONDUCTORES. ....	17
4.1 Generalidades .....	17
4.2 Cables formados por conductores aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz, a espiral visible .....	17
4.2.1 Intensidades máximas admisibles .....	17
4.2.2 Factores de corrección .....	18
4.2.3 Intensidades máximas de cortocircuito admisible en los conductores de los cables. ....	20
4.3 Conductores desnudos de cobre y aluminio. ....	20
4.4 Otros cables u otros sistemas de instalación .....	20

## 1. MATERIALES

### 1.1 Conductores

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas y serán preferentemente aislados

#### 1.1.1 Conductores aislados

Los conductores aislados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV tendrán un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias especificadas en la norma **UNE 21.030**.

La sección mínima permitida en los conductores de aluminio será de 16 mm<sup>2</sup>, y en los de cobre de 10 mm<sup>2</sup>. La sección mínima correspondiente a otros materiales será la que garantice una resistencia mecánica y conductividad eléctrica no inferiores a las que corresponden a los de cobre anteriormente indicados.

#### 1.1.2 Conductores desnudos

Los conductores desnudos serán resistentes a las acciones de la intemperie y su carga de rotura mínima a la tracción será de 410 daN debiendo satisfacer las exigencias especificadas en las normas **UNE 21.012** o **UNE 21.018** según que los conductores sean de Cobre o de Aluminio.

Se considerarán como conductores desnudos aquellos conductores aislados para una tensión nominal inferior a 0,6/1 kV.

Su utilización tendrá carácter especial debidamente justificado, excluyendo el caso de zonas de arbolado o con peligro de incendio.

### 1.2 Aisladores

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer la misma resistencia a los esfuerzos mecánicos y poseer el nivel de aislamiento de los aisladores de porcelana o vidrio.

La fijación de los aisladores a sus soportes se efectuará mediante roscado o cementación a base de sustancias que no ataquen ninguna de las partes, y que no sufran variaciones de volumen que puedan afectar a los propios aisladores o a la seguridad de su fijación.

### 1.3 Accesorios de sujeción

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 3 de 3

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 4 de 4

Los accesorios que se empleen en las redes aéreas deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y envejecimiento, y resistirán los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al dispositivo de anclaje donde estén instalados.

#### 1.4 Apoyos

Los apoyos podrán ser metálicos, de hormigón, madera o de cualquier otro material que cuente con la debida autorización de la Autoridad competente, y se dimensionarán de acuerdo con las hipótesis de cálculo indicadas en el apartado 2.3 de la presente instrucción. Deberán presentar una resistencia elevada a las acciones de la intemperie, y en el caso de no presentarla por si mismos deberán recibir los tratamientos adecuados para tal fin.

#### 1.5 Tirantes y tornapuntas

Los tirantes estarán constituidos por varillas o cables metálicos, debidamente protegidos contra la corrosión, y tendrán una carga de rotura mínima de 1.400 daN

Los tornapuntas, podrán ser metálicos, de hormigón, madera o cualquier otro material capaz de soportar los esfuerzos a que estén sometidos, debiendo estar debidamente protegidos contra las acciones de la intemperie.

Deberá restringirse el empleo de tirantes y tornapuntas.

## 2. CÁLCULO MECÁNICO

### 2.1 Acciones a considerar en el cálculo

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la red, cualquiera que sea su naturaleza, se efectuará con los supuestos de acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y condiciones que se fijan en los apartados siguientes:

Como cargas permanentes se considerarán las cargas verticales debidas al propio peso de los distintos elementos: conductores, aisladores, accesorios de sujeción y apoyos.

Se considerarán las sobrecargas debidas a la presión del viento siguientes:

- Sobre conductores: 50 daN/m<sup>2</sup>
- Sobre superficies planas: 100 daN/m<sup>2</sup>
- Sobre superficies cilíndricas de apoyos: 70 daN/m<sup>2</sup>

La acción del viento sobre los conductores no se tendrá en cuenta en aquellos lugares en que por la configuración del terreno, o la disposición de las edificaciones, actúe en el sentido longitudinal de la línea.

A los efectos de las sobrecargas motivadas por el hielo se clasificará el país en tres zonas:

- Zona A: La situada a menos de 500 m de altitud sobre el nivel del mar. No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

- Zona B: La situada a una altitud comprendida entre 500 y 1000 m. Los conductores desnudos se considerarán sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor  $180\sqrt{d}$  gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor en mm. En los cables en haz la sobrecarga se considerará de  $60\sqrt{d}$  gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del cable en haz en mm. A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del conductor de fase.

- Zona C: La situada a una altitud superior a 1000 m. Los conductores desnudos se considerarán sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor  $360\sqrt{d}$  gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor en mm. En los cables en haz la sobrecarga se considerará de  $120\sqrt{d}$  gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del cable en haz en mm. A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del conductor de fase.

### 2.2 Conductores

#### 2.2.1 Tracción máxima admisible

La tracción máxima admisible de los conductores no será superior a su carga de rotura dividida por 2,5 considerándolos sometidos a la hipótesis más desfavorable de las siguientes:

Zona A:

- a) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento, a la temperatura de 15°C.
- b) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento dividida por 3, a la temperatura de 0°C

Zona B y C:

- a) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento, a la temperatura de 15°C.
- b) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, a la temperatura de 0°C.

#### 2.2.2 Flecha máxima

Se adoptará como flecha máxima de los conductores el mayor valor resultante de la comparación entre las dos hipótesis correspondientes a la zona climatológica que se considere, y a una tercera hipótesis de temperatura (válida para las tres zonas),

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 5 de 5

consistente en considerar los conductores sometidos a la acción de su propio peso y a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y las de servicio de la red. Esta temperatura no será inferior a 50°C.

### 2.3 Apoyos

Para el cálculo mecánico de los apoyos se tendrán en cuenta las hipótesis indicadas en la Tabla 1, según la función del apoyo y de la zona.

Tabla 1. Cargas para el cálculo mecánico de los apoyos

Función del apoyo	ZONA A		ZONAS B y C	
	Hipótesis de viento a la temperatura de 15°C	Hipótesis de temperatura a 0°C con 1/3 de viento	Hipótesis de viento a la temperatura de 15°C	Hipótesis de hielo según zona y temperatura de 0°C
Alineación	Cargas permanentes	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones	Cargas permanentes	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones
Angulo	Cargas permanentes. Resultante de ángulo			
Estrellamiento	Cargas permanentes. 2/3 resultante	Cargas permanentes. Total resultante	Cargas permanentes. 2/3 resultante	Cargas permanentes. Total resultante
Fin de línea	Cargas permanentes. Tracción total de conductores			

Cuando los vanos sean inferiores a 15 m, las cargas permanentes tienen muy poca influencia, por lo que en general se puede prescindir de las mismas en el cálculo.

El coeficiente de seguridad a la rotura será distinto en función del material de los apoyos según la tabla 2.

Tabla 2. Coeficiente de seguridad a la rotura en función del material de los apoyos

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A LA ROTURA	
MATERIAL DEL APOYO	COEFICIENTE
Metálico	1,5
Hormigón armado vibrado	2,5
Madera	3,5
Otros materiales no metálicos	2,5
NOTA.- En el caso de apoyos metálicos o de hormigón armado vibrado cuya resistencia mecánica se haya comprobado mediante ensayos en verdadera magnitud, los coeficientes de seguridad podrán reducirse a 1,45 y 2 respectivamente	

Cuando por razones climatológicas extraordinarias hayan de suponerse temperaturas o manguitos de hielo superiores a los indicados, será suficiente comprobar que los esfuerzos resultantes son inferiores al límite elástico

## 3. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 3.1 Instalación de conductores aislados

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 6 de 6

Los conductores dotados de envolventes aislantes, cuya tensión nominal sea inferior a 0,6/1 kV se considerarán, a efectos de su instalación, como conductores desnudos. (Apartado 3.2).

Los conductores aislados de tensión nominal 0,6/1 kV. (UNE 21.030) podrán instalarse como:

#### 3.1.1 Cables posados

Directamente posados sobre fachadas o muros, mediante abrazaderas fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie. Los conductores se protegerán adecuadamente en aquellos lugares en que puedan sufrir deterioro mecánico de cualquier índole.

En los espacios vacíos (cables no posados en fachada o muro) los conductores tendrán la condición de tensados y se registrarán por lo indicado en el apartado 3.1.2.

En general deberá respetarse una altura mínima al suelo de 2,5 metros. Lógicamente, si se produce una circunstancia particular como la señalada en el párrafo anterior, la altura mínima deberá ser la señalada en los puntos 3.1.2 y 3.9 para cada caso en particular. En los recorridos por debajo de ésta altura mínima al suelo (por ejemplo, para acometidas) deberán protegerse mediante elementos adecuados, conforme a lo indicado en el apartado 1.2.1 de la ITC -BT 11, evitándose que los conductores pasen por delante de cualquier abertura existente en las fachadas o muros.

En las proximidades de aberturas en fachadas deben respetarse las siguientes distancias mínimas:

- Ventanas: 0,30 metros al borde superior de la abertura y 0,50 metros al borde inferior y bordes laterales de la abertura.
- Balcones: 0,30 metros al borde superior de la abertura y 1,00 metros a los bordes laterales del balcón.

Se tendrán en cuenta la existencia de salientes o marquesinas que puedan facilitar el posado de los conductores, pudiendo admitir, en éstos casos, una disminución de las distancias antes indicadas.

Así mismo se respetará una distancia mínima de 0,05 metros a los elementos metálicos presentes en las fachadas, tales como escaleras, a no ser que el cable disponga de una protección conforme a lo indicado en el apartado 1.2.1 de la ITC -BT 11.

#### 3.1.2 Cables tensados

Los cables con neutro fiador, podrán ir tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a éstos efectos el aislamiento como elemento resistente. Para el resto de los cables tensados se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado, cuya resistencia a la rotura será, como mínimo, de 800 daN, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 7 de 7

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 8 de 8

Distancia al suelo: 4 m, salvo lo especificado en el apartado 3.9 para cruzamientos.

### 3.2 Instalación de conductores desnudos

Los conductores desnudos irán fijados a los aisladores de forma que quede asegurada su posición correcta en el aislador y no ocasione un debilitamiento apreciable de la resistencia mecánica del mismo, ni produzcan efectos de corrosión.

La fijación de los conductores al aislador debe hacerse preferentemente, en la garganta lateral del mismo, por la parte próxima al apoyo, y en el caso de ángulos, de manera que el esfuerzo mecánico del conductor esté dirigido hacia el aislador.

Cuando se establezcan derivaciones, y salvo que se utilicen aisladores especialmente concebidos para ellas, deberá colocarse un sólo conductor por aislador.

Cuando se trate de redes establecidas por encima de edificaciones o sobre apoyos fijados a las fachadas, el coeficiente de seguridad de la tracción máxima admisible de los conductores deberá ser superior, en un 25 por ciento, a los valores indicados en el apartado 2.2.1.

#### 3.2.1 Distancia de los conductores desnudos al suelo y zonas de protección de las edificaciones

Los conductores desnudos mantendrán, en las condiciones más desfavorables, las siguientes distancias respecto al suelo y a las edificaciones:

##### 3.2.1.1 Al suelo

4 m, salvo lo especificado en el apartado 3.9 para cruzamientos.

##### 3.2.1.2 En edificios no destinados al servicio de distribución de la energía

Los conductores se instalarán fuera de una zona de protección, limitada por los planos que se señalan:

- Sobre los tejados: Un plano paralelo al tejado, con una distancia vertical de 1,80 m del mismo, cuando se trate de conductores no puestos a tierra, y de 1,50 m cuando lo estén; así mismo para cualquier elemento que se encontrase instalado, o que se instale en el tejado, se respetarán las mismas distancias que las indicadas en la figura 1 para las chimeneas.

Cuando la inclinación del tejado sea superior a 45 grados sexagesimales, el plano limitante de la zona de protección deberá considerarse a 1 metro de separación entre ambos.

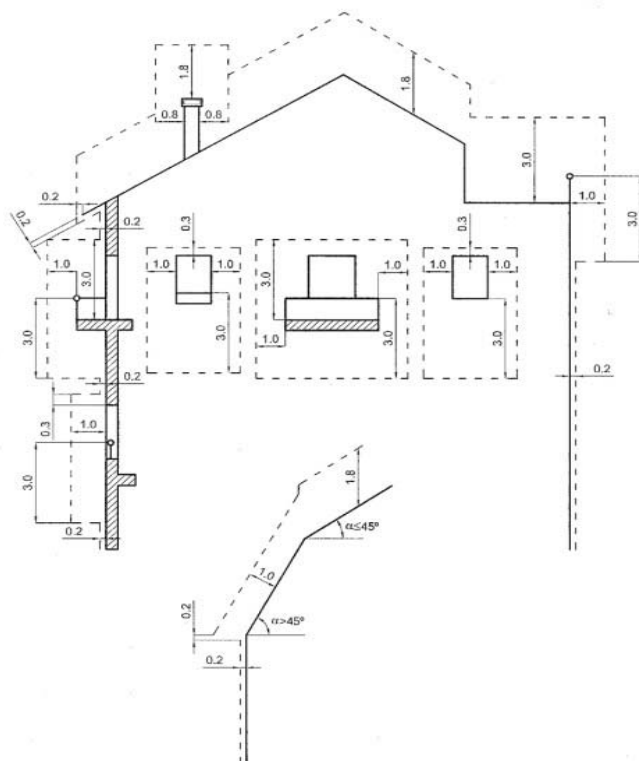
- Sobre terrazas y balcones: Un plano paralelo al suelo de la terraza o balcón, y a una distancia del mismo de 3 metros.

- En fachadas: La zona de protección queda limitada:

- a) Por un plano vertical paralelo al muro de fachada sin aberturas, situado a 0,20 metros del mismo.
- b) Por un plano vertical paralelo al muro de fachada a una distancia de 1 metro de las ventanas, balcones, terrazas o cualquier otra abertura. Este plano vendrá, a su vez, limitado por los planos siguientes:
  - Un plano horizontal situado a una distancia vertical de 0,30 metros de la parte superior de la abertura de que se trate.
  - Dos planos verticales, uno a cada lado de la abertura, perpendicular a la fachada, y situados a 1 metro de distancia horizontal de los extremos de la abertura.
  - Un plano horizontal situado a 3 metros por debajo de los antepechos de las aberturas.

Los límites de ésta zona de protección se representan en la figura 1

Figura 1. Zona de protección en edificios para la instalación de líneas eléctricas de baja tensión con conductores desnudos.



Para vanos mayores de 50 m se aplicará la fórmula  $D=0,55\sqrt{F}$ , en la que F es la flecha máxima en metros.

En los apoyos en los que se establezcan derivaciones, la distancia entre cada uno de los conductores derivados y los conductores de polaridad diferente de la línea de donde aquellos se deriven podrá disminuirse hasta un 50 por ciento de los valores indicados anteriormente, con un mínimo de 0,10 metros.

Los conductores colocados sobre apoyos sujetos a fachadas de edificios estarán distanciados de éstas 0,20 metros como mínimo. Esta separación deberá aumentarse en función de los vanos, de forma que nunca pueda sobrepasarse la zona de protección señalada en el capítulo anterior, ni en el caso de los más fuertes vientos.

### 3.3 Empalmes y conexiones de conductores. Condiciones mecánicas y eléctricas de los mismos.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por ciento de su carga de rotura. No es admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.

En los empalmes y conexiones de conductores aislados, o de éstos con conductores desnudos, se utilizarán accesorios adecuados, resistentes a la acción de la intemperie y se colocarán de tal forma que eviten la penetración de la humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se conectarán en las proximidades de los soportes de línea, y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

Con conductores de distinta naturaleza, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

#### 3.2.2 Separación mínima entre conductores desnudos y entre éstos y los muros o paredes de edificaciones

Las distancias (D) entre conductores desnudos de polaridades diferentes serán, como mínimo las siguientes:

- |                              |        |
|------------------------------|--------|
| - En vanos hasta 4 metros    | 0,10 m |
| - En vanos de 4 a 6 metros   | 0,15 m |
| - En vanos de 6 a 30 metros  | 0,20 m |
| - En vanos de 30 a 50 metros | 0,30 m |

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 11 de 11

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 12 de 12

### 3.4 Sección mínima del conductor neutro

Dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución la sección mínima del conductor neutro será:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: la sección de neutro será como mínimo, la de la tabla 1 de la **ITC-BT-07**, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

En caso de utilizar conductor neutro de aleaciones de aluminio (por ejemplo ALMELEC), la sección a considerar será la equivalente, teniendo en cuenta las conductividades de los diferentes materiales.

### 3.5 Identificación del conductor neutro

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. En las líneas de conductores desnudos se admite que no lleve identificación alguna cuando éste conductor tenga distinta sección o cuando esté claramente diferenciado por su posición.

### 3.6 Continuidad del conductor neutro

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas, y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en éste caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

### 3.7 Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro de las líneas aéreas de redes de distribución de las compañías eléctricas se conectará a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación, en la forma prevista en el **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación**. Además, en los esquemas de distribución tipo TT y TN, el conductor neutro y el de protección para el esquema TN-S, deberán estar puestos a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 500 metros de longitud de línea. Para efectuar ésta puesta a tierra se elegirán, con preferencia, los puntos de donde partan las derivaciones importantes.

Quando, en los mencionados esquemas de distribución tipo, la puesta a tierra del neutro se efectúe en un apoyo de madera, los soportes metálicos de los aisladores correspondientes a los conductores de fase en éste apoyo estarán unidos al conductor neutro.

En las redes de distribución privadas, con origen en centrales de generación propia para las que se prevea la puesta a tierra del neutro, se seguirá lo especificado anteriormente para las redes de distribución de las compañías eléctricas.

### 3.8 Instalación de apoyos

Los apoyos estarán consolidados por fundaciones adecuadas o bien directamente empotrados en el terreno, asegurando su estabilidad frente a las sollicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo. En su instalación deberá observarse:

- Los postes de hormigón se colocarán en cimentaciones monolíticas de hormigón.
- Los apoyos metálicos serán cimentados en macizos de hormigón o mediante otros procedimientos avalados por la técnica (pernos, etc.). La cimentación deberá construirse de forma tal que facilite el deslizamiento del agua, y cubra, cuando existan, las cabezas de los pernos.
- Los postes de madera se colocarán directamente retacados en el suelo, y no se empotrarán en macizos de hormigón. Se podrán fijar a bases metálicas o de hormigón por medio de elementos de unión apropiados que permitan su fácil sustitución, quedando el poste separado del suelo 0,15 m, como mínimo.

### 3.9 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos

Las líneas eléctricas aéreas deberán cumplir las condiciones señaladas en los apartados 3.9.1. y 3.9.2 de la presente Instrucción.

#### 3.9.1 Cruzamientos

Las líneas deberán presentar, en lo que se refiere a los vanos de cruce con las vías e instalaciones que se señalan, las condiciones que para cada caso se indican.

##### 3.9.1.1 Con líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

De acuerdo con lo dispuesto en el **Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión**, la línea de baja tensión deberá cruzar por debajo de la línea de alta tensión.

La mínima distancia vertical "d" entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior, en metros, a:

$$d \geq 1,5 + \frac{U + L1 + L2}{100}$$

donde:

U = Tensión nominal, en kV, de la línea de alta tensión.

L1 = Longitud, en metros, entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de alta tensión.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 13 de 13

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 14 de 14

L2 = Longitud, en metros, entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de baja tensión.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de baja tensión tenga componente vertical ascendente se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o accesorios de sujeción.

Podrán realizarse cruces sin que la línea de alta tensión reúna ninguna condición especial cuando la línea de baja tensión esté protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de alta tensión, en el caso de que éstos se rompieran o desprendieran. Los cables de protección serán de acero galvanizado, y estarán puestos a tierra.

En caso de que por circunstancias singulares sea necesario que la línea de baja tensión cruce por encima de la de alta tensión será preciso recabar autorización expresa del Organismo competente de la Administración, debiendo tener presentes, para realizar estos cruzamientos, todas las precauciones y criterios expuestos en el citado Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

#### 3.9.1.2 Con otras líneas eléctricas aéreas de baja tensión.

Cuando alguna de las líneas sea de conductores desnudos, establecidas en apoyos diferentes, la distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será superior a 0,50 metros, y si el cruzamiento se realiza en apoyo común esta distancia será la señalada en el punto 3.2.2 para los apoyos de derivación. Cuando las dos líneas sean aisladas podrán estar en contacto.

#### 3.9.1.3 Con líneas aéreas de telecomunicación.

Las líneas de baja tensión, con conductores desnudos, deberán cruzar por encima de las de telecomunicación. Excepcionalmente podrán cruzar por debajo, debiendo adoptarse en este caso una de las soluciones siguientes:

- Colocación entre las líneas de un dispositivo de protección formado por un haz de cables de acero, situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de telecomunicación en el caso de que se rompieran o desprendieran. Los cables de protección serán de acero galvanizado, y estarán puestos a tierra.
- Empleo de conductores aislados para 0,6/1 kV en el vano de cruce para líneas de baja tensión.
- Empleo de conductores aislados para 0,6/1 kV en el vano de cruce para la línea de telecomunicación.

Cuando el cruce se efectúe en distintos apoyos, la distancia mínima entre los conductores desnudos de las líneas de baja tensión y los de las líneas de telecomunicación, será de 1 metro. Si el cruce se efectúa sobre apoyos comunes dicha distancia podrá reducirse a 0,50 metros.

#### 3.9.1.4 Con carretera y ferrocarriles sin electrificar.

Los conductores tendrán una carga de rotura no inferior a 410 daN, admitiéndose en el caso de acometidas con conductores aislados que se reduzca dicho valor hasta 280 daN

La altura mínima del conductor más bajo, en las condiciones de flecha más desfavorables, será de 6 metros.

Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce, admitiéndose, durante la explotación, y por causa de reparación de la avería, la existencia de un empalme por vano.

#### 3.9.1.5 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La altura mínima de los conductores sobre los cables o hilos sustentadores o conductores de la línea de contacto será de 2 metros.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías o trolebuses provistos de trole, o de otros elementos de toma de corriente que puedan, accidentalmente, separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el elemento de toma de corriente, no alcance, en la posición más desfavorable que pueda adoptar, una separación inferior a 0,30 metros con los conductores de la línea de baja tensión

#### 3.9.1.6 Con teleféricos y cables transportadores.

Cuando la línea de baja tensión pase por encima, la distancia mínima entre los conductores y cualquier elemento de la instalación del teleférico será de 2 metros. Cuando la línea aérea de baja tensión pase por debajo esta distancia no será inferior a 3 metros. Los apoyos adyacentes del teleférico correspondiente al cruce con la línea de baja tensión se pondrán a tierra.

#### 3.9.1.7 Con ríos y canales navegables o flotables.

La altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que puede alcanzar será de:  $H = G + 1$  m, donde G es el gálibo

En el caso de que no exista gálibo definido se considerará éste igual a 6 metros.

#### 3.9.1.8 Con antenas receptoras de radio y televisión.

Los conductores de la línea de baja tensión, cuando sean desnudos, deberán presentar, como mínimo, una distancia igual a 1 m con respecto a la antena en sí, a sus tirantes y a sus conductores de bajada, cuando éstos no estén fijados a las paredes de manera que eviten el posible contacto con la línea de baja tensión.

Queda prohibida la utilización de los apoyos de sustentación de líneas de baja tensión para la fijación sobre los mismos de las antenas de radio o televisión, así como de los tirantes de las mismas.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 15 de 15

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 16 de 16

### 3.9.1.9 Con canalizaciones de agua y gas

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Para líneas aéreas desnudas la distancia mínima será 1 m.

### 3.9.2 Proximidades y paralelismos

#### 3.9.2.1 Con líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Se cumplirá lo dispuesto en el **Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión**, para evitar la construcción de líneas paralelas con las de alta tensión a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto entre las trazas de los conductores más próximos.

Se exceptúa de la prescripción anterior las líneas de acceso a centrales generadoras, estaciones transformadoras y centros de transformación. En estos casos se aplicará lo prescrito en los reglamentos aplicables a instalaciones de alta tensión. No obstante, en paralelismos con líneas de tensión igual o inferior a 66 kV no deberá existir una separación inferior a 2 metros entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, y de 3 metros para tensiones superiores.

Las líneas eléctricas de baja tensión podrán ir en los mismos apoyos que las de alta tensión cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- Los conductores de la línea de alta tensión tendrán una carga de rotura mínima de 480 daN, e irán colocados por encima de los de baja tensión.
- La distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será, por lo menos, igual a la separación de los conductores de la línea de alta tensión.
- En los apoyos comunes, deberá colocarse una indicación, situada entre las líneas de baja y alta tensión, que advierta al personal que ha de realizar trabajos en baja tensión de los peligros que supone la presencia de una línea de alta tensión en la parte superior.
- El aislamiento de la línea de baja tensión no será inferior al correspondiente de puesta a tierra de la línea de alta tensión.

#### 3.9.2.2 Con otras líneas de baja tensión o de telecomunicación.

Cuando ambas líneas sean de conductores aislados, la distancia mínima será de 0,10 m.

Cuando cualquiera de las líneas sea de conductores desnudos, la distancia mínima será de 1 m. Si ambas líneas van sobre los mismos apoyos, la distancia mínima podrá reducirse a 0,50 m. El nivel de aislamiento de la línea de telecomunicación será, al menos, igual al de la línea de baja tensión, de otra forma se considerará como línea de conductores desnudos.

Cuando el paralelismo sea entre líneas desnudas de baja tensión, las distancias mínimas son las establecidas en el apartado 3.2.2

#### 3.9.2.3 Con calles y carreteras.

Las líneas aéreas con conductores desnudos podrán establecerse próximas a estas vías públicas, debiendo en su instalación mantener la distancia mínima de 6 m, cuando vuelen junto a las mismas en zonas o espacios de posible circulación rodada, y de 5 m en los demás casos. Cuando se trate de conductores aislados, esta distancia podrá reducirse a 4 metros cuando no vuelen junto a zonas o espacios de posible circulación rodada.

#### 3.9.2.4 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.

La distancia horizontal de los conductores a la instalación de la línea de contacto será de 1,5 m, como mínimo.

#### 3.9.2.5 Con zonas de arbolado.

Se utilizarán preferentemente cables aislados en haz; cuando la línea sea de conductores desnudos deberán tomarse las medidas necesarias para que el árbol y sus ramas, no lleguen a hacer contacto con dicha línea.

#### 3.9.2.6 Con canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica o entre los cables desnudos y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Se deberá mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### 3.9.2.7 Con canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica o entre los cables desnudos y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### 4. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES POR LOS CONDUCTORES.

##### 4.1 Generalidades

Las intensidades máximas admisibles que figuran en los siguientes apartados de esta Instrucción, se aplican a los cables aislados de tensión asignada de 0,6/1 kV y a los conductores desnudos utilizados en redes aéreas.

##### 4.2 Cables formados por conductores aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz, a espiral visible

Satisfarán las exigencias especificadas en **UNE 21.030**.

###### 4.2.1 Intensidades máximas admisibles

En las tablas 3, 4 y 5 figuran las intensidades máximas admisibles en régimen permanente, para algunos de estos tipos de cables, utilizados en condiciones normales de instalación.

Se definen como condiciones normales de instalación las correspondientes a un solo cable, instalado al aire libre, y a una temperatura ambiente de 40°C.

Para condiciones de instalación diferentes u otras variables a tener en cuenta, se aplicarán los factores de corrección definidos en el apartado 4.2.2.

4.2.1.1 Cables con neutro fiador de aleación de Aluminio-Magnesio-Silicio (Almelec) para instalaciones de cables tensados

Tabla 3. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C

Número de conductores por sección mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima A
1 x 25 Al/54,6 Alm	110
1 x 50 Al/54,6 Alm	165
3 x 25 Al/54,6 Alm	100
3 x 50 Al/54,6 Alm	150
3 x 95 Al/54,6 Alm	230
3 x 150 Al/80 Alm	305

4.2.1.2 Cables sin neutro fiador para instalaciones de cables posados, o tensados con fiador de acero

Tabla 4. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C

Número de conductores por sección mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima en A	
	Posada sobre fachadas	Tendida con fiador de acero
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301

Tabla 5. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C

Número de conductores por sección mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima en A	
	Posada sobre fachada	Tendida con fiador de acero
2 x 10 Cu	77	85
4 x 10 Cu	65	72
4 x 16 Cu	86	95

##### 4.2.2 Factores de corrección

4.2.2.1 Instalación expuesta directamente al sol.

En zonas en las que la radiación solar es muy fuerte, se deberá tener en cuenta el calentamiento de la superficie de los cables con relación a la temperatura ambiente, por lo que en estos casos se aplica un factor de corrección 0,9 o inferior, tal como recomiendan las normas de la serie **UNE 20.435**.

4.2.2.2 Factores de corrección por agrupación de varios cables.

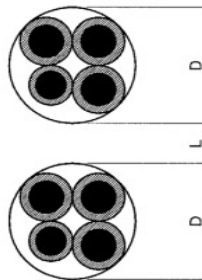
En la tabla 6 figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible, en caso de agrupación de varios cables en haz al aire. Estos factores se aplican a cables separados entre sí, una distancia comprendida entre un diámetro y un cuarto de diámetro en tendidos horizontales con cables en el mismo plano vertical.

Para otras separaciones o agrupaciones consultar la norma **UNE 21.144 -2-2**

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 19 de 19

Tabla 6. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible en caso de agrupación de cables aislados en haz, instalados al aire

Número de cables	1	2	3	más de 3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75



$$\frac{1}{4} D < L < D$$

A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del conductor de fase.

4.2.2.3 Factores de corrección en función de la temperatura ambiente.

En la tabla 7 figuran los factores de corrección para temperaturas diferentes a 40°C.

Tabla 7. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible para cables aislados en haz, en función de la temperatura ambiente

Temperatura °C	20	25	30	35	40	45	50
Aislados con polietileno reticulado	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 20 de 20

4.2.3 Intensidades máximas de cortocircuito admisible en los conductores de los cables.

En la tabla 8 y 9 se indican las intensidades de cortocircuito admisibles, en función de los diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 8. Intensidades máximas de cortocircuitos en kA para conductores de aluminio

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito s								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	4,7	3,2	2,7	2,1	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
25	7,3	5,0	4,2	3,3	2,3	1,9	1,0	1,4	1,3
50	14,7	10,1	8,5	6,6	4,6	3,8	3,3	2,9	2,7
95	27,9	19,2	16,1	12,5	8,8	7,2	6,2	5,6	5,1
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1

Tabla 9. Intensidades máximas de cortocircuitos en kA para conductores de cobre

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito s								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
10	4,81	3,29	2,70	2,11	1,52	1,26	1,11	1,00	0,92
16	7,34	5,23	4,29	3,35	2,40	1,99	1,74	1,57	1,44

### 4.3 Conductores desnudos de cobre y aluminio.

Las intensidades máximas admisibles en régimen permanente serán las obtenidas por aplicación de la tabla siguiente:

Tabla 10. Densidad de corriente en A/mm<sup>2</sup> para conductores desnudos al aire

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Densidad de corriente A/mm <sup>2</sup>	
	Cobre	Aluminio
10	8,75	--
16	7,60	6,00
25	6,35	5,00
35	5,75	4,55
50	5,10	4,00
70	4,50	3,55
95	4,05	3,20
120	--	2,90
150	--	2,70

### 4.4 Otros cables u otros sistemas de instalación

Para cualquier otro tipo de cable o composiciones u otro sistema de instalación no contemplado en esta Instrucción, así como para cables que no figuran en la tablas

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 21 de 21

anteriores, deberán consultarse las normas de la serie **UNE 20.435**, o calcularse según la norma **UNE 21.144**.

## 0. ÍNDICE

0. ....	ÍNDICE1
1. ....	CABLES2
2. ....	EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES2
<b>2.1 Instalación de cables aislados .....</b>	<b>2</b>
2.1.1 Directamente enterrados.....	3
2.1.2 En canalizaciones entubadas .....	3
2.1.3 En galerías.....	4
2.1.4 En atarjeas o canales revisables .....	6
2.1.5 En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared .....	6
2.1.6 Circuitos con cables en paralelo .....	6
<b>2.2 Condiciones generales para cruzamiento, proximidades y paralelismo.....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Cruzamientos .....	7
2.2.2 Proximidades y paralelismos .....	9
2.2.3 Acometidas (conexiones de servicio).....	10
<b>2.3 Puesta a tierra y continuidad del neutro .....</b>	<b>10</b>
<b>3. ....</b>	<b>INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES10</b>
<b>3.1 Intensidades máximas permanentes en los conductores de los cables: ....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Temperatura máxima admisible.....	11
3.1.2 Condiciones de instalación enterrada.....	11
3.1.3 Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares.....	16
3.1.4 Condiciones de instalación al aire (en galerías, zanjas registrables, atarjeas o canales revisables).....	17
<b>3.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Otros cables o sistemas de instalación .....</b>	<b>23</b>

## 1. CABLES

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma **UNE-HD 603**. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y a 16 mm<sup>2</sup> para los de aluminio.

Dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del conductor neutro será:

- Con dos o tres conductores: Igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores, la sección del neutro será como mínimo la de la tabla 1

Tabla 1. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase

Conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección neutro (mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

## 2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 2.1 Instalación de cables aislados

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 3 de 3

radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie **UNE 20.435**), a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las maneras indicada a continuación:

#### 2.1.1 Directamente enterrados

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes, tales como las establecidas en el apartado 2.1.2. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones que se establecen en el apartado 2.2 de la presente instrucción así lo exijan.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.. . En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.
- Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.
- Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

#### 2.1.2 En canalizaciones entubadas

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4. de la **ITC-BT-21**. No se instalará más de un circuito por tubo.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 4 de 4

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes varios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

#### 2.1.3 En galerías

Se consideran dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personas, y la galería registrable, o zanja prefabricada, en la que no está prevista la circulación de personas y dónde las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas del tráfico que correspondan.

##### 2.1.3.1 Galerías visitables

###### Limitación de servicios existentes

Las galerías visitables se usarán, preferentemente, para instalaciones eléctricas de potencia, cables de control y telecomunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas. Tampoco es recomendable que existan canalizaciones de agua aunque en aquellos casos en que sea necesario, las canalizaciones de agua se situarán a un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable, que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota del alcantarillado, o de la canalización de saneamiento en que evacua.

###### Condiciones generales

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de las canalizaciones como la seguridad de circulación de las personas.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida de las que estén en su interior. Deberán disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías. La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueve 6 veces por hora, para evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad, y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40°C.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 5 de 5

Los suelos de las galerías serán antideslizantes y deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos. Las empresas utilizadoras tomarán las disposiciones oportunas para evitar la presencia de roedores en las galerías.

#### Disposición e identificación de los cables

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, en uno de los laterales se instalarán los cables de baja tensión, control, señalización, etc., reservando el otro para los cables de alta tensión).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Una vez instalados, todos los cables deberán quedar debidamente señalizados e identificados. En la identificación figurará, también, la empresa a quién pertenecen.

#### Sujeción de los cables

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc.) para evitar que los esfuerzos electrodinámicos que pueden presentarse durante la explotación de las redes de baja tensión, puedan moverlos o deformarlos.

Estos esfuerzos, en las condiciones más desfavorables previsibles, servirán para dimensionar la resistencia de los elementos de sujeción, así como su separación.

En el caso de cables unipolares agrupados en mazo, los mayores esfuerzos electrodinámicos aparecen entre fases de una misma línea, como fuerza de repulsión de una fase respecto a las otras. En este caso pueden complementarse las sujeciones de los cables con otras que mantengan unido el mazo.

#### Equipotencialidad de masas metálicas accesibles

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles a las personas que transitan por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente al conductor de tierra de la galería.

#### Galerías de longitud superior a 400 m

Las galerías de longitud superior a 400 m, además de las disposiciones anteriores, dispondrán de:

- Iluminación fija en su interior
- Instalaciones fijas de detección de gases tóxicos, con una sensibilidad mínima de 300 ppm.
- Indicadores luminosos que regulen el acceso en las entradas.
- Accesos de personas cada 400 m, como máximo.
- Alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 6 de 6

- Tabiques de sectorización contra incendios (RF120) según **NBE-CPI-96**.
- Puertas cortafuegos (RF 90) según **NBE-CPI-96**.

#### 2.1.3.2 Galerías o zanjas registrables

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua, si se puede asegurar que en caso de fuga, el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua, y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de baja tensión, de alta tensión, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- estanqueidad de los cierres, y
- buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor

#### 2.1.4 En atarjeas o canales revisables

En ciertas ubicaciones con acceso restringido a personas adiestradas, como puede ser, en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible utilizar canales distintos.

El canal debe permitir la renovación del aire. Sin embargo, si hay canalizaciones de gas cercanas al canal, existe el riesgo de explosión ocasionado por eventuales fugas de gas que lleguen al canal. En cualquier caso, el proyectista debe estudiar las características particulares del entorno y justificar la solución adoptada.

#### 2.1.5 En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas y en la parte interior de edificios, no sometida a la intemperie, y en donde el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurra el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

#### 2.1.6 Circuitos con cables en paralelo

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 7 de 7

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles, por ejemplo:

- tres ternas en un nivel:  $\begin{matrix} S & S & S \\ R & T & R \end{matrix}$

- tres ternas apiladas en tres niveles:  $\begin{matrix} S & & \\ T & R & \\ R & S & \end{matrix}$

## 2.2 Condiciones generales para cruzamiento, proximidades y paralelismo

Los cables subterráneos, cuando estén enterrados directamente en el terreno, deberán cumplir, además de los requisitos reseñados en el presente punto, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de baja tensión.

Los requisitos señalados en este punto no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías, en canales, en bandejas, en soportes, en palomillas o directamente sujetos a la pared. En estos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables se deberán aplicar los factores de corrección definidos en el apartado 3.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria.

### 2.2.1 Cruzamientos

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados.

#### Calles y carreteras

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 8 de 8

#### Ferrocarriles

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

#### Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

#### Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

#### Canalizaciones de agua y gas

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

#### Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo,



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 9 de 9

instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

#### Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2. y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

#### 2.2.2 Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### Otros cables de energía eléctrica

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

#### Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

#### Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 10 de 10

#### Canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### 2.2.3 Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

#### 2.3 **Puesta a tierra y continuidad del neutro**

La puesta a tierra y continuidad del neutro se atenderá a lo establecido en los capítulos 3.6 y 3.7 de la **ITC-BT 06**.

### 3. **INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES**

#### 3.1 **Intensidades máximas permanentes en los conductores de los cables:**

En las tablas que siguen se dan los valores indicados en la Norma **UNE 20.435**.

En la tabla 2 se dan las temperaturas máximas admisibles en el conductor según los tipos de aislamiento.

En las tablas 3, 4 y 5 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los diferentes tipos de cables, en las condiciones tipo de instalación enterrada indicadas en el apartado 3.1.2.1. En las condiciones especiales de instalación indicadas en el apartado 3.1.2.2 se aplicarán los factores de corrección que correspondan según las tablas 6 a 9. Dichos factores

de corrección se indican para cada condición que pueda diferenciar la instalación considerada de la instalación tipo.

En las tablas 10, 11 y 12 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los diferentes tipos de cables, en las condiciones tipo de instalación al aire indicadas en el apartado 3.1.4.1. En las condiciones especiales de instalación indicadas en el apartado 3.1.4.2 se aplicarán los factores de corrección que corresponda, tablas 13 a 15. Dichos factores de corrección se indican para cada condición que pueda diferenciar la instalación considerada de la instalación tipo.

### 3.1.1 Temperatura máxima admisible

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislamiento pueda soportar sin alteraciones de sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

En la tabla 2 se especifican, con carácter informativo, las temperaturas máximas admisibles, en servicio permanente y en cortocircuito, para algunos tipos de cables aislados con aislamiento seco.

Tabla 2. Cables aislados con aislamiento seco; temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito t ≤ 5s
Policloruro de vinilo (PVC) S ≤ 300 mm <sup>2</sup> S > 300 mm <sup>2</sup>	70	160
	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

### 3.1.2 Condiciones de instalación enterrada

#### 3.1.2.1 Condiciones tipo de instalación enterrada

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considera la siguiente instalación tipo:

Un solo cable tripolar o tetrapolar o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable bipolar o dos cables unipolares en contacto mutuo, directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 0,70 m de profundidad, en un terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad, de 25°C.


Tabla 3. Intensidad máxima admisible en amperios para cables tetrapolares con conductores de aluminio y conductor neutro concéntrico de cobre, en instalación enterrada (servicio permanente).

CABLES	Sección nominal de los conductores (mm <sup>2</sup> )	Intensidad
--------	---	------------

CABLES	Sección nominal de los conductores (mm <sup>2</sup> )	Intensidad
3 x 50 Al + 16 Cu	50	160
3 x 95 Al + 30 Cu	95	235
3 x 150 Al + 50 Cu	150	305
3 x 240 Al + 80 Cu	240	395

- Temperatura máxima en el conductor: 90°C.
- Temperatura del terreno: 25°C.
- Profundidad de instalación: 0,70 m.
- Resistividad térmica del terreno: 1 K.m/W

Tabla 4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tipo de aislamiento

XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70°C (servicio permanente).



Temperatura del terreno 25°C.

Profundidad de instalación 0,70 m.

Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

- (1) Incluye el conductor neutro, si existe.
- (2) Para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.
- (3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

Tabla 5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
<b>6</b>	72	70	63	66	64	56
<b>10</b>	96	94	85	88	85	75
<b>16</b>	125	120	110	115	110	97
<b>25</b>	160	155	140	150	140	125
<b>35</b>	190	185	170	180	175	150
<b>50</b>	230	225	200	215	205	180
<b>70</b>	280	270	245	260	250	220
<b>95</b>	335	325	290	310	305	265
<b>120</b>	380	375	335	355	350	305
<b>150</b>	425	415	370	400	390	340
<b>185</b>	480	470	420	450	440	385
<b>240</b>	550	540	485	520	505	445
<b>300</b>	620	610	550	590	565	505
<b>400</b>	705	690	615	665	645	570
<b>500</b>	790	775	685	-	-	-
<b>630</b>	885	870	770	-	-	-

Tipo de aislamiento:

XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70°C (servicio permanente).

Temperatura del terreno 25°C.

Profundidad de instalación 0,70 m.

Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

- (1) Incluye el conductor neutro, si existe.
- (2) Para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.
- (3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

3.1.2.2 Condiciones especiales de instalación enterrada y factores de corrección de intensidad admisible.

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado en los apartados

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 15 de 15

2.1.1 y 3.1.2.1, deberán corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada, no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la tabla 2. A continuación se exponen algunos casos particulares de instalación, cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicando los factores de corrección a aplicar.

3.1.2.2.1 Cables enterrados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C.

En la tabla 6 se indican los factores de corrección, F, de la intensidad admisible para temperaturas del terreno  $\theta_t$ , distintas de 25°C, en función de la temperatura máxima de servicio  $\theta_s$ , de la tabla 2.

Tabla 6. Factor de corrección F, para temperatura del terreno distinto de 25°C

Temperatura de servicio $\theta_s$ (°C)	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

3.1.2.2.2 Cables enterrados, directamente o en conducciones, en terreno de resistividad térmica distinta de 1 K. m/W.

En la tabla 7 se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad admisible.

Tabla 7. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K. m/W.

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

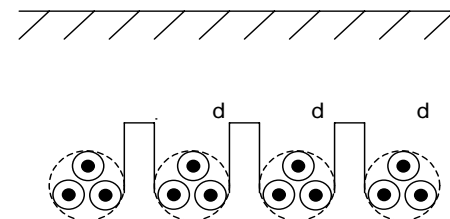
3.1.2.2.3 Cables tripolares o tetrapolares o ternas de cables unipolares agrupados bajo tierra.

En la tabla 8 se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o ternas de unipolares y la distancia entre ellos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 16 de 16

Tabla 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares

Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62



3.1.2.2.4 Cables enterrados en zanja a diferentes profundidades.

En la tabla 9 se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 0,70 m.

Tabla 9. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

3.1.3 Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares.

En este tipo de instalaciones es de aplicación todo lo establecido en el apartado 3.1.2., además de lo indicado a continuación.

Se instalará un circuito por tubo. La relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito será superior a 2, pudiéndose aceptar excepcionalmente 1,5.

En el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.

Si se trata de una línea con cuatro cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un factor de corrección de 0,9.

Si se trata de una agrupación de tubos, el factor dependerá del tipo de agrupación y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente.

En el caso de canalizaciones bajo tubos que no superen los 15 m, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo.

3.1.4 Condiciones de instalación al aire (en galerías, zanjas registrables, atarjeas o canales revisables).

3.1.4.1 Condiciones tipo de instalación al aire (en galerías, zanjas registrables, etc.).

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considera la siguiente instalación tipo:

Un solo cable tripolar o tetrapolar o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, con una colocación tal que permita una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura del medio ambiente de 40°C. Por ejemplo, con el cable colocado sobre bandejas o fijado a una pared, etc..

Tabla 10. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente, para cables tetrapolares con conductores de aluminio y con conductor neutro concéntrico de cobre, en instalación al aire en galerías ventiladas.

Cables	Sección nominal de los conductores (mm <sup>2</sup> )	Intensidad
3 x 50 Al + 16 Cu	50	125
3 x 95 Al + 30 Cu	95	195
3 x 150 Al + 50 Cu	150	260
3 x 240 Al + 80 Cu	240	360

- Temperatura máxima en el conductor: 90°C.
- Temperatura del aire ambiente: 40°C.
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

Tabla 11. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de aluminio en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40°C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	67	65	55	64	63	51
25	93	90	75	85	82	68
35	115	110	90	105	100	82
50	140	135	115	130	125	100
70	180	175	145	165	155	130
95	220	215	180	205	195	160
120	260	255	215	235	225	185
150	300	290	245	275	260	215
185	350	345	285	315	300	245
240	420	400	340	370	360	290
300	480	465	390	425	405	335
400	560	545	455	505	475	385
500	645	625	520	-	-	-
630	740	715	600	-	-	-

- Temperatura del aire: 40°C
- Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.
- (1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

Tabla 12. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de cobre en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40°C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	220	165
95	285	280	235	260	250	205
120	335	325	275	300	290	240
150	385	375	315	350	335	275
185	450	440	365	400	385	315
240	535	515	435	475	460	370
300	615	595	500	545	520	425
400	720	700	585	645	610	495
500	825	800	665	-	-	-
630	950	915	765	-	-	-

- Temperatura del aire: 40°C
  - Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.
  - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.
- (1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

### 3.1.4.2 Condiciones especiales de instalación al aire en galerías ventiladas y factores de corrección de la intensidad admisible.

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación al aire en galerías ventiladas cuyas características se han especificado en el apartado 3.1.4.1., deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no de lugar a una temperatura en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 2. A continuación, se exponen algunos casos particulares de instalación, cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicando los coeficientes de corrección a aplicar.

#### 3.1.4.2.1 Cables instalados al aire en ambientes de temperatura distinta de 40°C.

En la tabla 13 se indican los factores de corrección F, de la intensidad admisible para temperaturas del aire ambiente,  $\Theta_a$ , distintas de 40°C, en función de la temperatura máxima de servicio  $\Theta_s$  en la tabla 2.

Tabla 13. Coeficiente de corrección F para temperatura ambiente distinta de 40°C

Temperatura de servicio $\Theta_s$ en °C	Temperatura ambiente, $\Theta_a$ , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58

El factor de corrección para otras temperaturas, distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_a}{\theta_s - 40}}$$

#### 3.1.4.2.2 Cables instalados al aire en canales o galerías pequeñas.

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (en canalillos, galerías pequeñas, etc...), en los que no hay una eficaz renovación de aire, el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire.

La magnitud de este aumento depende de muchos factores y debe ser determinada en cada caso como una estimación aproximada. Debe tenerse en cuenta que el incremento de temperatura por este motivo puede ser del orden de 15 K. La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por tanto, reducirse con los coeficientes de la tabla 13.

#### 3.1.4.2.3 Grupos de cables instalados al aire.

En las tablas 14 y 15 se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares en función del tipo de instalación y número de circuitos.

Tabla 14. Factor de corrección para agrupaciones de cables unipolares instalados al aire

Tipo de instalación		Nº de bandejas	Nº de circuitos trifásicos (2)			A utilizar para (1):
			1	2	3	
Bandejas perforadas (3)		1	0,95	0,90	0,85	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,85	0,80	
		3	-	0,85	0,80	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	0,95	0,85	-	Tres cables en capa vertical
		2	0,90	0,85	-	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	0,95	0,95	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,90	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas (3)		1	1,00	1,00	0,95	Tres cables dispuestos en trébol
		2	0,95	0,95	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	1,00	0,90	0,90	
		2	1,00	0,90	0,85	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	1,00	1,00	
		2	0,95	0,95	0,95	
		3	0,95	0,95	0,90	

NOTAS:

- (1) Incluye además el conductor neutro, si existiese.
- (2) Para circuitos con varios cables en paralelo por fase, a los efectos de la aplicación de esta tabla, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito.
- (3) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, se reducirán los factores.
- (4) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm., estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas se reducirán los factores.

Tabla 15. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos

Tipo de instalación		Nº de bandejas	Nº de circuitos trifásicos (1)							
			1	2	3	4	6	9		
Bandejas perforadas (2)		1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75		
		2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70		
		3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65		
		1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	-		
		2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-		
		3	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-		
Bandejas verticales perforadas (3)		1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70		
		2	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70		
		1	1,00	0,90	0,90	0,90	0,85	-		
		2	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	-		
		Bandejas escalera, soportes, etc. (2)		1	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80
				2	1,00	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75
	1	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70			
	2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70			
	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-			
	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	-			
	2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	-			
	3	1,00	1,00	0,95	0,95	0,75	-			

NOTAS:

- (1) Incluye además el conductor neutro, si existiese.
- (2) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, se reducirán los factores.
- (3) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm., estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas se reducirán los factores.

### 3.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

En las tablas 16 y 17 se indican las densidades de corriente de cortocircuito admisibles en los conductores de aluminio y de cobre de los cables aislados con diferentes materiales en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 16. Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
XLPE y EPR	294	203	170	132	93	76	66	59	54
PVC									
Sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	237	168	137	106	75	61	53	47	43
Sección > 300 mm <sup>2</sup>	211	150	122	94	67	54	47	42	39

Tabla 17 Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de cobre.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
XLPE y EPR	449	318	259	201	142	116	100	90	82
PVC									
Sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	364	257	210	163	115	94	81	73	66
Sección > 300 mm <sup>2</sup>	322	228	186	144	102	83	72	64	59

### 3.3 Otros cables o sistemas de instalación

Para cualquier otro tipo de cable u otro sistema no contemplados en esta Instrucción, así como para cables que no figuran en las tablas anteriores, deberá consultarse la norma [UNE 20.435](#) o calcularse según la norma [UNE 21.144](#).



## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCION .....	2
1.1 Esquema TN.....	2
1.2 Esquema TT .....	4
1.3 Esquema IT .....	4
1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas.....	5
2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCION PARA LA APLICACION DEL ESQUEMA TN.....	6

## 1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCION

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrecorrientes, así como de las especificaciones de la aparatada encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

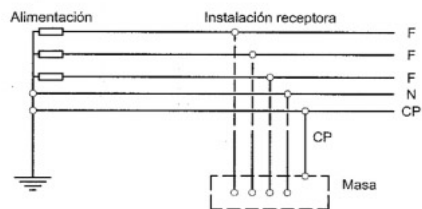
C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

### 1.1 Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

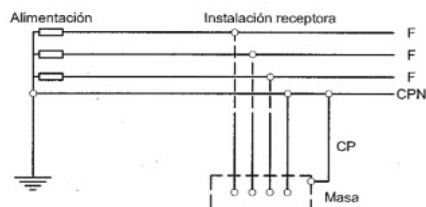
Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (figura 1)

**Figura 1. Esquema de distribución tipo TN-S**



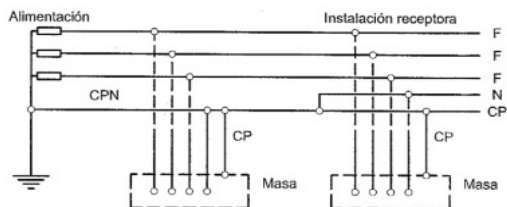
Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (figura 2).

**Figura 2. Esquema de distribución tipo TN-C**



Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (figura 3).

**Figura 3. Esquema de distribución tipo TN-C-S**

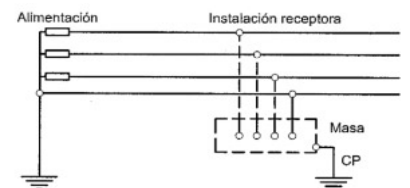


En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

## 1.2 Esquema TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación (figura 4).

**Figura 4. Esquema de distribución tipo TT**



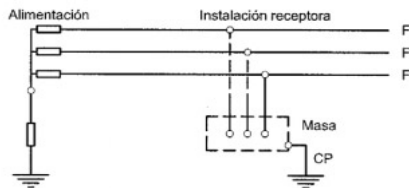
En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

## 1.3 Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra (figura 5).

Figura 5. Esquema de distribución tipo IT



En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

#### 1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios.

- Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.
- En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.
- No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado 1.3.

## 2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ESQUEMA TN

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indirectos, la red de alimentación debe cumplir las siguientes prescripciones especiales:

- La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser como mínimo igual a la indicada en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores de fase.

Sección de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección nominal del conductor neutro (mm <sup>2</sup> )	
	Redes aéreas	Redes subterráneas
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

Tabla 1. Sección del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase.

- En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.
- Además de las puestas a tierra de los neutros señaladas en las instrucciones **ITC-BT-06** e **ITC-BT-07**, para las líneas principales y derivaciones serán puestos a tierra igualmente en los extremos de éstas cuando la longitud de las mismas sea superior a 200 metros.
- La resistencia de tierra del neutro no será superior a 5 ohmios en las proximidades de la central generadora o del centro de transformación, así como en los 200 últimos metros de cualquier derivación de la red.
- La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a 2 ohmios.
- En el esquema TN-C, las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR	ITC-BT-09
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

<b>0. ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2. ACOMETIDAS DESDE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA</b> .....	<b>2</b>
<b>3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES</b> .....	<b>2</b>
<b>4. CUADROS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL</b> .....	<b>3</b>
<b>5. REDES DE ALIMENTACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>5.1 Cables</b> .....	<b>3</b>
<b>5.2 Tipos</b> .....	<b>3</b>
5.2.1 Redes subterráneas.....	3
5.2.2 Redes aéreas.....	4
5.2.3 Redes de control y auxiliares.....	4
<b>6. SOPORTES DE LUMINARIAS</b> .....	<b>4</b>
<b>6.1 Características</b> .....	<b>4</b>
<b>6.2 Instalación eléctrica</b> .....	<b>5</b>
<b>7. LUMINARIAS</b> .....	<b>5</b>
<b>7.1 Características</b> .....	<b>5</b>
<b>7.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas</b> .....	<b>6</b>
<b>8. EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LOS PUNTOS DE LUZ</b> .....	<b>6</b>
<b>9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS</b> .....	<b>6</b>
<b>10. PUESTAS A TIERRA</b> .....	<b>6</b>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR	ITC-BT-09
		Página 2 de 2

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta instrucción complementaria, se aplicará a las instalaciones de alumbrado exterior, destinadas a iluminar zonas de dominio público o privado, tales como autopistas, carreteras, calles, plazas, parques, jardines, pasos elevados o subterráneos para vehículos o personas, caminos, etc. Igualmente se incluyen las instalaciones de alumbrado para cabinas telefónicas, anuncios publicitarios, mobiliario urbano en general, monumentos o similares así como todos receptores que se conecten a la red de alumbrado exterior. Se excluyen del ámbito de aplicación de esta instrucción la instalación para la iluminación de fuentes y piscinas y las de los semáforos y las balizas, cuando sean completamente autónomos.

## 2. ACOMETIDAS DESDE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La acometida podrá ser subterránea o aérea con cables aislados, y se realizará de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora, aprobadas según lo previsto en este Reglamento para este tipo de instalaciones.

La acometida finalizará en la caja general de protección y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida.

## 3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga, estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Cuando se conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas o tubos de descarga, las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases, que tanto éstas como aquellos puedan producir, se aplicará el coeficiente corrector calculado con estos valores.

Además de lo indicado en párrafos anteriores, el factor de potencia de cada punto de luz, deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.

Con el fin de conseguir ahorros energéticos y siempre que sea posible, las instalaciones de alumbrado público se proyectarán con distintos niveles de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR	ITC-BT-09
		Página 3 de 3

#### 4. CUADROS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30  $\Omega$ . No obstante se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5  $\Omega$  y a 1  $\Omega$ , respectivamente.

Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según [UNE 20.324](#) e IK10 según [UNE-EN 50.102](#) y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3 m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

#### 5. REDES DE ALIMENTACIÓN

##### 5.1 Cables

Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV.

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

##### 5.2 Tipos

###### 5.2.1 Redes subterráneas

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la [ITC-BT-07](#). Los cables serán de las características especificadas en la [UNE 21123](#), e irán entubados; los tubos para las canalizaciones subterráneas deben ser los indicados en la [ITC-BT-21](#) y el grado de protección

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR	ITC-BT-09
		Página 4 de 4

mecánica el indicado en dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no. Cuando vayan hormigonados el grado de resistencia al impacto será ligero según [UNE-EN 50.086](#) –2-4.

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm<sup>2</sup>. En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm<sup>2</sup>, la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la [ITC-BT-07](#).

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

###### 5.2.2 Redes aéreas

Se emplearán los sistemas y materiales adecuados para las redes aéreas aisladas descritas en la [ITC-BT-06](#).

Podrán estar constituidas por cables posados sobre fachadas o tensados sobre apoyos. En este último caso, los cables serán autoportantes con neutro fiador o con fiador de acero.

La sección mínima a emplear, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm<sup>2</sup>. En distribuciones trifásicas tetrapolares con conductores de fase de sección superior a 10 mm<sup>2</sup>, la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase. En caso de ir sobre apoyos comunes con los de una red de distribución, el tendido de los cables de alumbrado será independiente de aquel.

###### 5.2.3 Redes de control y auxiliares

Se emplearán sistemas y materiales similares a los indicados para los circuitos de alimentación, la sección mínima de los conductores será 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### 6. SOPORTES DE LUMINARIAS

##### 6.1 Características

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR	ITC-BT-09
		Página 5 de 5

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Los soportes que lo requieran, deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra; la parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m de la rasante, y estará dotada de puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102. La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado o en el interior de la obra de fábrica.

## 6.2 Instalación eléctrica

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, se deberán respetar los siguientes aspectos:

- Los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup>, y de tensión asignada 0,6/1kV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes.
- En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.
- La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz.

## 7. LUMINARIAS

### 7.1 Características

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 -2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR	ITC-BT-09
		Página 6 de 6

## 7.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas.

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según UNE 20.324.

La suspensión de las luminarias se hará mediante cables de acero protegido contra la corrosión, de sección suficiente para que posea una resistencia mecánica con coeficiente de seguridad de no inferior a 3,5. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de 6 m.

## 8. EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LOS PUNTOS DE LUZ

Podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado.

Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90; asimismo deberá estar protegido contra sobreintensidades.

## 9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Las luminarias serán de Clase I o de Clase II.

Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales. Las partes metálicas de los kioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra.

Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup> en cobre.

## 10. PUESTAS A TIERRA

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR	ITC-BT-09
		Página 7 de 7

mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.

- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-10
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO.....	2
2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE LA POTENCIA EN LAS VIVIENDAS.....	2
2.1 Grado de electrificación.....	2
2.1.1 Electrificación básica.....	2
2.1.2 Electrificación elevada.....	2
2.2 Previsión de la potencia.....	2
3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PREFERENTEMENTE A VIVIENDAS.....	3
3.1 Carga correspondiente a un conjunto de viviendas.....	3
3.2 Carga correspondiente a los servicios generales.....	3
3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas.....	4
3.4 Carga correspondiente a los garajes.....	4
4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS.....	4
4.1 Edificios comerciales o de oficinas.....	4
4.2 Edificios destinados a concentración de industrias.....	4
5. PREVISIÓN DE CARGAS.....	4
6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS.....	4

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-10
		Página 2 de 2

## 1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO

Se establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas
- Edificios comerciales o de oficinas
- Edificios destinados a una industria específica
- Edificios destinados a una concentración de industrias

## 2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE LA POTENCIA EN LAS VIVIENDAS

La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar. Se establecen los siguientes grados de electrificación.

### 2.1 Grado de electrificación

#### 2.1.1 Electrificación básica

Es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

#### 2.1.2 Electrificación elevada

Es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m<sup>2</sup>, o con cualquier combinación de los casos anteriores.

### 2.2 Previsión de la potencia

El promotor, propietario o usuario del edificio fijará de acuerdo con la Empresa Suministradora la potencia a prever, la cual, para nuevas construcciones, no será inferior a 5 750 W a 230 V, en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica.

En las viviendas con grado de electrificación elevada, la potencia a prever no será inferior a 9 200 W.

En todos los casos, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático, según se indica en la [ITC-BT-25](#).



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-10
		Página 3 de 3

### 3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PREFERENTEMENTE A VIVIENDAS

La carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de los servicios generales del edificio, de la correspondiente a los locales comerciales y de los garajes que forman parte del mismo.

La carga total correspondiente a varias viviendas o servicios se calculará de acuerdo con los siguientes apartados:

#### 3.1 Carga correspondiente a un conjunto de viviendas

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1, según el número de viviendas.

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

**Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas**

Para edificios cuya instalación esté prevista para la aplicación de la tarifa nocturna, la simultaneidad será 1 (Coeficiente de simultaneidad = nº de viviendas)

#### 3.2 Carga correspondiente a los servicios generales

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (factor de simultaneidad = 1).

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-10
		Página 4 de 4

#### 3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas

Se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

#### 3.4 Carga correspondiente a los garajes

Se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y de 20 W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3450W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Cuando en aplicación de la NBE-CPI-96 sea necesario un sistema de ventilación forzada para la evacuación de humos de incendio, se estudiará de forma específica la previsión de cargas de los garajes.

### 4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS

En general, la demanda de potencia determinará la carga a prever en estos casos que no podrá ser nunca inferior a los siguientes valores.

#### 4.1 Edificios comerciales o de oficinas

Se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

#### 4.2 Edificios destinados a concentración de industrias

Se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10 350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

### 5. PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de los consumos y cargas se hará de acuerdo con lo dispuesto en la presente instrucción. La carga total prevista en los capítulos 2,3 y 4, será la que hay que considerar en el cálculo de los conductores de las acometidas y en el cálculo de las instalaciones de enlace.

### 6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS

Las empresas distribuidoras estarán obligadas, siempre que lo solicite el cliente, a efectuar el suministro de forma que permita el funcionamiento de cualquier receptor

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN</b>	ITC-BT-10
		Página 5 de 5

monofásico de potencia menor o igual a 5750 W a 230 V, hasta un suministro de potencia máxima de 14 490 W a 230V.

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. ACOMETIDAS .....	2
1.1 Definición .....	2
1.2 Tipos de acometidas:.....	2
1.2.1 Acometida aérea posada sobre fachada: .....	2
1.2.2 Acometida aérea tensada sobre postes:.....	3
1.2.3 Acometida subterránea: .....	3
1.2.4 Acometida aero-subterránea:.....	3
1.3 Instalación.....	4
1.4 Características de los cables y conductores.....	4

## 1. ACOMETIDAS

### 1.1 Definición

Parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (en adelante CGP).

### 1.2 Tipos de acometidas:

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, las acometidas podrán ser:

TIPO	SISTEMA DE INSTALACIÓN
Aéreas	Posada sobre fachada
	Tensada sobre poste
Subterráneas	Con entrada y salida
	En derivación
Mixtas	Aero-Subterráneas

Tabla 1. Tipo de acometida en función del sistema de instalación

#### 1.2.1 Acometida aérea posada sobre fachada:

Antes de proceder a su realización, si es posible, deberá efectuarse un estudio previo de las fachadas para que éstas se vean afectadas lo menos posible por el recorrido de los conductores que deberán quedar suficientemente protegidos y resguardados.

En este tipo de acometidas los cables se instalarán distanciados de la pared y su fijación a ésta se hará mediante accesorios apropiados.

Los cables posados sobre fachada serán aislados de tensión asignada 0,6/1 kV y su instalación se hará preferentemente, bajo conductos cerrados o canales protectoras con tapa desmontable con la ayuda de un útil.

Los tramos en que la acometida quede a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m, deberán protegerse con tubos o canales rígidos de las características indicadas en la tabla siguiente y se tomarán las medidas adecuadas para evitar el almacenamiento de agua en estos tubos o canales de protección.

Característica	Grado (canales)	Código (tubos)
Resistencia al impacto	Fuerte (6 julios)	4
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 °C	4
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 °C	1
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica/aislante	1 / 2
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	$\varnothing \geq 1$ mm	4
Resistencia a la corrosión (conductos metálicos)	Protección interior media, exterior alta	3
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	1

Tabla 2. Características de los tubos o canales que deben utilizarse cuando la acometida quede a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ACOMETIDAS	ITC-BT-11
		Página 3 de 3

El cumplimiento de estas características se verificará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50086-2-1 para tubos rígidos y UNE-EN 50085-1 para canales.

Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar y dependiendo de la longitud del vano, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos, bien utilizando el sistema para acometida tensada, bien utilizando un cable fiador, siempre que se cumplan las condiciones de la [ITC-BT-06](#).

Estos cruces se realizarán de modo que el vano sea lo más corto posible, y la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

En edificaciones de interés histórico o artístico o declaradas como tal se tratará de evitar este tipo de acometidas.

#### 1.2.2 Acometida aérea tensada sobre postes:

Los cables serán aislados de tensión asignada 0,6/1 kV y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador, independiente y debidamente tensado o también mediante la utilización de un conductor neutro fiador con una adecuada resistencia mecánica, y debidamente calculado para esta función.

Todos los apoyos irán provistos de elementos adecuados que permitirán la sujeción mediante soportes de suspensión o de amarre, indistintamente.

Las distancias en altura, proximidades, cruzamientos y paralelismos cumplirán lo indicado en la [ITC-BT-06](#).

Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso, inferior a 6 m.

#### 1.2.3 Acometida subterránea:

Este tipo de instalación, se realizará de acuerdo con lo indicado en la [ITC-BT-07](#).

Se tendrá en cuenta las separaciones mínimas indicadas en la [ITC-BT-07](#) en los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicación y con otros conductores de energía eléctrica.

#### 1.2.4 Acometida aero-subterránea:

Son aquellas acometidas que se realizan parte en instalación aérea y parte en instalación subterránea.

El proyecto e instalación de los distintos tramos de la acometida se realizará en función de su trazado, de acuerdo con los apartados que le corresponden de esta instrucción, teniendo en cuenta las condiciones de su instalación.

En el paso de acometidas subterráneas a aéreas, el cable irá protegido desde la profundidad establecida según [ITC-BT-07](#) y hasta una altura mínima de 2,5 m por

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ACOMETIDAS	ITC-BT-11
		Página 4 de 4

encima del nivel del suelo, mediante un conducto rígido de las características indicadas en el apartado 1.2.1., de esta instrucción.

### 1.3 Instalación

Con carácter general, las acometidas se realizarán siguiendo los trazados más cortos, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados. En todo caso se realizarán de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de conexión de la CGP.

La acometida discurrirá por terrenos de dominio público excepto en aquellos casos de acometidas aéreas o subterráneas, en que hayan sido autorizadas las correspondientes servidumbres de paso.

Se evitará la realización de acometidas por patios interiores, garajes, jardines privados, viales de conjuntos privados cerrados, etc..

En general se dispondrá de una sola acometida por edificio o finca. Sin embargo, podrán establecerse acometidas independientes para suministros complementarios establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión o aquellos cuyas características especiales (potencias elevadas, entre otras) así lo aconsejen.

### 1.4 Características de los cables y conductores.

Los conductores o cables serán aislados, de cobre o aluminio y los materiales utilizados y las condiciones de instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en la [ITC-BT-06](#) y la [ITC-BT-07](#) para redes aéreas o subterráneas de distribución de energía eléctrica respectivamente.

Por cuanto se refiere a las secciones de los conductores y al número de los mismos, se calcularán teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Máxima carga prevista de acuerdo con la [ITC-BT-10](#).
- Tensión de suministro.
- Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación.
- La caída de tensión máxima admisible. Esta caída de tensión será la que la empresa distribuidora tenga establecida, en su reparto de caídas de tensión en los elementos que constituyen la red, para que en la caja o cajas generales de protección esté dentro de los límites establecidos por el Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-12
	ESQUEMAS	Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. INSTALACIONES DE ENLACE.....	2
1.1 Definición .....	2
1.2 Partes que constituyen las instalaciones de enlace.....	2
2. ESQUEMAS .....	2
2.1 Para un solo usuario .....	2
2.2 Para más de un usuario.....	3
2.2.1 Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar	3
2.2.2 Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar .....	4
2.2.3 Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar .....	5

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-12
	ESQUEMAS	Página 2 de 2

## 1. INSTALACIONES DE ENLACE

### 1.1 Definición

Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

### 1.2 Partes que constituyen las instalaciones de enlace

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

## 2. ESQUEMAS

### Leyenda

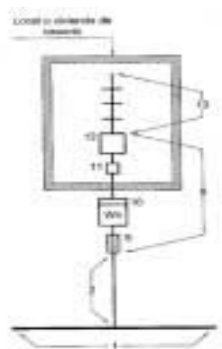
1	Red de distribución	8	Derivación individual
2	Acometida	9	Fusible de seguridad
3	Caja general de protección	10	Contador
4	Línea general de alimentación	11	Caja para interruptor de control de potencia
5	Interruptor general de maniobra	12	Dispositivos generales de mando y protección
6	Caja de derivación	13	Instalación interior
7	Emplazamiento de contadores		

**Nota:** El conjunto de derivación individual e instalación interior constituye la instalación privada.

### 2.1 Para un solo usuario

En este caso se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea general de alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad (9) coincide con el fusible de la CGP.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-12
	ESQUEMAS	Página 3 de 3



Esquema 2.1. Para un solo usuario

## 2.2 Para más de un usuario

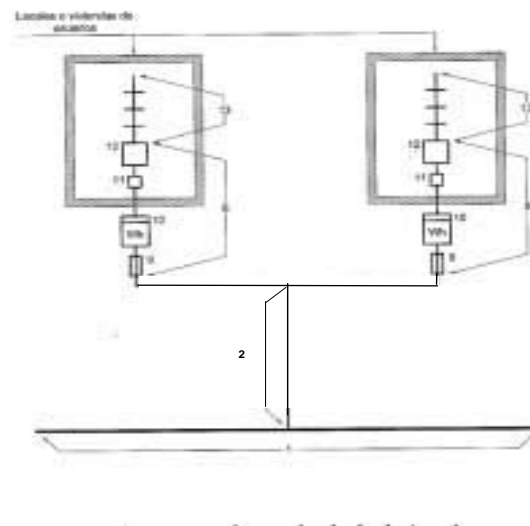
Las instalaciones de enlace se ajustarán a los siguientes esquemas según la colocación de los contadores.

### 2.2.1 Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar

El esquema 2.1 puede generalizarse para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

Por lo tanto es válido lo indicado para los fusibles de seguridad (9) en el apartado 2.1.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-12
	ESQUEMAS	Página 4 de 4



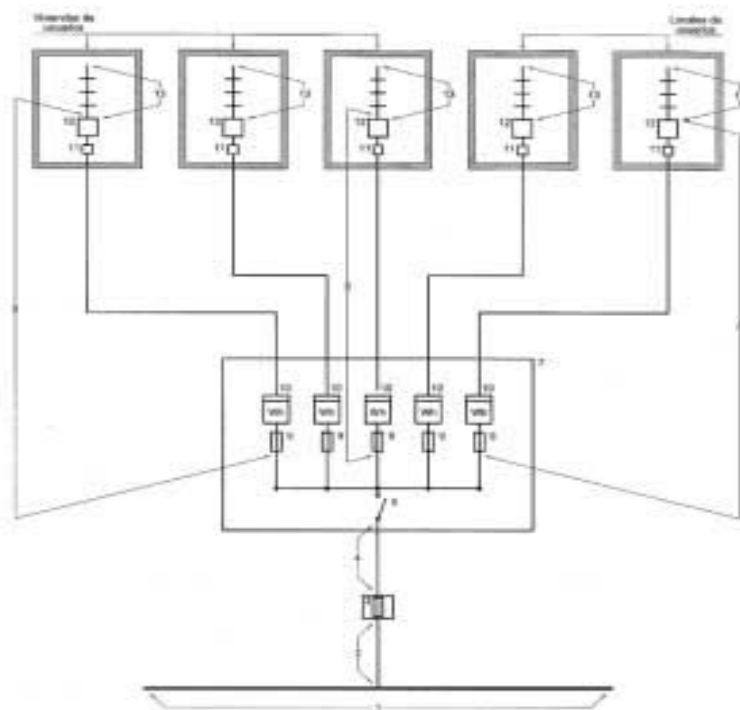
Esquema 2.2.1. Para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar

### 2.2.2 Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar

Este esquema es el que se utilizará normalmente en conjuntos de edificación vertical u horizontal, destinados principalmente a viviendas, edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-12
	ESQUEMAS	Página 5 de 5

Esquema 2.2.2. Para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar



**Leyenda**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1 Red de distribución.              | 8 Derivación individual.                         |
| 2 Acometida.                        | 9 Fusible de seguridad.                          |
| 3 Caja general de protección.       | 10 Contador.                                     |
| 4 Línea general de alimentación.    | 11 Caja para interruptor de control de potencia. |
| 5 Interruptor general de maniobras. | 12 Dispositivos generales de mando y protección. |
| 6 Caja de derivación.               | 13 Instalación interior.                         |
| 7 Emplazamiento de contadores.      |  |

2.2.3 Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar

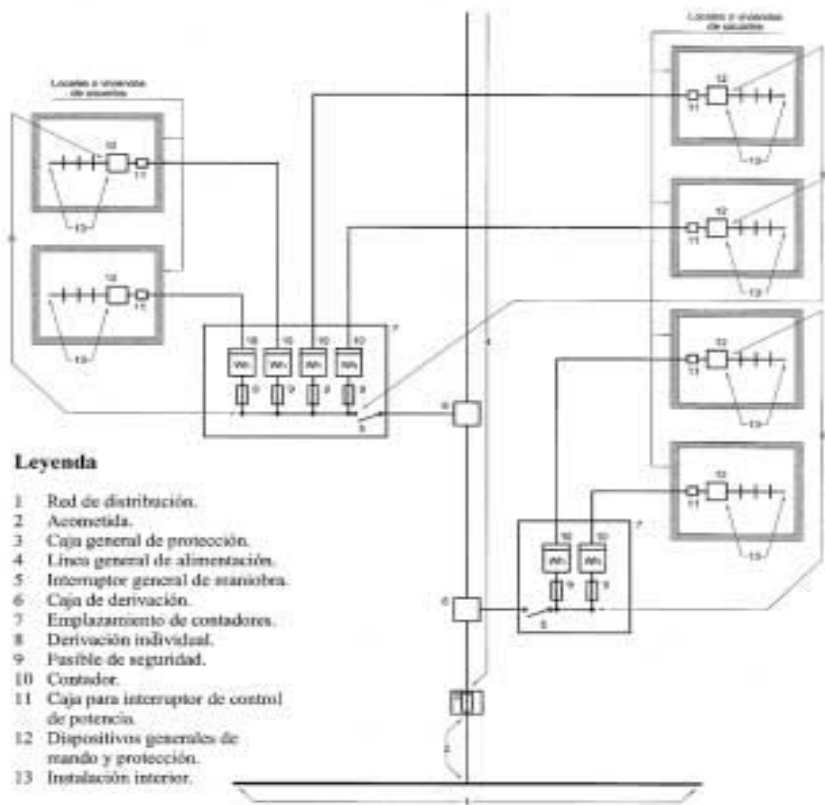
Este esquema se utilizará en edificios destinados a viviendas, edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias donde la previsión de cargas

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-12
	ESQUEMAS	Página 6 de 6

haga aconsejable la centralización de contadores en más de un lugar o planta. Igualmente se utilizará para la ubicación de diversas centralizaciones en una misma planta en edificios comerciales o industriales, cuando la superficie de la misma y la previsión de cargas lo aconseje. También podrá ser de aplicación en las agrupaciones de viviendas en distribución horizontal dentro de un recinto privado.

Este esquema es de aplicación en el caso de centralización de contadores de forma distribuida mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas, que cumplan lo establecido en la norma **UNE-EN 60.439 -2**.

Esquema 2.2.3. Para varios usuarios con contadores en forma centralizada en más de un lugar





MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN	ITC-BT-13
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN .....	2
1.1 Emplazamiento e instalación .....	2
1.2 Tipos y características.....	3
2. CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA .....	3
2.1 Emplazamiento e instalación .....	3
2.2 Tipos y características.....	3

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN	ITC-BT-13
		Página 2 de 2

## 1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

### 1.1 Emplazamiento e instalación

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

En el caso de edificios que alberguen en su interior un centro de transformación para distribución en baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse como protección de la línea general de alimentación, desempeñando la función de caja general de protección. En este caso, la propiedad y el mantenimiento de la protección serán de la empresa suministradora.

Cuando la acometida sea aérea podrán instalarse en montaje superficial a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 m y 4 m. Cuando se trate de una zona en la que esté previsto el paso de la red aérea a red subterránea, la caja general de protección se situará como si se tratase de una acometida subterránea.

Cuando la acometida sea subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según [UNE-EN 50.102](#), revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la [ITC-BT-21](#) para canalizaciones empotradas.

En todos los casos se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc., según se indica en [ITC-BT-06](#) y [ITC-BT-07](#).

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación. Cuando para un suministro se precisen más de dos cajas, podrán utilizarse otras soluciones técnicas previo acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN	ITC-BT-13
		Página 3 de 3

Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.

## 1.2 Tipos y características

Las cajas generales de protección a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

El esquema de caja general de protección a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y lo determinará la empresa suministradora. En el caso de alimentación subterránea, las cajas generales de protección podrán tener prevista la entrada y salida de la línea de distribución.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

## 2. CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Para el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar conforme a los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida.

### 2.1 Emplazamiento e instalación

Es aplicable lo indicado en el apartado 1.1 de esta instrucción, salvo que no se admitirá el montaje superficial. Además, los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m.

### 2.2 Tipos y características

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN	ITC-BT-13
		Página 4 de 4

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	ITC-BT-14
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. DEFINICIÓN .....	2
2. INSTALACIÓN .....	2
3. CABLES .....	3

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	ITC-BT-14
		Página 2 de 2

## 1. DEFINICIÓN

Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma **UNE-EN 60.439 -2**.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-21**, salvo en lo indicado en la presente instrucción.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

## 2. INSTALACIÓN

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurrendo por zonas de uso común.

Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro en función de la sección del cable a instalar, será el que se indica en la tabla 1.

Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100%.

En instalaciones de cables aislados y conductores de protección en el interior de tubos enterrados se cumplirá lo especificado en la **ITC-BT-07**, excepto en lo indicado en la presente instrucción.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.

Además, cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común. La línea general de alimentación no

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-14
	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	Página 3 de 3

podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en la **NBE-CPI-96**. Se evitarán las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones del edificio. Este conducto será registrable y precintable en cada planta y se establecerán cortafuegos cada tres plantas, como mínimo y sus paredes tendrán una resistencia al fuego de RF 120 según **NBE-CPI-96**. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30 x 30 cm y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

### 3. CABLES

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma **UNE 21.123** parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas **UNE-EN 50085-1** y **UNE-EN 50086-1**, cumplan con esta prescripción.

Siempre que se utilicen conductores de aluminio, las conexiones del mismo deberán realizarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor debido a la aparición de potenciales peligrosos originados por los efectos de los pares galvánicos.

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible.

La caída de tensión máxima permitida será:

- Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5 por 100.
- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 por 100.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-14
	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	Página 4 de 4

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la **UNE 20.460 -5-523** con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la **ITC-BT-10**.

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse. El conductor neutro tendrá una sección de aproximadamente el 50 por 100 de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la tabla 1.

Tabla 1

Secciones (mm <sup>2</sup> )		Diámetro exterior de los tubos (mm)
FASE	NEUTRO	
10 (Cu)	10	75
16 (Cu)	10	75
16 (Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-15
	DERIVACIONES INDIVIDUALES	Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. DEFINICIÓN .....	2
2. INSTALACIÓN .....	2
3. CABLES .....	4

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-15
	DERIVACIONES INDIVIDUALES	Página 2 de 2

## 1. DEFINICIÓN

Derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma **UNE-EN 60.439 -2**.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-21**, salvo en lo indicado en la presente instrucción.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

## 2. INSTALACIÓN

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m<sup>2</sup> de superficie.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-15
	DERIVACIONES INDIVIDUALES	Página 3 de 3

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la **NBE-CPI-96**, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la **NBE-CPI-96**. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la siguiente tabla:

Tabla 1. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.

Número de derivaciones	DIMENSIONES (m)	
	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.

Con objeto de facilitar la instalación, cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables, comunes a todos los tubos de derivación individual, en las que no se realizarán empalmes de conductores. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según **UNE-EN 60695-11-10**.

Para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo que se indica en la **ITC-BT-07** para redes subterráneas, excepto en lo indicado en la presente instrucción.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE	ITC-BT-15
	DERIVACIONES INDIVIDUALES	Página 4 de 4

### 3. CABLES

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

A efecto de la consideración del número de fases que compongan la derivación individual, se tendrá en cuenta la potencia que en monofásico está obligada a suministrar la empresa distribuidora si el usuario así lo desea.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la **ITC-BT-19**.

Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma **UNE 21.123** parte 4 ó 5; o a la norma **UNE 211002** (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas **UNE-EN 50085-1** y **UNE-EN 50086-1**, cumplen con esta prescripción.

La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando, que será de color rojo.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la RBT-010 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES DE ENLACE</b>	ITC-BT-15
	DERIVACIONES INDIVIDUALES	Página 5 de 5

A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la **ITC-BT-19** y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la **ITC-BT-07**.

b) La caída de tensión máxima admisible será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.
- Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1,5%.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. GENERALIDADES.....	2
2. FORMAS DE COLOCACIÓN.....	3
2.1 Colocación en forma individual.....	3
2.2 Colocación en forma concentrada.....	3
2.2.1 En local.....	4
2.2.2 En armario.....	5
3. CONCENTRACIÓN DE CONTADORES.....	6
4. ELECCIÓN DEL SISTEMA.....	8

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 2 de 2

## 1. GENERALIDADES

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- módulos (cajas con tapas precintables)
- paneles
- armarios

Todos ellos, constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma **UNE-EN 60.439** partes 1,2 y 3.

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma **UNE 20.324** y **UNE-EN 50.102**, respectivamente.

- para instalaciones de tipo interior: IP40; IK 09
- para instalaciones de tipo exterior: IP43; IK 09

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Las dimensiones de los módulos, paneles y armarios, serán las adecuadas para el tipo y número de contadores así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deban llevar.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de 6 mm<sup>2</sup> de sección, salvo cuando se incumplan las prescripciones reglamentarias en lo que afecta a previsión de cargas y caídas de tensión, en cuyo caso la sección será mayor.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma **UNE 21.022**, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la **ITC MIE-BT-26**.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 3 de 3

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma **UNE 21.027** –9 (mezclas termoestables) o a la norma **UNE 21.1002** (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción.

Asimismo, deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable tendrá las mismas características que las indicadas anteriormente, su color de identificación será el rojo y con una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Las conexiones se efectuarán directamente y los conductores no requerirán preparación especial o terminales.

## 2. FORMAS DE COLOCACIÓN

### 2.1 Colocación en forma individual

Esta disposición se utilizará sólo cuando se trate de un suministro a un único usuario independiente o a dos usuarios alimentados desde un mismo lugar.

Se hará uso de la Caja de Protección y Medida, de los tipos y características indicados en el apartado 2 de **ITC MIE-BT-13**, que reúne bajo una misma envolvente, los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria. En este caso, los fusibles de seguridad coinciden con los generales de protección.

El emplazamiento de la Caja de Protección y Medida se efectuará de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.1 de la **ITC MIE-BT-13**.

Para suministros industriales, comerciales o de servicios con medida indirecta, dada la complejidad y diversidad que ofrecen, la solución a adoptar será la que se especifique en las requisitos particulares de la empresa suministradora para cada caso en concreto, partiendo de los siguientes principios:

- fácil lectura del equipo de medida
- acceso permanente a los fusibles generales de protección
- garantías de seguridad y mantenimiento

El usuario será responsable del quebrantamiento de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las empresas suministradoras, así como de la rotura de cualquiera de los elementos que queden bajo su custodia, cuando el contador esté instalado dentro de su local o vivienda. En el caso de que el contador se instale fuera, será responsable el propietario del edificio.

### 2.2 Colocación en forma concentrada

En el caso de:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 4 de 4

- edificios destinados a viviendas y locales comerciales
- edificios comerciales
- edificios destinados a una concentración de industrias

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación.

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local, según el apartado 2.2.1 siguiente.

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de la forma siguiente:

- En edificios de hasta 12 plantas se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada concentración los contadores de 6 o más plantas.
- Podrán disponerse concentraciones por plantas cuando el número de contadores en cada una de las concentraciones sea superior a 16.

#### 2.2.1 En local

Este local que estará dedicado única y exclusivamente a este fin podrá, además, albergar por necesidades de la Compañía Eléctrica para la gestión de los suministros que parten de la centralización, un equipo de comunicación y adquisición de datos, a instalar por la Compañía Eléctrica, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan.

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece la NBE-CPI-96 para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y el local nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero, de basuras, etc.
- no servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.
- estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 5 de 5

- dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.

- cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.

- las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón de medio pie de ladrillo hueco.

- el local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en la Norma **NBE-CPI-96** para locales de riesgo especial bajo.

- la puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 x 2 m, su resistencia al fuego corresponderá a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en la Norma **NBE-CPI-96** y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.

- dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.

- en el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

### 2.2.2 En armario

Si el número de contadores a centralizar es igual o inferior a 16, además de poderse instalar en un local de las características descritas en 2.2.1, la concentración podrá ubicarse en un armario destinado única y exclusivamente a este fin.

Este armario, reunirá los siguientes requisitos:

- estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio, salvo cuando existan concentraciones por plantas, empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada lo más próximo a ella y a la canalización de las derivaciones individuales.

- no tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.

- desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 6 de 6

- los armarios tendrán una característica parallamas mínima, PF 30

- las puertas de cierre, dispondrán de la cerradura que tenga normalizada la empresa suministradora.

- dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente y en sus inmediaciones, se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

### 3. CONCENTRACIÓN DE CONTADORES

Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

En referente al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN 60.695 -2-1, a una temperatura de 960°C para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850°C para el resto de los materiales tales como envolventes, tapas, etc.

Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior y podrán constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la concentración que lo precisen, estarán marcados de forma visible para que permitan una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponde.

La propiedad del edificio o el usuario tendrán, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen y de la alteración de los elementos instalados que quedan bajo su custodia en el local o armario en que se ubique la concentración de contadores.

Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios para la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y permitirán la incorporación de los avances tecnológicos del momento.

La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere el 1,80 m.

El cableado que efectúa las uniones embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

Las concentraciones, estarán formadas eléctricamente, por las siguientes unidades funcionales:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 7 de 7

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Será obligatoria para concentraciones de más de dos usuarios.

Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos.

Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores.

Cuando exista más de una línea general de alimentación se colocará un interruptor por cada una de ellas.

El interruptor será, como mínimo, de 160 A para previsiones de carga hasta 90 kW, y de 250 A para las superiores a ésta, hasta 150 kW.

- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad

Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

- Unidad funcional de medida

Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

- Unidad funcional de mando (opcional)

Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida

Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales.

El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

- Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional)

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN	ITC-BT-16
		Página 8 de 8

Contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.

#### 4. ELECCIÓN DEL SISTEMA

Para homogeneizar estas instalaciones la Empresa Suministradora, de común acuerdo con la propiedad, elegirá de entre las soluciones propuestas la que mejor se ajuste al suministro solicitado. En caso de discrepancia resolverá el Organismo Competente de la Administración

Se admitirán otras soluciones tales como contadores individuales en viviendas o locales, cuando se incorporen al sistema nuevas técnicas de telegestión.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	INSTALACIONES DE ENLACE DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA	ITC-BT-17
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA.....	2
1.1 Situación .....	2
1.2 Composición y características de los cuadros .....	2
1.3 Características principales de los dispositivos de protección.....	3

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	INSTALACIONES DE ENLACE DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA	ITC-BT-17
		Página 2 de 2

## 1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA

### 1.1 Situación

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

En viviendas, deberá preverse la situación de los dispositivos generales de mando y protección junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc. En los locales destinados a actividades industriales o comerciales, deberán situarse lo más próximo posible a una puerta de entrada de éstos.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

### 1.2 Composición y características de los cuadros

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas **UNE 20.451** y **UNE-EN 60.439 -3**, con un grado de protección mínimo IP 30 según **UNE 20.324** e IK07 según **UNE-EN 50.102**. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE ENLACE DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA	ITC-BT-17
		Página 3 de 3

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

### 1.3 Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

<b>0. ÍNDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. OBJETO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. PUESTA O CONEXION A TIERRA. DEFINICION.....</b>	<b>2</b>
<b>3. UNIONES A TIERRA.....</b>	<b>2</b>
<b>3.1 Tomas de tierra.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Conductores de tierra.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3 Bornes de puesta a tierra .....</b>	<b>5</b>
<b>3.4 Conductores de protección.....</b>	<b>5</b>
<b>4. PUESTA A TIERRA POR RAZONES DE PROTECCION .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto.....</b>	<b>7</b>
<b>5. PUESTA A TIERRA POR RAZONES FUNCIONALES .....</b>	<b>7</b>
<b>6. PUESTA A TIERRA POR RAZONES COMBINADAS DE PROTECCION Y FUNCIONALES .....</b>	<b>7</b>
<b>7. CONDUCTORES CPN (TAMBIÉN DENOMINADOS PEN).....</b>	<b>8</b>
<b>8. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD .....</b>	<b>8</b>
<b>9. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA .....</b>	<b>8</b>
<b>10. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES .....</b>	<b>11</b>
<b>11. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION.....</b>	<b>11</b>
<b>12. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA .....</b>	<b>12</b>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 2 de 2

## 1. OBJETO

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligatoria la puesta a tierra de algún elemento o parte de la instalación, dichas puestas a tierra se regirán por el contenido de la presente instrucción.

## 2. PUESTA O CONEXION A TIERRA. DEFINICION

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

## 3. UNIONES A TIERRA

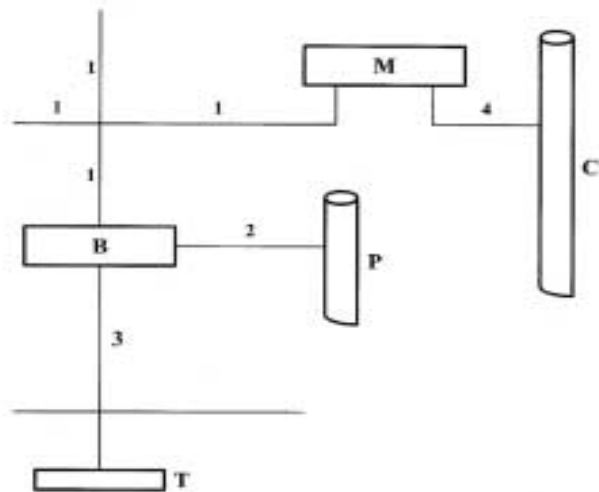
Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que :

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

En la figura 1 se indican las partes típicas de una instalación de puesta a tierra:

Figura 1. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra



**Leyenda**

- 1 Conductor de protección.
- 2 Conductor de unión equipotencial principal.
- 3 Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
- 4 Conductor de equipotencialidad suplementaria.
- B Borne principal de tierra, o punto de puesta a tierra
- M Masa.
- C Elemento conductor.
- P Canalización metálica principal de agua.
- T Toma de tierra.

**3.1 Tomas de tierra**

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;

- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma **UNE 21.022**.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolturas de plomo y otras envolturas de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

**3.2 Conductores de tierra**

La sección de los conductores de tierra tienen que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de esta Instrucción y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la tabla 1. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envoltura

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 5 de 5

### 3.3 Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra,
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### 3.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red,
- a un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la tabla 2 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 6 de 6

no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla 2.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envoltura común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolturas de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envoltura metálica, estas envolturas pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- a) Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- b) Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- c) Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 7 de 7

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

#### 4. PUESTA A TIERRA POR RAZONES DE PROTECCION

Para las medidas de protección en los esquemas TN, TT e IT, ver la **ITC-BT 24**.

Cuando se utilicen dispositivos de protección contra sobreintensidades para la protección contra el choque eléctrico, será preceptiva la incorporación del conductor de protección en la misma canalización que los conductores activos o en su proximidad inmediata.

##### 4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto.

La toma de tierra auxiliar del dispositivo debe ser eléctricamente independiente de todos los elementos metálicos puestos a tierra, tales como elementos de construcciones metálicas, conducciones metálicas, cubiertas metálicas de cables. Esta condición se considera como cumplida si la toma de tierra auxiliar se instala a una distancia suficiente de todo elemento metálico puesto a tierra, tal que quede fuera de la zona de influencia de la puesta a tierra principal.

La unión a esta toma de tierra debe estar aislada, con el fin de evitar todo contacto con el conductor de protección o cualquier elemento que pueda estar conectados a él.

El conductor de protección no debe estar unido más que a las masas de aquellos equipos eléctricos cuya alimentación pueda ser interrumpida cuando el dispositivo de protección funcione en las condiciones de defecto.

#### 5. PUESTA A TIERRA POR RAZONES FUNCIONALES

Las puestas a tierra por razones funcionales deben ser realizadas de forma que aseguren el funcionamiento correcto del equipo y permitan un funcionamiento correcto y fiable de la instalación.

#### 6. PUESTA A TIERRA POR RAZONES COMBINADAS DE PROTECCION Y FUNCIONALES

Cuando la puesta a tierra sea necesaria a la vez por razones de protección y funcionales, prevalecerán las prescripciones de las medidas de protección.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 8 de 8

#### 7. CONDUCTORES CPN (TAMBIÉN DENOMINADOS PEN)

En el esquema TN, cuando en las instalaciones fijas el conductor de protección tenga una sección al menos igual a  $10 \text{ mm}^2$ , en cobre o aluminio, las funciones de conductor de protección y de conductor neutro pueden ser combinadas, a condición de que la parte de la instalación común no se encuentre protegida por un dispositivo de protección de corriente diferencial residual.

Sin embargo, la sección de mínima de un conductor CPN puede ser de  $4 \text{ mm}^2$ , a condición de que el cable sea de cobre y del tipo concéntrico y que las conexiones que aseguran la continuidad estén duplicadas en todos los puntos de conexión sobre el conductor externo. El conductor CPN concéntrico debe utilizarse a partir del transformador y debe limitarse a aquellas instalaciones en las que se utilicen accesorios concebidos para este fin.

El conductor CPN debe estar aislado para la tensión más elevada a la que puede estar sometido, con el fin de evitar las corrientes de fuga.

El conductor CPN no tiene necesidad de estar aislado en el interior de los aparatos.

Si a partir de un punto cualquiera de la instalación, el conductor neutro y el conductor de protección están separados, no estará permitido conectarlos entre sí en la continuación del circuito por detrás de este punto. En el punto de separación, deben preverse bornes o barras separadas para el conductor de protección y para el conductor neutro. El conductor CPN debe estar unido al borne o a la barra prevista para el conductor de protección.

#### 8. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de  $6 \text{ mm}^2$ . Sin embargo, su sección puede ser reducida a  $2,5 \text{ mm}^2$ , si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

#### 9. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 9 de 9

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La tabla 3 muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la tabla 4.

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la tabla 5, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno. El conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en condiciones análogas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 10 de 10

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$

$\rho$ , resistividad del terreno (Ohm.m)  
 $P$ , perímetro de la placa (m)  
 $L$ , longitud de la pica o del conductor (m)

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 11 de 11

## 10. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

## 11. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia del punto 10, entre las puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula :

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U}$$

siendo:

- D : distancia entre electrodos, en metros
- $\rho$  : resistividad media del terreno en ohmios.metro
- $I_d$  : intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica
- U : 1200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario. Para redes TN, U será inferior a dos veces la tensión de contacto máxima admisible de la instalación definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 12 de 12

de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d * R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada, definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

## 12. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	2
2.1 Regla general.....	2
2.2 Conductores activos.....	2
2.2.1 Naturaleza de los conductores.....	2
2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión .....	2
2.2.3 Intensidades máximas admisibles .....	3
2.2.4 Identificación de conductores.....	4
2.3 Conductores de protección.....	5
2.4 Subdivisión de las instalaciones .....	6
2.5 Equilibrado de cargas.....	6
2.6 Posibilidad de separación de la alimentación.....	7
2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga .....	7
2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos .....	8
2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica .....	8
2.10 Bases de toma de corriente.....	10
2.11 Conexiones .....	11

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 2 de 2

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones contenidas en esta Instrucción se extienden a las instalaciones interiores dentro del campo de aplicación del artículo 2 y con tensión asignada dentro de los márgenes de tensión fijados en el artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

## 2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

### 2.1 Regla general

La determinación de las características de la instalación deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en la Norma UNE 20.460 -3.

### 2.2 Conductores activos

#### 2.2.1 Naturaleza de los conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-BT 20.

#### 2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

### 2.2.3 Intensidades máximas admisibles

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-523 y su anexo Nacional.

En la siguiente tabla se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40°C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables. Para otras temperaturas, métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, así como para conductores enterrados, consultar la Norma UNE 20.460 -5-523.

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

A	Diagrama	Descripción	3x PVC		2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
			1x	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x		
A		Conductores aislados en tubos expuestos en paredes aislantes														
A2		Cables multicables en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en otros					3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multicables en tubos en montaje superficial o empotrados en otros			3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
C		Cables multicables empotrados en paredes					3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multicables al aire libre. Distancia a la pared no inferior a D/3						3x PVC		2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D							3x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
G		Cables unipolares separados mutuamente								3x PVC			3x XLPE o EPR			
			mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Cable			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	-	
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	28	33	-	-	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	103	-	-	-
			25	64	69	77	84	95	98	-	114	130	148	-	-	-
			35	86	92	104	110	125	129	-	151	172	196	-	-	-
			50	109	116	130	137	155	161	-	189	216	248	-	-	-
			70	144	153	170	179	203	211	-	248	282	324	-	-	-
			95	188	200	222	233	264	273	-	324	368	420	-	-	-
			120	240	254	280	293	333	344	-	408	464	528	-	-	-
150	300	316	345	359	405	417	-	496	564	640	-	-	-			
185	375	393	425	440	495	508	-	615	700	792	-	-	-			
240	480	500	535	550	615	629	-	768	876	992	-	-	-			
300	600	622	660	675	745	759	-	960	1092	1248	-	-	-			

- 1) A partir de 25 mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.

### 2.2.4 Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 5 de 5

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

### 2.3 Conductores de protección

Se aplicará lo indicado en la Norma **UNE 20.460** -5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la tabla 2.

Tabla 2.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(\*) Con un mínimo de:  
 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica  
 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

Para otras condiciones se aplicará la norma **UNE 20.460** -5-54, apartado 543.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto. Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la norma **UNE 20.460-3**. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica, según **ITC-BT 21** para canalizaciones empotradas.
- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.
- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale fuera de esta canalización seguirá el curso de la misma.
- En una canalización móvil todos los conductores incluyendo el conductor de protección, irán por la misma canalización
- En el caso de canalizaciones que incluyan conductores con aislamiento mineral, la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 6 de 6

conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada y su conductividad sea como mínimo igual a la que resulte de la aplicación de la Norma **UNE 20.460** -5-54, apartado 543.

- Cuando las canalizaciones estén constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o por cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos cables que los conductores activos.

- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánicos y químicos, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.

- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de uniones soldadas sin empleo de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete, si se usan, estarán previstos para evitar su desapriete. Se considera que los dispositivos que cumplan con la norma **UNE-EN 60.998** -2-1 cumplen con esta prescripción.

- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes (por ejemplo cobre-aluminio).

### 2.4 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

### 2.5 Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 7 de 7

## 2.6 Posibilidad de separación de la alimentación

Se podrán desconectar de la fuente de alimentación de energía, las siguientes instalaciones:

- Toda instalación cuyo origen esté en una línea general de alimentación
- Toda instalación con origen en un cuadro de mando o de distribución.

Los dispositivos admitidos para esta desconexión, que garantizarán la separación omnipolar excepto en el neutro de las redes TN-C, son:

- Los cortacircuitos fusibles
- Los seccionadores
- Los interruptores con separación de contactos mayor de 3 mm o con nivel de seguridad equivalente
- Los bornes de conexión, sólo en caso de derivación de un circuito

Los dispositivos de desconexión se situarán y actuarán en un mismo punto de la instalación, y cuando esta condición resulte de difícil cumplimiento, se colocarán instrucciones o avisos aclaratorios. Los dispositivos deberán ser accesibles y estarán dispuestos de forma que permitan la fácil identificación de la parte de la instalación que separan.

## 2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga

Se instalarán dispositivos apropiados que permitan conectar y desconectar en carga en una sola maniobra, en:

- Toda instalación interior o receptora en su origen, circuitos principales y cuadros secundarios. Podrán exceptuarse de esta prescripción los circuitos destinados a relojes, a rectificadores para instalaciones telefónicas cuya potencia nominal no exceda de 500 VA y los circuitos de mando o control, siempre que su desconexión impida cumplir alguna función importante para la seguridad de la instalación. Estos circuitos podrán desconectarse mediante dispositivos independientes del general de la instalación.
- Cualquier receptor
- Todo circuito auxiliar para mando o control, excepto los destinados a la tarificación de la energía
- Toda instalación de aparatos de elevación o transporte, en su conjunto.
- Todo circuito de alimentación en baja tensión destinado a una instalación de tubos luminosos de descarga en alta tensión
- Toda instalación de locales que presente riesgo de incendio o de explosión.
- Las instalaciones a la intemperie
- Los circuitos con origen en cuadros de distribución
- Las instalaciones de acumuladores
- Los circuitos de salida de generadores

Los dispositivos admitidos para la conexión y desconexión en carga son:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 8 de 8

- Los interruptores manuales.
- Los cortacircuitos fusibles de accionamiento manual, o cualquier otro sistema aislado que permita estas maniobras siempre que tengan poder de corte y de cierre adecuado e independiente del operador.
- Las clavijas de las tomas de corriente de intensidad nominal no superior a 16 A.

Deberán ser de corte omnipolar los dispositivos siguientes:

- Los situados en el cuadro general y secundarios de toda instalación interior o receptora.
- Los destinados a circuitos excepto en sistemas de distribución TN-C, en los que el corte del conductor neutro esta prohibido y excepto en los TN-S en los que se pueda asegurar que el conductor neutro esta al potencial de tierra.
- Los destinados a receptores cuya potencia sea superior a 1.000 W, salvo que prescripciones particulares admitan corte no omnipolar.
- Los situados en circuitos que alimenten a lámparas de descarga o autotransformadores.
- Los situados en circuitos que alimenten a instalaciones de tubos de descarga en alta tensión.

En los demás casos, los dispositivos podrán no ser de corte omnipolar.

El conductor neutro o compensador no podrá ser interrumpido salvo cuando el corte se establezca por interruptores omnipolares.

## 2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para las personas y los animales domésticos tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos, las instalaciones deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

Estas medidas de protección son las señaladas en la Instrucción **ITC-BT-24** y deberán cumplir lo indicado en la **UNE 20.460**, parte 4-41 y parte 4-47.

## 2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 9 de 9

Tabla 3.

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (v)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1000	≥ 1,0
Nota: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36		

Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento que corresponda.

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total, en hectómetros, de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante un generador de corriente continua capaz de suministrar las tensiones de ensayo especificadas en la tabla anterior con una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Durante la medida, los conductores, incluido el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada ésta.

Cuando la instalación tenga circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fases y el neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los receptores conectados y sus mandos en posición "paro", asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los dispositivos de interrupción se pondrán en posición de "cerrado" y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 10 de 10

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierna o en su defecto 0,5 MΩ.
- Desconectados los aparatos receptores, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda.

La medida de la resistencia de aislamiento entre conductores polares, se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante.

Durante este ensayo los dispositivos de interrupción se pondrán en la posición de "cerrado" y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

Las corrientes de fuga no serán superiores para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

## 2.10 Bases de toma de corriente

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán del tipo indicado en las figuras C2a, C3a o ESB 25-5a de la norma [UNE 20315](#). El tipo indicado en la figura C3a queda reservado para instalaciones en las que se requiera distinguir la fase del neutro, o disponer de una red de tierras específica.

En instalaciones diferentes de las indicadas en la [ITC-BT 25](#) para viviendas, además se admitirán las bases de toma de corriente indicadas en la serie de normas [UNE EN 60309](#).



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 11 de 11

Las bases móviles deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1a, C2a o C3a de la Norma **UNE 20315**. Las clavijas utilizadas en los cordones prolongadores deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b.

Las bases de toma de corriente del tipo indicado en las figuras C1a, las ejecuciones fijas de las figuras ESB 10-5a y ESC 10-1a, así como las clavijas de las figuras ESB 10-5b y C1b, recogidas en la norma **UNE 20315**, solo podrán comercializarse e instalarse para reposición de las existentes.

### 2.11 Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación salvo en los casos indicados en el apartado 3.1. de la **ITC-BT-21**. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. GENERALIDADES .....	2
2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN .....	2
2.1 Prescripciones Generales .....	2
2.1.1 Disposiciones .....	2
2.1.2 Accesibilidad .....	3
2.1.3 Identificación .....	3
2.2 Condiciones particulares .....	3
2.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores .....	4
2.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes .....	4
2.2.3 Conductores aislados enterrados .....	5
2.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras .....	5
2.2.5 Conductores aéreos .....	6
2.2.6 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción .....	6
2.2.7 Conductores aislados bajo canales protectoras .....	7
2.2.8 Conductores aislados bajo molduras .....	7
2.2.9 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas .....	8
2.2.10 Canalizaciones eléctricas prefabricadas .....	8
3. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN .....	8

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 2 de 2

## 1. GENERALIDADES

Los sistemas de instalación que se describen en esta Instrucción Técnica deberán tener en consideración los principios fundamentales de la norma [UNE 20.460](#) -5-52.

## 2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma [UNE 20.460](#) -5-52.

### 2.1 Prescripciones Generales

#### *Circuitos de potencia*

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

#### *Separación de circuitos*

No deben instalarse circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad (MBTS ó MBTP) en las mismas canalizaciones, a menos que cada cable esté aislado para la tensión más alta presente o se aplique una de las disposiciones siguientes:

- que cada conductor de un cable de varios conductores esté aislado para la tensión más alta presente en el cable;
- que los conductores estén aislados para su tensión e instalados en un compartimento separado de un conducto o de una canal, si la separación garantiza el nivel de aislamiento requerido para la tensión más elevada.

#### 2.1.1 Disposiciones

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 3 de 3

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción **ITC-BT-24**, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:

- La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
- La condensación
- La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación
- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable
- La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto

### 2.1.2 Accesibilidad

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

### 2.1.3 Identificación

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

## 2.2 Condiciones particulares

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 1, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes. Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la tabla 2.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 4 de 4

Tabla 1. Elección de las canalizaciones

Conductores y cables	Sistemas de instalación							
	Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos	-	-	-	-	-	-	+	-
Conductores aislados	-	-	+	+	+	-	+	-
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	0	+

+: Admitido  
-: No admitido  
0: No aplicable o no utilizado en la práctica  
\*: Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD

Tabla 2. Situación de las canalizaciones

Situaciones	Sistemas de instalación							
	Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	-	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	-	-
Canal de obra	+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados	+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras	+	+	+	+	+	0	-	-
En montaje superficial	Aéreo	-	+	+	+	+	+	-
		-	-	(*)	+	-	+	+

+: Admitido  
-: No admitido  
0: No aplicable o no utilizado en la práctica  
(\*): No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

### 2.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán lo establecido en la **ITC-BT-21**.

### 2.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral). Estas instalaciones se realizarán de acuerdo a la norma **UNE 20.460** -5-52.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 5 de 5

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los puntos de fijación de los cables estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida. Cuando el cruce de los cables requiera su empotramiento para respetar la separación mínima de 3 cm, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.1 de la presente instrucción. Cuando el cruce se realice bajo molduras, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.8 de la presente instrucción.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los cables con aislamiento mineral, cuando lleven cubiertas metálicas, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas de estos cables, salvo que esta cubierta este protegida adecuadamente contra la corrosión.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### 2.2.3 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones **ITC-BT-07** e **ITC-BT-21**.

### 2.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (por ejemplo con polietileno reticulado o etileno-propileno).

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 6 de 6

### 2.2.5 Conductores aéreos

Los conductores aéreos no cubiertos en 2.2.2, cumplirán lo establecido en la **ITC-BT-06**.

### 2.2.6 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

Estas canalizaciones están constituidas por cables colocados en el interior de huecos de la construcción según **UNE 20.460** -5-52. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire. En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin (ventilación, etc.).

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Normalmente, como los cables solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo resultante de un recorrido vertical libre no superior a 3 metros quede dentro de los límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer de puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, cuando se suelten los bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que están en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 7 de 7

conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

### 2.2.7 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales deberán satisfacer lo establecido en la **ITC-BT-21**.

En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas" según la norma **UNE-EN 50.085 -1**, se podrá:

- Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.
- Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como "canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas", según la Norma **UNE EN 50085-1**, solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estancia, de tensión asignada mínima 300/500 V.

### 2.2.8 Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos.

Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V

Las molduras podrán ser reemplazadas por guarniciones de puertas, astrágalos o rodapiés ranurados, siempre que cumplan las condiciones impuestas para las primeras.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 8 de 8

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

### 2.2.9 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma **UNE 20.460 -5-52**.

### 2.2.10 Canalizaciones eléctricas prefabricadas

Deberán tener un grado de protección adecuado a las características del local por el que discurren.

Las canalizaciones prefabricadas para iluminación deberán ser conformes con las especificaciones de las normas de la serie **UNE EN 60570**.

Las características de las canalizaciones de uso general deberán ser conformes con las especificaciones de la Norma **UNE EN 60439-2**

## 3. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-20
	SISTEMAS DE INSTALACION	Página 9 de 9

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la Instrucción **ITC-BT-21**. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
- Los pasos con conductores aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 centímetros en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. TUBOS PROTECTORES.....	2
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación.....	2
1.2.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie.....	2
1.2.2 Tubos en canalizaciones empotradas.....	4
1.2.3 Canalizaciones aéreas o con tubos al aire.....	6
1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas.....	7
2. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS TUBOS.....	8
2.1 Prescripciones generales.....	8
2.2 Montaje fijo en superficie.....	10
2.3 Montaje fijo empotrado.....	10
2.4 Montaje al aire.....	12
3. CANALES PROTECTORAS.....	12
3.1 Generalidades.....	12
3.2 Características de las canales.....	13
4. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS CANALES.....	13
4.1 Prescripciones generales.....	13

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 2 de 2

## 1. TUBOS PROTECTORES

### 1.1 Generalidades

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la [UNE-EN 60.423](#). Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma [UNE-EN 50.086 -2-4](#). Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la [Directiva de Productos de la Construcción \(89/106/CEE\)](#)

### 1.2 Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación

#### 1.2.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 1.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 3 de 3

Tabla 1. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas **UNE-EN 50.086 -2-1**, para tubos rígidos y **UNE-EN 50.086 -2-2**, para tubos curvables.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la tabla 2 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla 2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 4 de 4

### 1.2.2 Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la tabla 3 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra y en la tabla 4 para tubos empotrados embebidos en hormigón.

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la tabla 4.

Tabla 3. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 5 de 5

Tabla 4. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embebidas en hormigón y para canalizaciones precableadas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C <sup>(1)</sup>
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

<sup>(1)</sup> Para canalizaciones precableadas ordinarias empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) se acepta una temperatura máxima de instalación y servicio código 1; +60°C.

El cumplimiento de las características indicadas en las tablas 3 y 4 se realizará según los ensayos indicados en las normas **UNE-EN 50.086 -2-1**, para tubos rígidos, **UNE-EN 50.086 -2-2**, para tubos curvables y **UNE-EN 50.086 -2-3**, para tubos flexibles.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 5 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla 5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 6 de 6

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

### 1.2.3 Canalizaciones aéreas o con tubos al aire

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla 6.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

Tabla 6. Características mínimas para canalizaciones de tubos al aire o aéreas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ≥ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la norma **UNE-EN 50.086 -2-3**.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 7 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla 7. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 7 de 7

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

#### 1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas

En las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias las indicadas en la tabla 8.

Tabla 8. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:  
NA : No aplicable  
(\* ) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la norma UNE-EN 50.086 -2-4.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 9 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 8 de 8

Tabla 9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

## 2. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado a continuación y en su defecto lo prescrito en la norma **UNE 20.460-5-523** y en las **ITC-BT-19** e **ITC-BT-20**.

### 2.1 Prescripciones generales

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a **UNE-EN 50.086 -2-2**.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 9 de 9

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60.998.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 10 de 10

calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- Pantallas de protección calorífuga
- Alejamiento suficiente de las fuentes de calor
- Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir
- Modificación del material aislante a emplear

## 2.2 Montaje fijo en superficie

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

## 2.3 Montaje fijo empotrado

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la tabla 8 y las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 11 de 11

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Tabla 10

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Colocación del tubo antes de terminar la construcción y revestimiento (*)	Preparación de la roza o alojamiento durante la construcción	Ejecución de la roza después de la construcción y revestimiento	OBSERVACIONES
Muros de: ladrillo macizo	SI	X	SI	Únicamente en rozas verticales y en las horizontales situadas a una distancia del borde superior del muro inferior a 50 cm. La roza, en profundidad, sólo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. La roza en profundidad, sólo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. No se colocarán los tubos en diagonal.
ladrillo hueco, siendo el nº de huecos en sentido transversal:				
- uno	SI	X	SI	
- dos o tres	SI	X	SI	
- mas de tres	SI	X	SI	
bloques macizos de hormigón	SI	X	X	
bloques huecos de hormigón	SI	X	NO	
hormigón en masa	SI	SI	X	
hormigón armado	SI	SI	X	
Forjados:				(**) Es admisible practicar un orificio en la cara inferior del forjado para introducir los tubos en un hueco longitudinal del mismo
placas de hormigón	SI	SI	NO	
forjados con nervios	SI	SI	NO	
forjados con nervios y elementos de relleno	SI	SI	NO (**)	
forjados con viguetas y bovedillas	SI	SI	NO (**)	
forjados con viguetas y tableros y revoltón de rasilla	SI	SI	NO (**)	

X: Difícilmente aplicable en la práctica

(\*): Tubos blindados únicamente

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 12 de 12

## 2.4 Montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la tabla 6 se conserven en todo el sistema especialmente en las conexiones.

## 3. CANALES PROTECTORAS

### 3.1 Generalidades

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no perforadas, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable, según se indica en la ITC-BT-01 "Terminología".

Las canales serán conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN 50.085 y se clasificarán según lo establecido en la misma.

Las características de protección deben mantenerse en todo el sistema. Para garantizar éstas, la instalación debe realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante.

En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas" según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá:

- Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.
- Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP4X ó clasificadas como "canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas", según la norma UNE-EN 50.085 -1, sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 13 de 13

### 3.2 Características de las canales

En las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias, las características mínimas de las canales serán las indicadas en la tabla 11.

Tabla 11. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas [UNE-EN 50.085](#).

El número máximo de conductores que pueden ser alojados en el interior de una canal será el compatible con un tendido fácilmente realizable y considerando la incorporación de accesorios en la misma canal.

Salvo otras prescripciones en instrucciones particulares, las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie [UNE-EN 50.085](#).

## 4. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS CANALES

### 4.1 Prescripciones generales

- La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la norma [UNE 20.460](#) -5-52 y en las Instrucciones [ITC-BT-19](#) e [ITC-BT-20](#).

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-21
	TUBOS Y CANALES PROTECTORAS	Página 14 de 14

- No se podrán utilizar las canales como conductores de protección o de neutro, salvo lo dispuesto en la Instrucción [ITC-BT-18](#) para canalizaciones prefabricadas .

- La tapa de las canales quedará siempre accesible.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-22
	PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES	Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	2
1.1 Protección contra sobreenintensidades .....	2
1.2 Aplicación de las medidas de protección .....	2

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-22
	PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES	Página 2 de 2

## 1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 1.1 Protección contra sobreenintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreenintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreenintensidades previsibles.

Las sobreenintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma **UNE 20.460** -4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432 - Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433 - Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434 - Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435 - Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.
- 436 - Limitación de las sobreenintensidades por las características de alimentación.

### 1.2 Aplicación de las medidas de protección

La norma **UNE 20.460** -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma **UNE 20.460** -4-43 según sea por causa de sobrecargas o

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-22
	PROTECCIÓN CONTRA SOBREENINTENSIDADES	Página 3 de 3

cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Circuitos	3 F + N								3 F			F + N		2 F	
	$S_N \geq S_F$				$S_N < S_F$				F	F	F	F	N	F	F
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
<b>TN – C</b>	P	P	P	-	P	P	P	(1)	P	P	P	P	-	P	P
<b>TN – S</b>	P	P	P	-	P	P	P	P <sub>(3)(5)</sub>	P	P	P	P	-	P	P
<b>TT</b>	P	P	P	-	P	P	P	P <sub>(3)(5)</sub>	P	P	P <sub>(2)(4)</sub>	P	-	P	P <sub>(2)</sub>
<b>IT</b>	P	P	P	P <sub>(3)(6)</sub>	P	P	P	P <sub>(3)(6)</sub>	P	P	P	P	P <sub>(6)(3)</sub>	P	P <sub>(2)</sub>

NOTAS:

P: significa que debe preverse un dispositivo de protección (detección) sobre el conductor correspondiente

$S_N$ : Sección del conductor de neutro

$S_F$ : Sección del conductor de fase

(1): admisible si el conductor de neutro esta protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal es netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(2): excepto cuando haya protección diferencial

(3): en este caso el corte y la conexión del conductor de neutro debe ser tal que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase.

(4): en el esquema TT sobre los circuitos alimentados entre fases y en los que el conductor de neutro no es distribuido, la detección de sobreenintensidad puede no estar prevista sobre uno de los conductores de fase, si existe sobre el mismo circuito aguas arriba, una protección diferencial que corte todos los conductores de fase y si no existe distribución del conductor de neutro a partir de un punto neutro artificial en los circuitos situados aguas abajo del dispositivo de protección diferencial antes mencionado.

(5): salvo que el conductor de neutro esté protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal sea netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(6): salvo si el conductor neutro esta efectivamente protegido contra los cortocircuitos o si existe aguas arriba una protección diferencial cuya corriente diferencial-residual nominal sea como máximo igual a 0,15 veces la corriente admisible en el conductor neutro correspondiente. Este dispositivo debe cortar todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluido el conductor neutro.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-23
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	Página 1 de 1

## 0. INTRODUCCIÓN

<b>0. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	2
<b>2. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES</b> .....	2
<b>2.1 Objeto de las categorías</b> .....	2
<b>2.2 Descripción de las categorías de sobretensiones</b> .....	3
<b>3. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES</b> .....	3
<b>3.1 Situación natural</b> .....	4
<b>3.2 Situación controlada</b> .....	4
<b>4. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN</b> .....	4

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-23
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	Página 2 de 2

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

## 2. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES

### 2.1 Objeto de las categorías

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Mediante una adecuada selección de la categoría, se puede lograr la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. La reducción de las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los indicados en cada categoría se consigue con una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta, media y fina, logrando de esta forma un nivel de tensión residual no peligroso para los equipos y una capacidad de derivación de energía que prolonga la vida y efectividad de los dispositivos de protección.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-23
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	Página 3 de 3

## 2.2 Descripción de las categorías de sobretensiones

En la tabla 1 se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

### Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

### Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.

### Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Ejemplo: armarios de distribución, embarrados, apartamentas (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...), etc.

### Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Ejemplo: contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.

## 3. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES

Es preciso distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo. Esta instrucción no trata este caso
- Las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-23
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	Página 4 de 4

## 3.1 Situación natural

Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la Tabla 1 y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

Una línea aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus dos extremos, se considera equivalente a una línea subterránea.

## 3.2 Situación controlada

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (por ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT o IT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección. En redes TN-C, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el neutro o compensador. No obstante se permiten otras formas de conexión, siempre que se demuestre su eficacia.

## 4. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla 1, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla 1, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-23
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	Página 5 de 5

- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada,

*Tabla 1*

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSION SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--				

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 2 de 2

**0. ÍNDICE**

**0. ÍNDICE..... 1**

**1. INTRODUCCIÓN ..... 2**

**2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS ..... 2**

**3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS..... 2**

**3.1 Protección por aislamiento de las partes activas ..... 2**

**3.2 Protección por medio de barreras o envolventes ..... 3**

**3.3 Protección por medio de obstáculos ..... 3**

**3.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento..... 4**

**3.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual ..... 5**

**4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS ..... 6**

**4.1 Protección por corte automático de la alimentación ..... 6**

        4.1.1 Esquemas TN, características y prescripciones de los dispositivos de protección..... 6

        4.1.2 Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección..... 8

        4.1.3 Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección..... 10

**4.2 Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente..... 14**

**4.3 Protección en los locales o emplazamientos no conductores ..... 14**

**4.4 Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra..... 17**

**4.5 Protección por separación eléctrica ..... 17**

**1. INTRODUCCIÓN**

La presente instrucción describe las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.

En la protección contra los choques eléctricos se aplicarán las medidas apropiadas:

- para la protección contra los contactos directos y contra los contactos indirectos.
- para la protección contra contactos directos.
- para la protección contra contactos indirectos.

**2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

La protección contra los choques eléctricos para contactos directos e indirectos a la vez se realiza mediante la utilización de muy baja tensión de seguridad MBTS, que debe cumplir las siguientes condiciones:

- Tensión nominal en el campo I de acuerdo a la norma **UNE 20.481** y la **ITC-BT-36**.
- Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la norma **UNE 20.460** -4-41.
- Los circuitos de instalaciones para MBTS, cumplirán lo que se indica en la Norma **UNE 20.460**-4-41 y en la **ITC-BT-36**.

**3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS**

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma **UNE 20.460** -4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

**3.1 Protección por aislamiento de las partes activas**

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 3 de 3

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

### 3.2 Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según [UNE 20.324](#). Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

### 3.3 Protección por medio de obstáculos

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.

Los obstáculos deben impedir:

- bien, un acercamiento físico no intencionado a las partes activas;
- bien, los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 4 de 4

Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

### 3.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

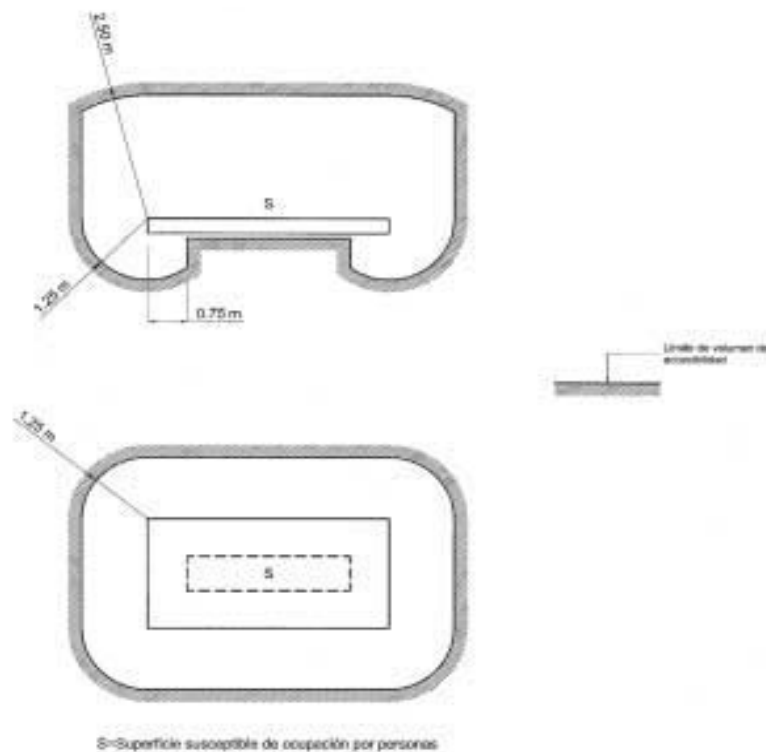
La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Por convenio, este volumen está limitado conforme a la figura 1, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 5 de 5

Figura 1. – Volumen de accesibilidad



Cuando el espacio en el que permanecen y circulan normalmente personas está limitado por un obstáculo (por ejemplo, listón de protección, barandillas, panel enrejado) que presenta un grado de protección inferior al IP2X o IP XXB, según [UNE 20 324](#), el volumen de accesibilidad comienza a partir de este obstáculo.

En los emplazamientos en que se manipulan corrientemente objetos conductores de gran longitud o voluminosos, las distancias prescritas anteriormente deben aumentarse teniendo en cuenta las dimensiones de estos objetos.

### 3.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 6 de 6

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

## 4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS

Esta protección se consigue mediante la aplicación de algunas de las medidas siguientes:

### 4.1 Protección por corte automático de la alimentación

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la [ITC-BT-08](#) y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma [UNE 20.572 -1](#).

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la [ITC-BT-09](#), apartado 10.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la [ITC-BT-08](#) y que la norma [UNE 20.460 -4-41](#) define cada caso.

#### 4.1.1 Esquemas TN, características y prescripciones de los dispositivos de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 7 de 7

recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

donde

$Z_s$  es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

$I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla 1 para tensión nominal igual a  $U_0$ . En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual,  $I_a$  es la corriente diferencial asignada

$U_0$  es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla 1

$U_0$ (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

En la norma [UNE 20.460](#) -4-41 se indican las condiciones especiales que deben cumplirse para permitir tiempos de interrupción mayores o condiciones especiales de instalación.

En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

Cuando el conductor neutro y el conductor de protección sean comunes (esquemas TN-C), no podrá utilizarse dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

Cuando se utilice un dispositivo de protección de corriente diferencial-residual en esquemas TN-C-S, no debe utilizarse un conductor CPN aguas abajo. La conexión del conductor de protección al conductor CPN debe efectuarse aguas arriba del dispositivo de protección de corriente diferencial-residual.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 8 de 8

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo "S") en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general.

Figura 2. Esquema TN-C.

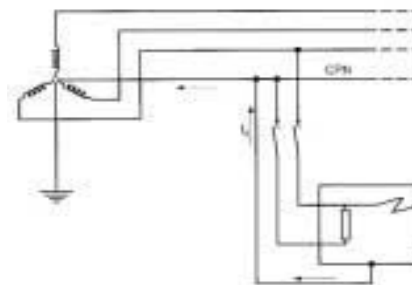
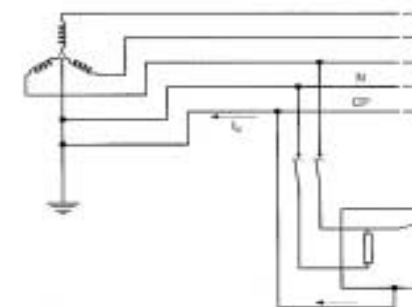


Figura 3. Esquema TN-S.



#### 4.1.2 Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 9 de 9

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

donde:

$R_A$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

$U$  es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia  $R_A$  tiene un valor muy bajo.

Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de protección contra las sobrecorrientes, debe ser:

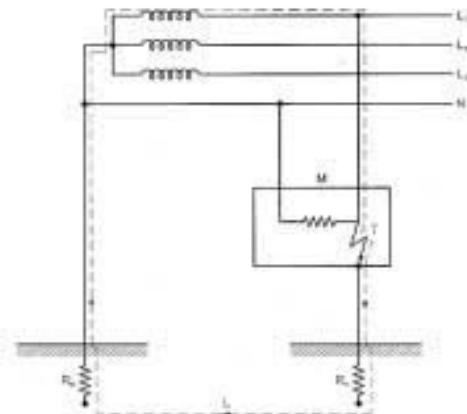
- bien un dispositivo que posea una característica de funcionamiento de tiempo inverso e  $I_a$  debe ser la corriente que asegure el funcionamiento automático en 5 s como máximo;
- o bien un dispositivo que posea una característica de funcionamiento instantánea e  $I_a$  debe ser la corriente que asegure el funcionamiento instantáneo.

La utilización de dispositivos de protección de tensión de defecto no está excluida para aplicaciones especiales cuando no puedan utilizarse los dispositivos de protección antes señalados.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo "S") en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 10 de 10

Figura 4 Esquema TT



#### 4.1.3 Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección

En el esquema IT, la instalación debe estar aislada de tierra o conectada a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente alto. Esta conexión se efectúa bien sea en el punto neutro de la instalación, si está montada en estrella, o en un punto neutro artificial. Cuando no exista ningún punto de neutro, un conductor de fase puede conectarse a tierra a través de una impedancia.

En caso de que exista un sólo defecto a masa o a tierra, la corriente de fallo es de poca intensidad y no es imperativo el corte. Sin embargo, se deben tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos.

Ningún conductor activo debe conectarse directamente a tierra en la instalación.

Las masas deben conectarse a tierra, bien sea individualmente o por grupos.

Debe ser satisfecha la condición siguiente:

$$R_A \times I_d \leq U_L$$

donde:

$R_A$  es la suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 11 de 11

$I_d$  es la corriente de defecto en caso de un primer defecto franco de baja impedancia entre un conductor de fase y una masa. Este valor tiene en cuenta las corrientes de fuga y la impedancia global de puesta a tierra de la instalación eléctrica

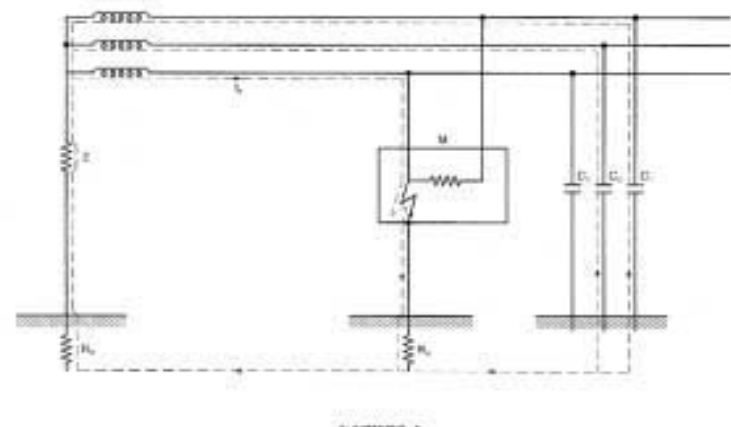
$U_L$  es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

$C_1$ ;  $C_2$ ;  $C_3$  Capacidad homopolar de los conductores respecto de tierra.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 12 de 12

Figura 6. Esquema IT unido a tierra por impedancia  $Z$  y con las puestas a tierra de la alimentación y de las masas separadas



En el esquema IT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Controladores permanentes de aislamiento
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Si se ha previsto un controlador permanente de primer defecto para indicar la aparición de un primer defecto de una parte activa a masa o a tierra, debe activar una señal acústica o visual.

Después de la aparición de un primer defecto, las condiciones de interrupción de la alimentación en un segundo defecto deben ser las siguientes:

- Cuando se pongan a tierra masas por grupos o individualmente, las condiciones de protección son las del esquema TT, salvo que el neutro no debe ponerse a tierra.
- Cuando las masas estén interconectadas mediante un conductor de protección, colectivamente a tierra, se aplican las condiciones del esquema TN, con protección mediante un dispositivo contra sobrecorrientes de forma que se cumplan las condiciones siguientes:

- si el neutro no está distribuido:  $2 \times Z_s \times I_a \leq U$
- si el neutro está distribuido:  $2 \times Z_s' \times I_a \leq U_0$

donde:

$Z_s$  es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor de fase y el conductor de protección.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 13 de 13

$Z_s'$  es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor neutro, el conductor de protección y el de fase.

$I_a$  es la corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección de la instalación en un tiempo  $t$ , según la tabla 2, ó tiempos superiores, con 5 segundos como máximo, para aquellos casos especiales contemplados en la norma [UNE 20.460](#) -4-41.

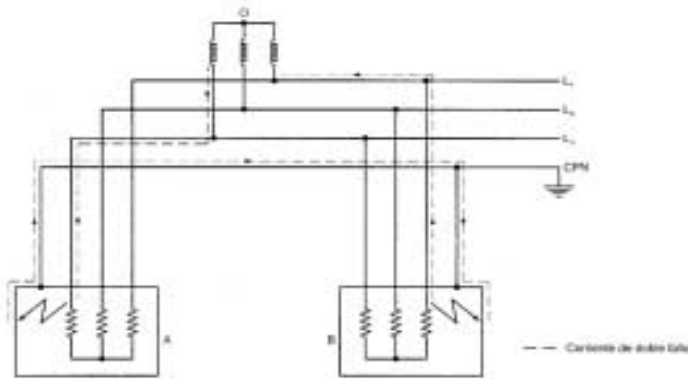
$U$  es la tensión entre fases, valor eficaz en corriente alterna.

$U_0$  es la tensión entre fase y neutro, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla 2

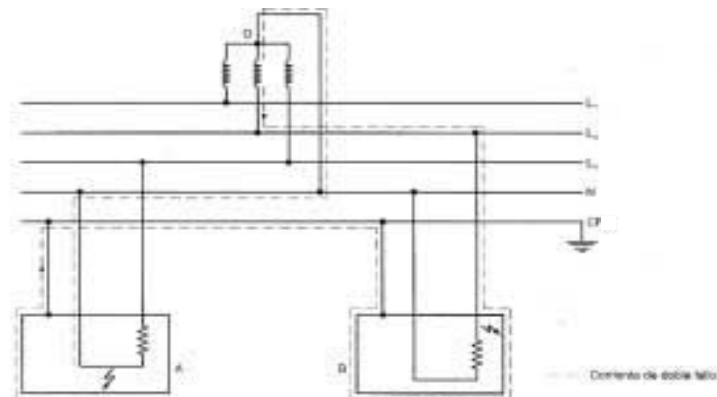
Tensión nominal de la instalación ( $U_0/U$ )	Tiempo de interrupción (s)	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Figura 7. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro no distribuido.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 14 de 14

Figura 8. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro distribuido.



Si no es posible utilizar dispositivos de protección contra sobrecorrientes de forma que se cumpla lo anterior, se utilizarán dispositivos de protección de corriente diferencial-residual para cada aparato de utilización o se realizará una conexión equipotencial complementaria según lo dispuesto en la norma [UNE 20.460](#) -4-41

#### 4.2 Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de aparatos construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

La norma [UNE 20.460](#) -4-41 describe el resto de características y revestimiento que deben cumplir las envolventes de estos equipos.

#### 4.3 Protección en los locales o emplazamientos no conductores

La norma [UNE 20.460](#) -4-41 indica las características de las protecciones y medios para estos casos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 15 de 15

Esta medida de protección está destinada a impedir en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes. Se admite la utilización de materiales de la clase 0 condición que se respete el conjunto de las condiciones siguientes:

Las masas deben estar dispuestas de manera que, en condiciones normales, las personas no hagan contacto simultáneo: bien con dos masas, bien con una masa y cualquier elemento conductor, si estos elementos pueden encontrarse a tensiones diferentes en caso de un fallo del aislamiento principal de las partes activas

En estos locales (o emplazamientos), no debe estar previsto ningún conductor de protección.

Las prescripciones del apartado anterior se consideran satisfechas si el emplazamiento posee paredes aislantes y si se cumplen una o varias de las condiciones siguientes:

- Alejamiento respectivo de las masas y de los elementos conductores, así como de las masas entre sí. Este alejamiento se considera suficiente si la distancia entre dos elementos es de 2 m como mínimo, pudiendo ser reducida esta distancia a 1,25 m por fuera del volumen de accesibilidad.
- Interposición de obstáculos eficaces entre las masas o entre las masas y los elementos conductores. Estos obstáculos son considerados como suficientemente eficaces si dejan la distancia a franquear en los valores indicados en el punto a). No deben conectarse ni a tierra ni a las masas y, en la medida de lo posible, deben ser de material aislante.
- Aislamiento o disposición aislada de los elementos conductores. El aislamiento debe tener una rigidez mecánica suficiente y poder soportar una tensión de ensayo de un mínimo de 2.000 V. La corriente de fuga no debe ser superior a 1 mA en las condiciones normales de empleo.

Las figuras siguientes contienen ejemplos explicativos de las disposiciones anteriores.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 16 de 16

Figura 9.

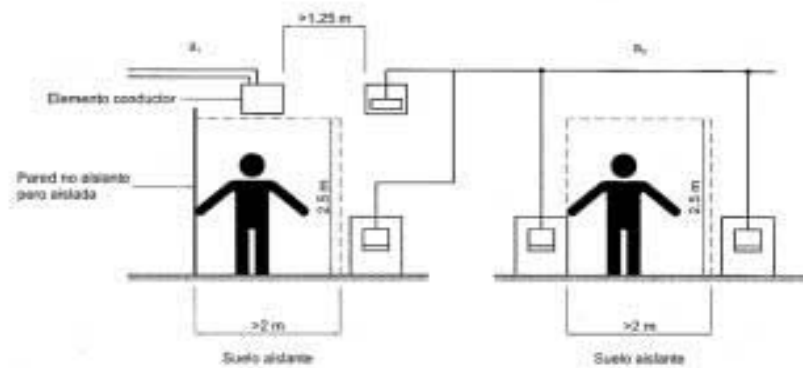
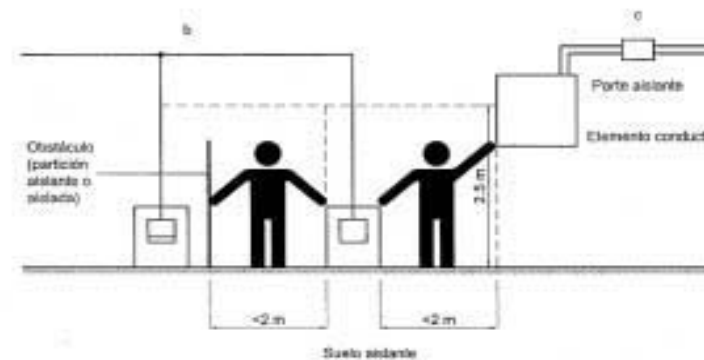


Figura 10.



Las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- 50 k $\Omega$ , si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V; y
- 100 k $\Omega$ , si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V,

Si la resistencia no es superior o igual, en todo punto, al valor prescrito, estas paredes y suelos se considerarán como elementos conductores desde el punto de vista de la protección contra las descargas eléctricas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 17 de 17

Las disposiciones adoptadas deben ser duraderas y no deben poder inutilizarse. Igualmente deben garantizar la protección de los equipos móviles cuando esté prevista la utilización de éstos.

Deberá evitarse la colocación posterior, en las instalaciones eléctricas no vigiladas continuamente, de otras partes (por ejemplo, materiales móviles de la clase I o elementos conductores, tales como conductos de agua metálicos), que puedan anular la conformidad con el apartado anterior.

Deberá evitarse que la humedad pueda comprometer el aislamiento de las paredes y de los suelos.

Deben adoptarse medidas adecuadas para evitar que los elementos conductores puedan transferir tensiones fuera del emplazamiento considerado.

#### 4.4 Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra

Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles.

La conexión equipotencial local así realizada no debe estar conectada a tierra, ni directamente ni a través de masas o de elementos conductores.

Deben adoptarse disposiciones para asegurar el acceso de personas al emplazamiento considerado sin que éstas puedan ser sometidas a una diferencia de potencial peligrosa. Esto se aplica concretamente en el caso en que un suelo conductor, aunque aislado del terreno, está conectado a la conexión equipotencial local.

#### 4.5 Protección por separación eléctrica

El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación, es decir:

- un transformador de aislamiento,
- una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento anterior, por ejemplo un grupo motor generador que posea una separación equivalente.

La norma **UNE 20.460** -4-41 enuncia el conjunto de prescripciones que debe garantizar esta protección.

En el caso de que el circuito separado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas a un conductor de protección.

En el caso de un circuito separado que alimente muchos aparatos, se satisfarán las siguientes prescripciones:

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 18 de 18

a) Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.

b) Todas las bases de tomas de corriente deben estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.

c) Todos los cables flexibles de equipos que no sean de clase II, deben tener un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.

d) En el caso de dos fallos francos que afecten a dos masas y alimentados por dos conductores de polaridad diferente, debe existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo como máximo igual al indicado en la tabla 1 incluida en el apartado 4.1.1, para esquemas TN.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-25
	NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS	Página 1 de 6

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICO.....	2
2. CIRCUITOS INTERIORES .....	2
2.1 Protección general.....	2
2.2 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad .....	2
2.3 Derivaciones .....	3
2.3.1 Electrificación básica.....	3
2.3.2 Electrificación elevada .....	3
3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS, SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN.....	4
4. PUNTOS DE UTILIZACIÓN .....	6

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-25
	NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS	Página 2 de 6

1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICO

El grado de electrificación básico se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos tal como se indica en la **ITC-BT-10**. Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada determinada para el interruptor general automático. Igualmente se cumplirá esta condición para la derivación individual.

2. CIRCUITOS INTERIORES

2.1 Protección general

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la **ITC-BT-17** y constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste.
  - Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.
- Para instalaciones de viviendas alimentadas con redes diferentes a las de tipo TT, que eventualmente pudieran autorizarse, la protección contra contactos indirectos se realizará según se indica en el apartado 4.1 de la **ITC-BT-24**.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la **ITC-BT-23**.

2.2 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad

En el caso de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, que se desarrolla en la **ITC-BT-51**, la alimentación a los dispositivos de control y mando centralizado de los sistemas electrónicos se hará mediante un interruptor automático de corte omipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-25
	NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS	Página 3 de 6

interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de MBTS o MBTP, según [ITC-BT-36](#).

### 2.3 Derivaciones

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación e indicada en el apartado 3.

#### 2.3.1 Electrificación básica

##### Circuitos independientes

- C<sub>1</sub> circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C<sub>2</sub> circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C<sub>3</sub> circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.
- C<sub>4</sub> circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C<sub>5</sub> circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

#### 2.3.2 Electrificación elevada

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar mas de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m<sup>2</sup>. En este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

- C<sub>6</sub> Circuito adicional del tipo C<sub>1</sub>, por cada 30 puntos de luz
- C<sub>7</sub> Circuito adicional del tipo C<sub>2</sub>, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m<sup>2</sup>.
- C<sub>8</sub> Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.
- C<sub>9</sub> Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste
- C<sub>10</sub> Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente
- C<sub>11</sub> Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.
- C<sub>12</sub> Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C<sub>3</sub> o C<sub>4</sub>, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C<sub>5</sub>, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-25
	NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS	Página 4 de 6

Tanto para la electrificación básica como para la elevada, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial de las características indicadas en el apartado 2.1 por cada cinco circuitos instalados.

### 3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS, SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN

En la Tabla 1 se relacionan los circuitos mínimos previstos con sus características eléctricas.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u$$

N	nº de tomas o receptores
I <sub>a</sub>	Intensidad prevista por toma o receptor
F <sub>s</sub> (factor de simultaneidad)	Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total
F <sub>u</sub> (factor de utilización)	Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

Los conductores serán de cobre y su sección será como mínimo la indicada en la Tabla 1, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3 %. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización mas alejado del origen de la instalación interior. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-25
	NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS	Página 5 de 6

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos<sup>(1)</sup>

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F <sub>s</sub>	Factor utilización F <sub>u</sub>	Tipo de toma <sup>(7)</sup>	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm <sup>2</sup> <sup>(5)</sup>	Tubo o conducto Diámetro mm <sup>(3)</sup>
C <sub>1</sub> Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz <sup>(9)</sup>	10	30	1,5	16
C <sub>2</sub> Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C <sub>3</sub> Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C <sub>4</sub> Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A <sup>(8)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C <sub>5</sub> Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C <sub>8</sub> Calefacción	<sup>(2)</sup> ---	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>9</sub> Aire acondicionado	<sup>(2)</sup> ---	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>10</sub> Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C <sub>11</sub> Automatización	<sup>(4)</sup> ---	---	---	---	10	---	1,5	16

<sup>(1)</sup> La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.<sup>(2)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W<sup>(3)</sup> Diámetros externos según ITC-BT 19<sup>(4)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W<sup>(5)</sup> Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación<sup>(6)</sup> En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>.<sup>(7)</sup> Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.<sup>(8)</sup> Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.<sup>(9)</sup> El punto de luz incluirá conductor de protección.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-25
	NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS	Página 6 de 6

## 4. PUNTOS DE UTILIZACIÓN

En cada estancia se utilizará como mínimo los siguientes puntos de utilización:

Tabla 2.

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C <sub>1</sub>	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	--- ---
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 <sup>(1)</sup>	una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
Dormitorios	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 <sup>(1)</sup>	una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	---
Baños	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	--- ---
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	1	---
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C <sub>3</sub>	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C <sub>4</sub>	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p + T	3 <sup>(2)</sup>	encima del plano de trabajo
	C <sub>8</sub>	Toma calefacción	1	---
Terrazas y Vestidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )

<sup>(1)</sup> En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a los efectos del número de puntos de utilización de la tabla 1.

<sup>(2)</sup> Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-26
	PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACION	Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-26
	PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACION	Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	2
2. TENSIONES DE UTILIZACIÓN Y ESQUEMA DE CONEXIÓN .....	2
3. TOMAS DE TIERRA.....	2
3.1 Instalación.....	2
3.2 Elementos a conectar a tierra .....	3
3.3 Puntos de puesta a tierra.....	3
3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones.....	3
3.5 Conductores de protección.....	4
4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS .....	4
5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN .....	4
6. CONDUCTORES.....	4
6.1 Naturaleza y Secciones .....	5
6.1.1 Conductores activos.....	5
6.1.2 Conductores de protección .....	5
6.2 Identificación de los conductores .....	5
6.3 Conexiones .....	5
7. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	5
7.1 Sistema de instalación.....	5
7.2 Condiciones generales .....	6

## 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son complementarias de las expuestas en la ITC-BT-19 y aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos.

## 2. TENSIONES DE UTILIZACIÓN Y ESQUEMA DE CONEXIÓN

Las instalaciones de las viviendas se consideran que están alimentadas por una red de distribución pública de baja tensión según el esquema de distribución "TT" (ITC-BT-08) y a una tensión de 230 V en alimentación monofásica y 230/400 V en alimentación trifásica.

## 3. TOMAS DE TIERRA

### 3.1 Instalación

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema:

Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.

En rehabilitación o reforma de edificios existentes, la toma de tierra se podrá realizar también situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio, uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS</b>	ITC-BT-26
	PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACION	Página 3 de 3

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la Instrucción **ITC-BT-18**.

### 3.2 Elementos a conectar a tierra

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

### 3.3 Puntos de puesta a tierra

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.
- En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

### 3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Únicamente es admitida la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cocinas y cuartos de aseo, cuando, por la fecha de construcción del edificio, no se hubiese previsto la instalación de conductores de protección. En este caso, las masas de los aparatos receptores, cuando sus condiciones de instalación lo exijan, podrán ser conectadas a la derivación de la línea principal de tierra directamente, o bien a través de tomas de corriente que dispongan de contacto de puesta a tierra. Al punto o puntos de puesta a tierra indicados como a) en el apartado 3.3, se conectarán las líneas principales de tierra. Estas líneas podrán instalarse por los patios de luces o por canalizaciones interiores, con el fin de establecer a la altura de cada planta del edificio su derivación hasta el borne de conexión de los conductores de protección de cada local o vivienda.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción **ITC-BT-19**,

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS</b>	ITC-BT-26
	PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACION	Página 4 de 4

con un mínimo de 16 milímetros cuadrados. Pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo disponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos, paredes, etc.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la línea principal de tierra, será la señalada en la Instrucción **ITC-BT-19** para los conductores de protección.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquéllos.

### 3.5 Conductores de protección

Se instalarán conductores de protección acompañando a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda hasta los puntos de utilización.

## 4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y empleo de los dispositivos descritos en el apartado 2.1 de la **ITC-BT-25**.

## 5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

El cuadro general de distribución estará de acuerdo con lo indicado en la **ITC-BT-17**. En este mismo cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático, que de acuerdo con lo señalado en las Instrucciones **ITC-BT-10** e **ITC-BT-25**, corresponda a la vivienda.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS</b>	ITC-BT-26
	PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACION	Página 5 de 5

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS</b>	ITC-BT-26
	PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACION	Página 6 de 6

## 6. CONDUCTORES

### 6.1 Naturaleza y Secciones

#### 6.1.1 Conductores activos

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V, como mínimo.

Los circuitos y las secciones utilizadas serán, los indicados en la **ITC-BT-25**

#### 6.1.2 Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción **ITC-BT-19**.

### 6.2 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo-verde. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris.

### 6.3 Conexiones

Se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 2.11 de la **ITC-BT-19**.

Se admitirá no obstante, las conexiones en paralelo entre bases de toma de corriente cuando éstas estén juntas y dispongan de bornes de conexión previstos para la conexión de varios conductores.

## 7. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 7.1 Sistema de instalación

Las instalaciones se realizarán mediante algunos de los siguientes sistemas:

Instalaciones empotradas:

- Cables aislados bajo tubo flexible
- Cables aislados bajo tubo curvable

Instalaciones superficiales:

- Cables aislados bajo tubo curvable

- Cables aislados bajo tubo rígido
- Cables aislados bajo canal protectora cerrada
- Canalizaciones prefabricadas

Las instalaciones deberán cumplir lo indicado en las **ITC-BT-20** e **ITC-BT-21**.

### 7.2 Condiciones generales

En la ejecución de las instalaciones interiores de las viviendas se deberá tener en cuenta:

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en el que se realice una derivación del mismo, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada parte del circuito del resto de la instalación.
- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase.
- Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- La instalación empotrada de estos aparatos se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente o puestas a tierra.
- La instalación de estos aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico, conectándose éste al sistema de tierras.
- La utilización de estos aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, cumplirá lo indicado en la **ITC-BT 49**.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA	ITC-BT-27
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	2
2.1 Clasificación de los volúmenes .....	2
2.1.1 Volumen 0 .....	2
2.1.2 Volumen 1 .....	2
2.1.3 Volumen 2 .....	3
2.1.4 Volumen 3 .....	3
2.2 Protección para garantizar la seguridad .....	3
2.3 Elección e instalación de los materiales eléctricos .....	5
3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA CON CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y APARATOS ANÁLOGOS.....	6
4. FIGURAS DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES.....	7

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA	ITC-BT-27
		Página 2 de 2

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son aplicables a las instalaciones interiores de viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o una ducha o una ducha prefabricada o una bañera de hidromasaje o aparato para uso análogo.

Para lugares que contengan baños o duchas para tratamiento médico o para minusválidos, pueden ser necesarios requisitos adicionales.

Para duchas de emergencia en zonas industriales, son de aplicación las reglas generales.

## 2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 2.1 Clasificación de los volúmenes

Para las instalaciones de estos locales se tendrán en cuenta los cuatro volúmenes 0, 1, 2 y 3 que se definen a continuación. En el apartado 5 de la presente instrucción se presentan figuras aclaratorias para la clasificación de los volúmenes, teniendo en cuenta la influencia de las paredes y del tipo de baño o ducha. Los falsos techos y las mamparas no se consideran barreras a los efectos de la separación de volúmenes.

#### 2.1.1 Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

- Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o
- Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

#### 2.1.2 Volumen 1

Está limitado por:

- El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo, y
- El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este espacio es accesible sin el uso de una herramienta; o
  - Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA	ITC-BT-27
		Página 3 de 3

radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o

- Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

### 2.1.3 Volumen 2

Está limitado por:

- El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y
- El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

### 2.1.4 Volumen 3

Está limitado por:

- El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m; y
- El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

## 2.2 Protección para garantizar la seguridad

Cuando se utiliza MBTS, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra contactos directos debe estar proporcionada por:

- barreras o envolventes con un grado de protección mínimo IP2X o IPXXB, según [UNE 20.324](#) o
- aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en valor eficaz en alterna durante 1 minuto.

Una conexión equipotencial local suplementaria debe unir el conductor de protección asociado con las partes conductoras accesibles de los equipos de clase I en los volúmenes 1, 2 y 3, incluidas las tomas de corriente y las siguientes partes conductoras externas de los volúmenes 0, 1, 2 y 3:

- Canalizaciones metálicas de los servicios de suministro y desagües (por ejemplo agua, gas);

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA	ITC-BT-27
		Página 4 de 4

- Canalizaciones metálicas de calefacciones centralizadas y sistemas de aire acondicionado;
- Partes metálicas accesibles de la estructura del edificio. Los marcos metálicos de puertas, ventanas y similares no se consideran partes externas accesibles, a no ser que estén conectadas a la estructura metálica del edificio.
- Otras partes conductoras externas, por ejemplo partes que son susceptibles de transferir tensiones.

Estos requisitos no se aplican al volumen 3, en recintos en los que haya una cabina de ducha prefabricada con sus propios sistemas de drenaje, distintos de un cuarto de baño, por ejemplo un dormitorio.

Las bañeras y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tensiones, a menos que se instalen de forma que queden aisladas de la estructura y de otras partes metálicas del edificio. Las bañeras y duchas metálicas pueden considerarse aisladas del edificio, si la resistencia de aislamiento entre el área de los baños y duchas y la estructura del edificio, medido de acuerdo con la norma [UNE 20.460](#) -6-61, anexo A, es de cómo mínimo 100 kΩ.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-27
	LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA	Página 5 de 5

## 2.3 Elección e instalación de los materiales eléctricos

Tabla 1.

	Grado de Protección	Cableado	Mecanismos <sup>(1)</sup>	Otros aparatos fijos <sup>(2)</sup>
Volumen 0	IPX7	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen	No permitida	Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen
Volumen 1	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos <sup>(1)</sup> .	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1	No permitida, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.	Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma <u>UNE 20.460 -4-41</u> .
Volumen 2	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos <sup>(1)</sup> .	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.	No permitida, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permiten también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la <u>UNE-EN 60.742</u> o <u>UNE-EN 61558-2-5</u>	Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma <u>UNE 20.460 -4-41</u> .
Volumen 3	IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.	Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma <u>UNE 20.460 -4-41</u> .	Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma <u>UNE 20.460 -4-41</u> .

<sup>(1)</sup>: Los baños comunes comprenden los baños que se encuentran en escuelas, fábricas, centros deportivos, etc. e incluyen todos los utilizados por el público en general.

<sup>(2)</sup>: Los cordones aislantes de interruptores de tirador están permitidos en los volúmenes 1 y 2, siempre que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN 60.669 -1.

<sup>(3)</sup>: Los calefactores bajo suelo pueden instalarse bajo cualquier volumen siempre y cuando debajo de estos volúmenes estén cubiertos por una malla metálica puesta a tierra o por una cubierta metálica conectada a una conexión equipotencial local suplementaria según el apartado 2.2.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS	ITC-BT-27
	LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA	Página 6 de 6

### 3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA CON CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y APARATOS ANÁLOGOS

El hecho de que en estos aparatos, en los espacios comprendidos entre la bañera y el suelo y las paredes y el techo de las cabinas y las paredes y techos del local donde se instalan, coexista equipo eléctrico tanto de baja tensión como de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) con tuberías o depósitos de agua u otros líquidos, hace necesario que se requieran condiciones especiales de instalación.

En general todo equipo eléctrico, electrónico, telefónico o de telecomunicación incorporado en la cabina o bañera, incluyendo los alimentados a MBTS, deberán cumplir los requisitos de la norma **UNE-EN 60.335** -2-60.

La conexión de las bañeras y cabinas se efectuará con cable con cubierta de características no menores que el de designación H05VV-F o mediante cable bajo tubo aislante con conductores aislados de tensión asignada 450/750V. Debe garantizarse que, una vez instalado el cable o tubo en la caja de conexiones de la bañera o cabina, el grado de protección mínimo que se obtiene sea IPX5.

Todas las cajas de conexión localizadas en paredes y suelo del local bajo la bañera o plato de ducha, o en las paredes o techos del local, situadas detrás de paredes o techos de una cabina por donde discurren tubos o depósitos de agua, vapor u otros líquidos, deben garantizar, junto con su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IPX5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta.

No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurren por los volúmenes determinados por dichas superficies salvo si estos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior.

4. FIGURAS DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES

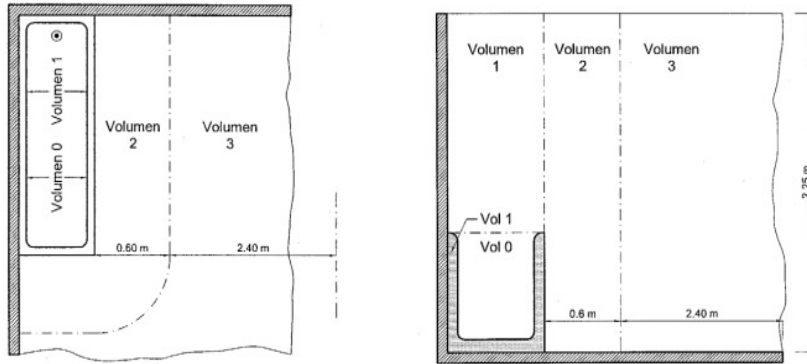


Figura 1 – BAÑERA

Figura 2 – BAÑERA CON PARED FIJA

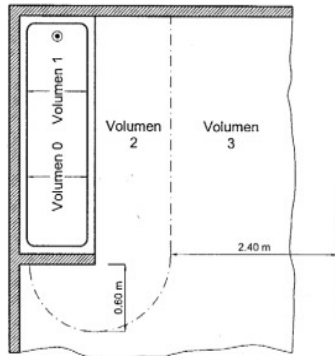


Figura 3 – DUCHA

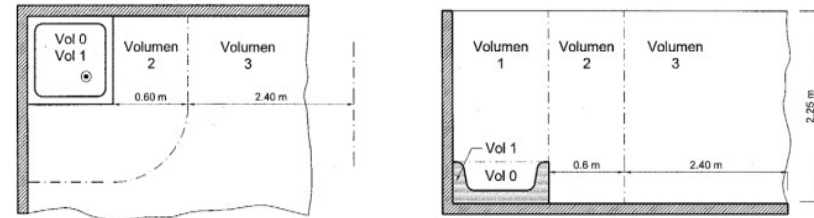


Figura 4 – DUCHA CON PARED FIJA

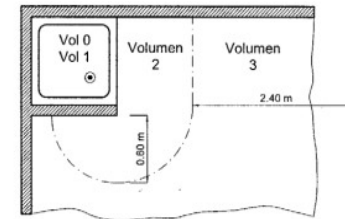


Figura 5 – DUCHA SIN PLATO

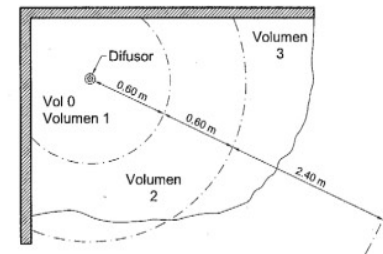


Figura 6 – DUCHA SIN PLATO PERO CON PARED FIJA. DIFUSOR FIJO

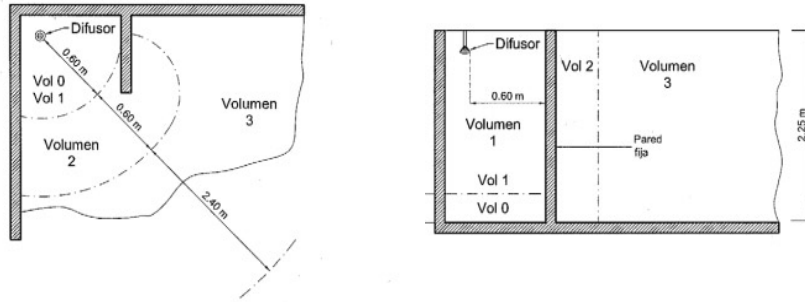
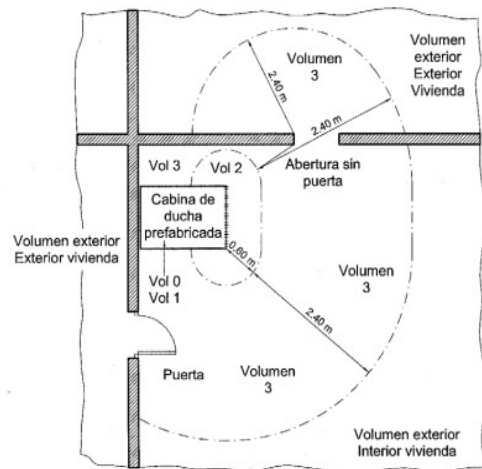


Figura 7 – CABINA DE DUCHA PREFABRICADA





MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 1 de 12

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 2 de 12

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD.....	2
2.1 Generalidades y fuentes de alimentación .....	3
2.2 Fuentes propias de energía.....	4
2.3 Suministros complementarios o de seguridad.....	4
3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	5
3.1 Alumbrado de seguridad .....	5
3.1.1 Alumbrado de evacuación.....	5
3.1.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico.....	6
3.1.3 Alumbrado de zonas de alto riesgo.....	6
3.2 Alumbrado de reemplazamiento .....	6
3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia .....	7
3.3.1 Con alumbrado de seguridad .....	7
3.3.2 Con alumbrado de reemplazamiento .....	8
3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.....	8
3.4.1 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia .....	8
3.4.2 Luminaria alimentada por fuente central .....	8
4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL .....	9
5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS.....	10
6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN Y TRABAJO.....	12

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica a locales de pública concurrencia como:

### Locales de espectáculos y actividades recreativas:

Cualquiera que sea su capacidad de ocupación, como por ejemplo, cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones y ferias fijas, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar.

### Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios:

- Cualquiera que sea su ocupación, los siguientes: Templos, Museos, Salas de conferencias y congresos, casinos, hoteles, hostales, bares, cafeterías, restaurantes o similares, zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, hospitales, ambulatorios y sanatorios, asilos y guarderías  
- Si la ocupación prevista es de más de 50 personas: bibliotecas, centros de enseñanza, consultorios médicos, establecimientos comerciales, oficinas con presencia de público, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos

La ocupación prevista de los locales se calculará como 1 persona por cada 0,8 m<sup>2</sup> de superficie útil, a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios.

Para las instalaciones en quirófanos y salas de intervención se establecen requisitos particulares en la [ITC-BT-38](#).

Igualmente se aplican a aquellos locales clasificados en condiciones BD2, BD3 y BD4, según la norma [UNE 20.460](#) -3 y a todos aquellos locales no contemplados en los apartados anteriores, cuando tengan una capacidad de ocupación de más de 100 personas.

Esta instrucción tiene por objeto garantizar la correcta instalación y funcionamiento de los servicios de seguridad, en especial aquellas dedicadas a alumbrado que faciliten la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios.

## 2. ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD

En el presente apartado se definen las características de la alimentación de los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados por las reglamentaciones específicas de las diferentes Autoridades competentes en materia de seguridad.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 3 de 12

La alimentación para los servicios de seguridad, en función de lo que establezcan las reglamentaciones específicas, puede ser automática o no automática.

En una alimentación automática la puesta en servicio de la alimentación no depende de la intervención de un operador.

Una alimentación automática se clasifica, según la duración de conmutación, en las siguientes categorías:

- Sin corte: alimentación automática que puede estar asegurada de forma continua en las condiciones especificadas durante el periodo de transición, por ejemplo, en lo que se refiere a las variaciones de tensión y frecuencia.
- Con corte muy breve: alimentación automática disponible en 0,15 segundos como máximo.
- Con corte breve: alimentación automática disponible en 0,5 segundos como máximo.
- Con corte mediano: alimentación automática disponible en 15 segundos como máximo.
- Con corte largo: alimentación automática disponible en mas de 15 segundos.

## 2.1 Generalidades y fuentes de alimentación

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto. En el esquema IT debe preverse un controlador permanente de aislamiento que al primer defecto emita una señal acústica o visual.

Los equipos y materiales deberán disponerse de forma que se facilite su verificación periódica, ensayos y mantenimiento.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores. Generalmente las baterías de arranque de los vehículos no satisfacen las prescripciones de alimentación para los servicios de seguridad
- Generadores independientes
- Derivaciones separadas de la red de distribución, efectivamente independientes de la alimentación normal

Las fuentes para servicios para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 4 de 12

normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- el emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- no se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

## 2.2 Fuentes propias de energía

Fuente propia de energía es la que esta constituida por baterías de acumuladores, aparatos autónomos o grupos electrógenos.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad en las condiciones señaladas en el apartado 3.1. de esta instrucción.

## 2.3 Suministros complementarios o de seguridad

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia.

Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva:

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud
- Estaciones de viajeros y aeropuertos
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie
- Estadios y pabellones deportivos

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 5 de 12

Cuando un local se pueda considerar tanto en el grupo de locales que requieren suministro de socorro como en el grupo que requieren suministro de reserva, se instalará suministro de reserva

En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, grandes hoteles de más de 300 habitaciones, locales de espectáculos con capacidad para mas de 1.000 espectadores, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos con más de 100 plazas, aeropuertos y establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.

### 3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

#### 3.1 Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

##### 3.1.1 Alumbrado de evacuación.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 6 de 12

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

##### 3.1.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

##### 3.1.3 Alumbrado de zonas de alto riesgo

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 7 de 12

### 3.2 Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

### 3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia

#### 3.3.1 Con alumbrado de seguridad

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida
- j) cerca<sup>(1)</sup> de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) cerca<sup>(1)</sup> de cada cambio de nivel.
- l) cerca<sup>(1)</sup> de cada puesto de primeros auxilios.
- m) cerca<sup>(1)</sup> de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente

<sup>(1)</sup> Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran, según lo establecido en 3.1.3.

También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial en el Artículo 19 de la Norma Básica de Edificación [NBE-CPI-96](#).

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 8 de 12

#### 3.3.2 Con alumbrado de reemplazamiento

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

### 3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia

#### 3.4.1 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas [UNE-EN 60.598 -2-22](#) y la norma [UNE 20.392](#) o [UNE 20.062](#), según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

#### 3.4.2 Luminaria alimentada por fuente central

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma [UNE-EN 60.598 -2-22](#).

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro único, situado fuera de la posible intervención del público.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 9 de 12

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 10 de 12

#### 4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

a) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción **ITC-BT-17**. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

b) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

c) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

d) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

e) Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las **ITC-BT-19** e **ITC-BT-20** y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente

construidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.

- Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.

f) Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma **UNE 21.123** parte 4 ó 5; o a la norma **UNE 21.1002** (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas **UNE-EN 50.085-1** y **UNE-EN 50.086-1**, cumplen con esta prescripción.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma **UNE-EN 50.200** y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma **UNE 21.123** partes 4 ó 5, apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.

g) Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

#### 5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo anterior, se cumplirán en los locales de espectáculos las siguientes prescripciones complementarias:

a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares con la debida protección al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Sala de público
- Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle, y dependencias anexas a ellos.
- Escenario y dependencias anexas a él, tales como camerinos, pasillos de acceso a éstos, almacenes, etc.
- Cabinas cinematográficas o de proyectores para alumbrado.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 11 de 12

Cada uno de los grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los dispositivos de protección. En otros cuadros se ubicarán los interruptores, conmutadores, combinadores, etc. que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.

b) En las cabinas cinematográficas y en los escenarios así como en los almacenes y talleres anexos a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados. Los dispositivos de protección contra sobretensiones estarán constituidos siempre por interruptores automáticos magnetotérmicos; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores con aislamiento del tipo doble o reforzado y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la clase II.

c) Los cuadros secundarios de distribución deberán estar colocados en locales independientes o en el interior de un recinto construido con material no combustible.

d) Será posible cortar, mediante interruptores omnipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:

- Camerinos
- Almacenes
- Talleres
- Otros locales con peligro de incendio
- Los reostatos, resistencias y receptores móviles del equipo escénico.

e) Las resistencias empleadas para efectos o juegos de luz o para otros usos, estarán montadas a suficiente distancia de los telones, bambalinas y demás material del decorado y protegidas suficientemente para que una anomalía en su funcionamiento no pueda producir daños. Estas precauciones se hacen extensivas a cuantos dispositivos eléctricos se utilicen y especialmente a las linternas de proyección y a las lámparas de arco de las mismas.

f) El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de evacuación, conforme a las disposiciones del apartado 3.1.1, el cual funcionará permanentemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.

g) Se instalará iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños o rampas con una inclinación superior al 8% del local con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella. En el caso de pilotos de balizado, se instalará a razón de 1 por cada metro lineal de la anchura o fracción. La instalación de balizamiento debe estar construida de forma que el paso de alerta al de funcionamiento de emergencia se produzca cuando el valor de la tensión de alimentación descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	ITC-BT-28
		Página 12 de 12

## 6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN Y TRABAJO

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo 5, se cumplirán en los locales de reunión las siguientes prescripciones complementarias:

- A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Salas de venta o reunión, por planta del edificio
- Escaparates
- Almacenes
- Talleres
- Pasillos, escaleras y vestíbulos

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	ITC-BT-29
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

<b>0. ÍNDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. TERMINOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. FUNDAMENTOS PARA ALCANZAR LA SEGURIDAD .....</b>	<b>4</b>
<b>4. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1 Clases de emplazamientos .....</b>	<b>4</b>
4.1.1 Zonas de emplazamientos Clase I .....	5
4.1.2 Zonas de emplazamiento Clase II .....	5
<b>4.2 Ejemplos de emplazamientos peligrosos .....</b>	<b>6</b>
<b>5. REQUISITOS DE LOS EQUIPOS .....</b>	<b>6</b>
<b>6. PRESCRIPCIONES GENERALES .....</b>	<b>7</b>
<b>6.1 Condiciones generales .....</b>	<b>7</b>
<b>6.2 Documentación .....</b>	<b>7</b>
<b>6.3 Mantenimiento y reparación .....</b>	<b>8</b>
<b>7. EMPLAZAMIENTOS DE CLASE I .....</b>	<b>8</b>
<b>7.1 Generalidades .....</b>	<b>8</b>
<b>7.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos) .....</b>	<b>8</b>
<b>7.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos .....</b>	<b>9</b>
<b>8. EMPLAZAMIENTOS DE CLASE II .....</b>	<b>9</b>
<b>8.1 Generalidades .....</b>	<b>9</b>
<b>8.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos) .....</b>	<b>9</b>
<b>8.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos .....</b>	<b>10</b>
<b>9. SISTEMAS DE CABLEADO .....</b>	<b>10</b>
<b>9.1 Generalidades .....</b>	<b>10</b>
<b>9.2 Requisitos de los cables .....</b>	<b>10</b>
<b>9.3 Requisitos de los conductos .....</b>	<b>11</b>

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	ITC-BT-29
		Página 2 de 2

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN<sup>1</sup>

La presente Instrucción tiene por objeto especificar las reglas esenciales para el diseño, ejecución, explotación, mantenimiento y reparación de las instalaciones eléctricas en emplazamientos en los que existe riesgo de explosión o de incendio debido a la presencia de sustancias inflamables para que dichas instalaciones y sus equipos no puedan ser, dentro de límites razonables, la causa de inflamación de dichas sustancias.

Dentro del concepto de atmósferas potencialmente explosivas se consideran aquellos emplazamientos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, susceptibles de inflamarse, deflagrar, o explosionar, siendo sostenida la reacción por el aporte de oxígeno procedente del aire ambiente en que se encuentran.

Debido a que son objeto de normativas específicas no se consideran incluidos en esta Instrucción las instalaciones eléctricas siguientes:

- Las instalaciones correspondientes a los equipos excluidos del campo de aplicación del R.D. 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Cualquier otro entorno que disponga de una reglamentación particular.

En esta Instrucción sólo se consideran los riesgos asociados a la coexistencia en el espacio y tiempo de equipos e instalaciones eléctricas con atmósferas explosivas; para otras eventuales fuentes de ignición se aplicará lo dispuesto en las reglamentaciones pertinentes.

Las instalaciones y equipos eléctricos en emplazamientos en los que hay riesgo simultáneo por sustancias inflamables de tipo gaseoso y pulverulento cumplirán los requisitos particulares de cada caso.

Además de la situación anterior, así como en atmósferas enriquecidas en oxígeno, se pueden requerir medidas especiales en relación con lo aquí prescrito; estas medidas se justificarán en el Proyecto de la instalación

<sup>1</sup>El alcance de esta Instrucción, en el marco del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se limita a los equipos e instalaciones eléctricas de baja tensión, en atmósferas potencialmente explosivas. Se llama la atención sobre el hecho de que el R.D. 400/1996, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 94/9/CE, sobre aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas, afecta a todo tipo de instalaciones en atmósferas potencialmente explosivas, incluyendo aquellas manifestaciones energéticas de origen no eléctrico.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	ITC-BT-29
		Página 3 de 3

## 2. TERMINOLOGÍA

A los efectos de la presente Instrucción se entenderá:

**Modo de protección:** Conjunto de medidas específicas aplicadas a un equipo eléctrico para impedir la inflamación de una atmósfera explosiva que lo circunde.

**Envolvente antideflagrante "d":** Modo de protección en el que las partes que pueden inflamarse una atmósfera explosiva están situadas dentro de una envolvente que puede soportar los efectos de la presión derivada de una explosión interna de la mezcla y que impide la transmisión de la explosión a la atmósfera explosiva circundante. Las reglas de este modo de protección se definen en la Norma UNE-EN 50.018.

**Inmersión en aceite "o":** Modo de protección en el que el equipo eléctrico o partes de éste, se sumergen en un líquido de protección de modo que la atmósfera explosiva que pueda encontrarse sobre la superficie del líquido o en el entorno de la envolvente, no resulta inflamado. Las reglas de este modo de protección se definen en la norma UNE-EN 50.015.

**Seguridad intrínseca "i":** Modo de protección que aplicado a un circuito o a los circuitos de un equipo hace que cualquier chispa o cualquier efecto térmico producido en condiciones normalizadas, lo que incluye funcionamiento normal y funcionamiento en condiciones de fallo especificadas, no sea capaz de provocar la inflamación de una determinada atmósfera explosiva. Las reglas de este modo de protección se definen en la norma UNE-EN 50.020.

**Sistema de seguridad intrínseca:** Conjunto de materiales y equipos eléctricos interconectados entre sí, descritos en un documento, en el que los circuitos o partes de circuitos destinados a ser empleados en atmósferas con riesgo de explosión, son de seguridad intrínseca. Las reglas a que deben someterse estos sistemas se encuentran en la norma UNE-EN 50.039.

**Categoría de aparatos:** Clasificación de los equipos eléctricos o no eléctricos establecida por la Directiva 94/9/CE en función de la peligrosidad del emplazamiento en que se van a utilizar. Dentro del Grupo II<sup>2</sup> de aparatos se distinguen:

**Categoría 1:** Aparatos diseñados para que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto

**Categoría 2:** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección.

**Categoría 3:** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	ITC-BT-29
		Página 4 de 4

**Declaración CE de conformidad:** Documento emitido por el fabricante, o por su representante legal, por el que se afirma que un determinado aparato, sistema o componente cumple todas las prescripciones de la directiva o directivas aplicables.

## 3. FUNDAMENTOS PARA ALCANZAR LA SEGURIDAD

El procedimiento para alcanzar un nivel de seguridad aceptable se fundamenta en el empleo de equipamiento construido y seleccionado de acuerdo a ciertas reglas así como en la adopción de medidas de seguridad especiales de instalación, inspección, mantenimiento y reparación, en relación con la acotación del riesgo de presencia de atmósfera explosiva mediante una clasificación de los emplazamientos en los que se pueden producir atmósferas explosivas.

Según la clasificación en que se incluye el emplazamiento, es necesario recurrir a un tipo determinado de medidas constructivas de los equipos, de instalación, supervisión o intervención, como se detalla en la presente Instrucción y normas que en ella se citan.

Adicionalmente, es preciso llevar a cabo la explotación, conservación y mantenimiento de la instalación y sus componentes, dentro de unos límites estrictos, para que las condiciones de seguridad no se vean comprometidas durante su vida útil.

## 4. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos con atmósferas potencialmente explosivas, estos emplazamientos se agrupan en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable, denominadas como Clase I si el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas y como Clase II si el riesgo es debido a polvo.

En las anteriores clases se establece una subdivisión en zonas según la probabilidad de presencia de la atmósfera potencialmente explosiva.

La clasificación de emplazamientos se llevará a cabo por un técnico competente que justificarán los criterios y procedimientos aplicados. Esta decisión tendrá preferencia sobre las interpretaciones literales o ejemplos que figuran en los textos y figuras de los documentos de referencia que se citan para establecer esta clasificación.

### 4.1 Clases de emplazamientos

Los emplazamientos se agrupan como sigue:

*Clase I:* Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

*Clase II:* Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber polvo inflamable

<sup>2</sup>No se consideran las categorías del Grupo I por pertenecer a un entorno reglamentario-minas-distinto a este.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN</b>	ITC-BT-29
		Página 5 de 5

#### 4.1.1 Zonas de emplazamientos Clase I

Se distinguen:

**Zona 0:** Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constuida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

**Zona 1:** Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

**Zona 2:** Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

En la Norma **UNE-EN 60079-10** se recogen reglas precisas para establecer zonas en emplazamientos de Clase I.

#### 4.1.2 Zonas de emplazamiento Clase II

Se distinguen:

**Zona 20:** Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Las capas en sí mismas no constituyen una zona 20. En general estas condiciones se dan en el interior de conducciones, recipientes, etc. Los emplazamientos en los que hay capas de polvo pero no hay nubes de forma continua o durante largos períodos de tiempo, no entran en este concepto.

**Zona 21:** Emplazamientos en los que cabe contar con la formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.

Esta zona puede incluir entre otros, los emplazamientos en la inmediata vecindad de, por ejemplo, lugares de vaciado o llenado de polvo.

**Zona 22:** Emplazamientos en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva peligrosa en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, sólo subsiste por breve espacio de tiempo.

Esta zona puede incluir, entre otros, entornos próximos de sistemas conteniendo polvo de los que puede haber fugas y formar depósitos de polvo.

En la Norma **CEI 61241-3** se recogen reglas para establecer zonas en emplazamientos de Clase II.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN</b>	ITC-BT-29
		Página 6 de 6

#### 4.2 Ejemplos de emplazamientos peligrosos

A título orientativo, sin que esta lista sea exhaustiva, y salvo que el proyectista pueda justificar que no existe el correspondiente riesgo, son ejemplos de emplazamientos peligrosos:

- De Clase I:

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
- Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.
- Interior de cabinas de pintura donde se usen sistemas de pulverización y su entorno cercano cuando se utilicen disolventes.
- Secaderos de material con disolventes inflamables.
- Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
- Locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
- Zonas de lavanderías y tintorerías en las que se empleen líquidos inflamables.
- Salas de gasógenos.
- Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.
- Salas de bombas y/o de compresores de líquidos y gases inflamables.
- Interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

- De Clase II:

- Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria que maneja granos y derivados.
- Zonas de trabajo y manipulación de industrias químicas y farmacéuticas en las que se produce polvo.
- Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
- Plantas de coquización.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etc.)
- Almacenes y muelles de expedición donde los materiales pulverulentos se almacenan o manipulan en sacos y contenedores.
- Zonas de tratamiento de textiles como algodón, etc.
- Plantas de fabricación y procesado de fibras.
- Plantas desmotadoras de algodón.
- Plantas de procesado de lino.
- Talleres de confección.
- Industria de procesado de madera tales como carpinterías, etc.

#### 5. REQUISITOS DE LOS EQUIPOS.

Los equipos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes destinados a su empleo en emplazamientos comprendidos en el ámbito de ésta Instrucción, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el **R.D. 400/1996** de 1 de Marzo.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN</b>	ITC-BT-29
		Página 7 de 7

Para aquellos elementos que no entran en el ámbito del mencionado R.D. 400/1996 y para los que se estipule el cumplimiento de una norma, se considerarán conformes con las prescripciones de la presente Instrucción aquellos que estén amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por Organismos de control autorizados según lo dispuesto en el R. D. 2200/1995, de 28 de diciembre.

## 6. PRESCRIPCIONES GENERALES

En todo lo que aquí no se indique explícitamente son de aplicación, en lo que corresponda, las demás Instrucciones de este Reglamento; caso de conflicto predominará la interpretación correspondiente a esta Instrucción.

### 6.1 Condiciones generales

En la medida de lo posible, los equipos eléctricos se ubicarán en áreas no peligrosas. Si esto no es posible, la instalación se llevará a cabo donde exista menor riesgo.

Los equipos eléctricos se instalarán de acuerdo con las condiciones de su documentación particular, se pondrá especial cuidado en asegurar que las partes recambiables, tales como lámparas, sean del tipo y características asignadas correctas. Las inspecciones de las instalaciones objeto de esta Instrucción se realizarán según lo establecido en la norma **UNE-EN 60079-17**.

En el caso de circunstancias excepcionales, como por ejemplo, ciertas tareas de reparación que precisan soldadura, trabajos de investigación y desarrollo (operación en plantas piloto, realización de trabajos experimentales etc) no será necesario que se reúnan todos los requisitos de los capítulos 6, 7 y 8 siguientes, supuesto que la instalación va a estar en operación solo durante un periodo limitado, está bajo la supervisión de personal especialmente formado, y se reúnen las siguientes condiciones:

- Se han tomado medidas para prevenir la aparición de atmósferas explosivas peligrosas.
- Se han tomado medidas para asegurar que el equipo eléctrico se desconecta en caso de formación de una atmósfera peligrosa.
- Se han tomado medidas para asegurar que las personas no van a resultar dañadas por incendios o explosiones.

y adicionalmente, estas medidas se han comunicado por escrito a personal que está familiarizado con los requisitos de esta Instrucción y con las normas que tratan de equipos e instalaciones en lugares con riesgo de explosión y tienen acceso a toda la información necesaria para llevar a cabo la actuación.

Para llevar a cabo estas operaciones será necesaria la previa elaboración de un permiso especial de trabajo autorizado por el responsable de la planta o instalación.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN</b>	ITC-BT-29
		Página 8 de 8

### 6.2 Documentación

Para instalaciones nuevas o ampliaciones de las existentes, en el ámbito de aplicación de la presente ITC, se incluirá la siguiente información (según corresponda) en el proyecto de la instalación:

- Clasificación de emplazamientos y plano representativo.
- Adecuación de la categoría de los equipos a los diferentes emplazamientos y zonas.
- Instrucciones de implantación, instalación y conexión de los aparatos y equipos.
- Condiciones especiales de instalación y utilización.

El propietario deberá conservar:

- Copia del proyecto en su forma definitiva.
- Manual de instrucciones de los equipos.
- Declaraciones de Conformidad de los equipos.
- Documentos descriptivos del sistema para los de seguridad intrínseca.
- Todo documento que pueda ser relevante para las condiciones de seguridad.

### 6.3 Mantenimiento y reparación

Las instalaciones objeto de esta instrucción se someterán a un mantenimiento que garantice la conservación de las condiciones de seguridad. Como criterio al respecto, se seguirá lo establecido en la norma **UNE-EN 60079-17**.

La reparación de equipos y sistemas de protección deberán ser llevados a cabo de forma que no comprometa la seguridad. Como criterio técnico se seguirá lo establecido en la norma **CEI 60079-19**.

## 7. EMPLAZAMIENTOS DE CLASE I.

### 7.1 Generalidades

Estas instalaciones eléctricas se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la norma **UNE-EN 60.079-14**, salvo que se contradiga con lo indicado en la presente Instrucción, la cual prevalecerá sobre la norma.

### 7.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos).

Para seleccionar un equipo eléctrico el procedimiento a seguir comprende las siguientes fases:

- 1) Caracterizar la sustancia o sustancias implicadas en el proceso
- 2) Clasificar el emplazamiento en el que se va a instalar el equipo.
- 3) Seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la categoría esté de acuerdo a las limitaciones de la tabla 1 y que éstos cumplan con los requisitos que les sea de aplicación, establecidos en la norma **UNE-EN 60079-14**. Si la temperatura ambiente

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN</b>	ITC-BT-29
		Página 9 de 9

prevista no está en el rango comprendido entre -20 °C y +40 °C el equipo deberá estar marcado para trabajar en el rango de temperatura correspondiente.

4) Instalar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Tabla 1: Categorías de equipos admisibles para atmósfera de gases y vapores.

Categoría del equipo	Zonas en que se admiten
Categoría 1	0, 1 y 2
Categoría 2	1 y 2
Categoría 3	2

### 7.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos.

La instalación de los equipos eléctricos se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma [UNE-EN 60079-14](#).

Adicionalmente se tendrá en cuenta que la utilización de equipos con modo de protección por inmersión en aceite "o" queda restringida a equipos de instalación fija y que no tengan elementos generadores de arco en el seno del líquido de protección. Para la instalación de sistemas de seguridad intrínseca, se tendrá en cuenta también, lo indicado en la Norma [UNE-EN 50039](#).

## 8. EMPLAZAMIENTOS DE CLASE II.

### 8.1 Generalidades.

Estas instalaciones se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la norma [EN 50281-1-2](#), salvo que contradiga con lo indicado en la presente Instrucción, la cual prevalecerá sobre la norma.

### 8.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos).

Para seleccionar un equipo eléctrico el procedimiento a seguir comprende las siguientes fases:

- 1) Caracterizar la sustancia o sustancias implicadas en el proceso.
- 2) Clasificar el emplazamiento en el que se va a instalar el equipo
- 3) Seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la categoría esté de acuerdo a las limitaciones de la tabla 2 y que estos cumplan con los requisitos que les sea de aplicación, establecidos en la norma [EN 50281-1-2](#).
- 4) Instalar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN</b>	ITC-BT-29
		Página 10 de 10

Tabla 2: Categorías de equipos admisibles para atmósferas con polvo explosivo:

Categoría del equipo	Zonas en que se admiten
Categoría 1	20, 21 y 22
Categoría 2	21 y 22
Categoría 3	22

### 8.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos.

La instalación de los equipos eléctricos destinados a emplazamientos de clase II se hará de acuerdo con lo especificado en la norma [EN 50281-1-2](#).

Es necesario tener presente que si un equipo eléctrico dispone de un modo de protección para gases, no garantiza que su protección sea adecuada contra el riesgo de inflamación de polvo.

## 9. SISTEMAS DE CABLEADO.

### 9.1 Generalidades.

Para instalaciones de seguridad intrínseca, los sistemas de cableado cumplirán los requisitos de la norma [UNE-EN 60079-14](#) y de la norma [UNE-EN 50039](#).

Los cables para el resto de las instalaciones tendrán una tensión mínima asignada de 450/750 V.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

Para las canalizaciones para equipos móviles se tendrá en cuenta lo establecido en la Instrucción [ITC MIE-BT 21](#).

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos; para la protección de sobrecargas se tendrá en cuenta la intensidad de carga resultante fijada en el párrafo anterior y para la protección de cortocircuitos se tendrá en cuenta el valor máximo para un defecto en el comienzo del cable y el valor mínimo correspondiente a un defecto bifásico y franco al final del cable.

En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables. Eso puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	ITC-BT-29
		Página 11 de 12

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	ITC-BT-29
		Página 12 de 12

Tabla 4. Características mínimas para canales protectoras

Característica	Grado	
	≤ 16 mm	> 16 mm
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Fuerte	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Esto no es aplicable en el caso de canalizaciones bajo tubo que se conecten a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos, en donde el tubo resistirá una presión interna mínima de 3 MPa durante 1 minuto y será, o bien de acero sin soldadura, galvanizado interior y exteriormente, conforme a la norma **UNE 36582**, o bien conforme a la norma **UNE EN 50086**, con el grado de resistencia de la tabla siguiente:

Tabla 5. Características mínimas para tubos que se conectan a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	5	Muy Fuerte
Resistencia al impacto	5	Muy Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	3	-15°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C
Resistencia al curvado	1	Rígido
Propiedades eléctricas	1	Continuidad eléctrica
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	4	Protección interior y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligero

Cuando por exigencias de la instalación, se precisen tubos flexibles (p.ej.: por existir vibraciones en la conexión del cableado bajo tubo), estos serán metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos.

Los tubos con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puesta a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

## 9.2 Requisitos de los cables.

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I y clase II serán:

- a) En instalaciones fijas:
- Cables de tensión asignada mínima 450/750V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo (según 9.3) metálico rígido o flexible conforme a norma **UNE-EN 50086-1**.
  - Cables contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica; se consideran como tales:
    - Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según **UNE 21157** parte 1.
    - Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie **UNE 21.123**.

Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma **UNE 20432-3**.

b) En alimentación de equipos portátiles o móviles. Se utilizaran cables con cubierta de policloropreno según **UNE 21027** parte 4 o **UNE 21150**, que sean aptos para servicios móviles, de tensión asignada mínima 450/750V, flexibles y de sección mínima 1,5 mm<sup>2</sup>. La utilización de estos cables flexibles se restringirá a lo estrictamente necesario y como máximo a una longitud de 30 m.

## 9.3 Requisitos de los conductos.

Cuando el cableado de las instalaciones fijas se realice mediante tubo o canal protector, éstos serán conformes a las especificaciones dadas en las tablas siguientes:

Tabla 3. Características mínimas para tubos

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D • 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	ITC-BT-30
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	ITC-BT-30
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

<b>0. ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Canalizaciones eléctricas</b> .....	<b>2</b>
1.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.....	2
1.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes.....	2
1.1.3 Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector.....	2
<b>1.2 Aparamenta</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado</b> .....	<b>3</b>
<b>2. INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Canalizaciones</b> .....	<b>3</b>
2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.....	3
2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes.....	3
<b>2.2 Aparamenta</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3 Dispositivos de protección</b> .....	<b>4</b>
<b>2.4 Aparatos móviles o portátiles</b> .....	<b>4</b>
<b>2.5 Receptores de alumbrado</b> .....	<b>4</b>
<b>3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA</b> .....	<b>5</b>
<b>6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA</b> .....	<b>5</b>
<b>7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES</b> .....	<b>6</b>
<b>8. INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>9. INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES</b>	<b>7</b>
<b>9.1 Clasificación de las influencias externas</b> .....	<b>7</b>

## 1. INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico cuando no se utilice muy bajas tensiones de seguridad, cumplirá con las siguientes condiciones:

### 1.1 Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IPX1). Este requisito lo deberán cumplir las canalizaciones prefabricadas.

#### 1.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la Instrucción **ITC-BT-21**.
- En superficie: según lo especificado en la **ITC-BT-21**, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 3.

#### 1.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes

Se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

#### 1.1.3 Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector

Los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV y discurrirán por:

- En el interior de huecos de la construcción
- Fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes.

### 1.2 Aparamenta

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	ITC-BT-30
		Página 3 de 3

### 1.3 Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0.

Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II, según la Instrucción **ITC-BT-43**.

## 2. INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos periodos.

Se considerarán como locales o emplazamientos mojados los lavaderos públicos, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán, además de las condiciones para locales húmedos del apartado 1, las siguientes:

### 2.1 Canalizaciones

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

#### 2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la **ITC-BT-21**.
- En superficie: según lo especificado en la **ITC-BT-21**, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 4.

#### 2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

### 2.2 Aparamenta

Se instalarán los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	ITC-BT-30
		Página 4 de 4

protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

### 2.3 Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la **ITC-BT-22**, se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

### 2.4 Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS según la Instrucción **ITC-BT-36**.

### 2.5 Receptores de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

## 3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existan gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

## 4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones eléctricas prefabricadas o no, tendrán un grado de protección mínimo IP5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	ITC-BT-30
		Página 5 de 5

norma **UNE 20.324**), salvo que las características del local exijan uno más elevado.

- Los equipos o aparataje utilizados tendrán un grado de protección mínimo IP5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la norma UNE 20.324) o estará en el interior de una envolvente que proporcione el mismo grado de protección IP 5X, salvo que las características del local exijan uno más elevado.

## 5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40 °C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 °C.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los cables aislados con materias plásticas o elastómeras podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 °C aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible, señalados en la norma **UNE 20.460 -5-523**.

Para temperaturas ambientes superiores a 50 °C se utilizarán cables especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.

- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre soportes aislantes. Los soportes estarán contruidos con un material cuyas propiedades y estabilidad queden garantizadas a la temperatura de utilización.

- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.

## 6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde pueden presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a -20 °C.

Se considerarán como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.  
- Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	ITC-BT-30
		Página 6 de 6

## 7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.

- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o forzada que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.

- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.

- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo y evitar la penetración de gases en su interior.

- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes en tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no podrá ser afectado por la humedad.

- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.

- Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 voltios con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.

- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 75 voltios en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

## 8. INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, sólo tienen acceso a los mismos personas cualificadas para ello. Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etc.

En estos locales se cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.

- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 2 metros y una anchura mínima de 0,7 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	ITC-BT-30
		Página 7 de 7

- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 metros, como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.
- Sólo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.
- Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.
- Los locales que estén bajo rasante deberán disponer de un sumidero.

## 9. INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Cuando en los locales o emplazamientos donde se tengan que establecer instalaciones eléctricas concurren circunstancias especiales no especificadas en estas Instrucciones y que puedan originar peligro para las personas o cosas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los equipos eléctricos deberán seleccionarse e instalarse en función de las influencias externas definidas en la Norma **UNE 20.460** -3, a las que dichos materiales pueden estar sometidos de forma que garanticen su funcionamiento y la fiabilidad de las medidas de protección
- Cuando un equipo no posea por su construcción, las características correspondientes a las influencias externas del local (o las derivadas de su ubicación), podrá utilizarse a condición de que se le proporcione, durante la realización de la instalación, una protección complementaria adecuada. Esta protección no deberá perjudicar las condiciones de funcionamiento del material así protegido.
- Cuando se produzcan simultáneamente diferentes influencias externas, sus efectos podrá ser independientes o influirse mutuamente, y los grados de protección deberán seleccionarse en consecuencia.

### 9.1 Clasificación de las influencias externas

La norma **UNE 20.460** -3 establece una clasificación y una codificación de las influencias que deben ser tenidas en cuenta para el proyecto y la ejecución de las instalaciones eléctricas.

Esta codificación no está prevista para su utilización el marcado de los equipos.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES PISCINAS Y FUENTES	ITC-BT-31
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES PISCINAS Y FUENTES	ITC-BT-31
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. PISCINAS Y PEDILUVIOS .....	2
2.1 Clasificación de los volúmenes .....	2
2.2 Prescripciones generales .....	3
2.2.1 Canalizaciones .....	4
2.2.2 Cajas de conexión .....	4
2.2.3 Luminarias .....	4
2.2.4 Aparatación y otros equipos .....	4
3. FUENTES .....	6
3.1 Requisitos del volumen 0 y 1 de las fuentes .....	6
3.2 Conexión equipotencial suplementaria .....	6
3.3 Protección contra la penetración del agua en los equipos eléctricos .....	6
3.4 Canalizaciones .....	6
4. PRESCRIPCIONES PARTICULARES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN INSTALADOS EN EL VOLUMEN 1 DE LAS PISCINAS Y OTROS BAÑOS. 7	

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta ITC trata de las prescripciones de las instalaciones eléctricas de las piscinas, pediluvios y fuentes ornamentales.

## 2. PISCINAS Y PEDILUVIOS

### 2.1 Clasificación de los volúmenes

Se definen los volúmenes sobre los cuales se indican las medidas de protección que se enumeran en los apartados siguientes, como:

a) ZONA 0: Esta zona comprende el interior de los recipientes, incluyendo cualquier canal en las paredes o suelos, y los pediluvios o el interior de los inyectores de agua o cascadas.

b) ZONA 1: Esta zona está limitada por:

- Zona 0;
- un plano vertical a 2 m del borde del recipiente;
- el suelo o la superficie susceptible de ser ocupada por personas;
- el plano horizontal a 2,5 m por encima del suelo o la superficie

Cuando la piscina contiene trampolines, bloques de salida de competición, toboganes u otros componentes susceptibles de ser ocupados por personas, la zona 1 comprende la zona limitada por:

- un plano vertical situado a 1,5 m alrededor de los trampolines, bloques de salida de competición, toboganes y otros componentes tales como esculturas, recipientes decorativos
- el plano horizontal situado 2,5 m por encima de la superficie más alta destinada a ser ocupada por personas.

c) ZONA 2: Esta zona está limitada por:

- el plano vertical externo a la Zona 1 y el plano paralelo a 1,5 m del anterior;
- el suelo o superficie destinada a ser ocupada por personas y el plano horizontal situado a 2,5 m por encima del suelo o superficie

No existe Zona 2 para fuentes. Ejemplos de estos volúmenes se indican en las figuras 1, 2, 3 4 y 5.

En las figuras 3 y 4 se presentan dos ejemplos de como los paramentos o muros aislantes modifican los volúmenes definidos en las figuras 1 y 2.

Los cuartos de máquinas, definidos como aquellos locales que tengan como mínimo un equipo eléctrico para el uso de la piscina, podrán estar ubicados en cualquier lugar, siempre y cuando sean inaccesibles para todas las personas no autorizadas.

Dichos locales cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-30** para locales húmedos o mojados, según corresponda.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES PISCINAS Y FUENTES	ITC-BT-31
		Página 3 de 3

## 2.2 Prescripciones generales

Los equipos eléctricos (incluyendo canalizaciones, empalmes, conexiones, etc.) presentarán el grado de protección siguiente, de acuerdo con la **UNE 20.324**:

- Zona 0:  
IP X8
- Zona 1:  
IP X5  
IP X4, para piscinas en el interior de edificios que normalmente no se limpian con chorros de agua
- Zona 2:  
IP X2, para ubicaciones interiores  
IP X4, para ubicaciones en el exterior  
IP X5, en aquellas localizaciones que puedan ser alcanzadas por los chorros de agua durante las operaciones de limpieza

Cuando se usa MBTS, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra los contactos directos debe proporcionarse mediante:

- barreras o cubiertas que proporcionen un grado de protección mínimo IP 2X ó IP XXB, según **UNE 20.324**, o
- un aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en corriente alterna, durante 1 minuto

Las medidas de protección contra los contactos directos por medio de obstáculos o por puesta fuera de alcance por alejamiento, no son admisibles

No se admitirán las medidas de protección contra contactos indirectos mediante locales no conductores ni por conexiones equipotenciales no conectadas a tierra.

Todos los elementos conductores de los volúmenes 0, 1 y 2 y los conductores de protección de todos los equipos con partes conductoras accesibles situados en estos volúmenes, deben conectarse a una conexión equipotencial suplementaria local. Las partes conductoras incluyen los suelos no aislados.

Con la excepción de las fuentes mencionadas en el capítulo siguiente, en las Zonas 0 y 1, solo se admite protección mediante MBTS a tensiones asignadas no superiores a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua. La fuente de alimentación de seguridad se instalará fuera de las zonas 0, 1 y 2.

En la Zona 2 y los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, deben alimentarse por circuitos protegidos:

- bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0,1 y 2, o
- bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máxima 30 mA, o

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES PISCINAS Y FUENTES	ITC-BT-31
		Página 4 de 4

- por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Las tomas de corriente de los circuitos que alimentan los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, así como el dispositivo de control de dichos equipos deben incorporar una señal de advertencia al usuario de que dicho equipo solo debe usarse cuando la piscina no está ocupada por personas.

### 2.2.1 Canalizaciones

En el volumen 0 ninguna canalización se encontrará en el interior de la piscina al alcance de los bañistas. No se instalarán líneas aéreas por encima de los volúmenes 0, 1 y 2 ó de cualquier estructura comprendida dentro de dichos volúmenes.

En los volúmenes 0, 1 y 2, las canalizaciones no tendrán cubiertas metálicas accesibles. Las cubiertas metálicas no accesibles estarán unidas a una línea equipotencial suplementaria.

Los cables y su instalación en los volúmenes 0, 1, y 2 serán de las características indicadas en la **ITC-BT-30**, para los locales mojados.

### 2.2.2 Cajas de conexión

En los volúmenes 0 y 1 no se admitirán cajas de conexión, salvo que en el volumen 1 se admitirán cajas para muy baja tensión de seguridad (MBTS) que deberán poseer un grado de protección IP X5 y ser de material aislante. Para su apertura será necesario el empleo de un útil o herramienta; su unión con los tubos de las canalizaciones debe conservar el grado de protección IP X5.

### 2.2.3 Luminarias

Las luminarias para uso en el agua o en contacto con el agua deben cumplir con la norma **UNE-EN 60.598 -2-18**.

Las luminarias colocadas bajo el agua en hornacinas o huecos detrás de una mirilla estanca y cuyo acceso solo sea posible por detrás deberán cumplir con la parte correspondiente de norma **UNE-EN 60.598** y se instalarán de manera que no pueda haber ningún contacto intencionado o no entre partes conductoras accesibles de la mirilla y partes metálicas de la luminaria, incluyendo su fijación.

### 2.2.4 Aparatura y otros equipos

Elementos tales como interruptores, programadores, y bases de toma de corriente no deben instalarse en los volúmenes 0 y 1.

No obstante, para las piscinas pequeñas, en las que la instalación de bases de toma de corriente fuera del volumen 1 no sea posible, se admitirán bases de toma de corriente, preferentemente no metálicas, si se instalan fuera del alcance de la mano (al

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES PISCINAS Y FUENTES	ITC-BT-31
		Página 5 de 5

menos 1,25 m) a partir del límite del volumen 0 y al menos 0,3 metros por encima del suelo, estando protegidas, además por una de las medidas siguientes:

- protegidas por MBTS, de tensión nominal no superior a 25 V en corriente alterna o 60 V en corriente continua, estando instalada la fuente de seguridad fuera de los volúmenes 0 y 1;
- protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA
- alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0 y 1

En el volumen 2 se podrán instalar base de toma de corriente e interruptores siempre que estén protegidos por una de las siguientes medidas:

- MBTS, con la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2 protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA
- alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0, 1 y 2

En los volúmenes 0 y 1 solo se podrán instalar equipos de uso específico en piscinas, si cumplen las prescripciones del capítulo 3 siguiente.

Los equipos destinados a utilizarse únicamente cuando las personas están fuera del volumen 0 se podrán colocar en cualquier volumen si se alimentan por circuitos protegidos por una de las siguientes formas:

- bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0,1 y 2, o
- bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máxima 30 mA, o
- por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Las bombas eléctricas deberán cumplir lo indicado en **UNE-EN 60.335** -2-41.

Los eventuales elementos calefactores eléctricos instalados debajo del suelo de la piscina se admiten si cumplen una de las siguientes condiciones:

- estén protegidos por MBTS, estando la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2, o
- están blindados por una malla o cubierta metálica puesta a tierra o unida a la línea equipotencial suplementaria mencionada en el apartado 2.2.1 y que sus circuitos de alimentación estén protegidos por un dispositivo de corriente diferencia-residual de corriente nominal como máximo de 30 mA.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES PISCINAS Y FUENTES	ITC-BT-31
		Página 6 de 6

### 3. FUENTES

En las fuentes se diferencian sólo dos volúmenes 0 y 1 tal como se describe en la figura 5.

#### 3.1 Requisitos del volumen 0 y 1 de las fuentes

Se deberán emplear una de las siguientes medidas de protección:

- Protección mediante (MBTS) muy baja tensión de seguridad hasta un valor de 12V en corriente alterna ó 30V en corriente continua. La protección contra el contacto directo debe estar asegurada.
- Corte automático mediante dispositivo de protección por corriente diferencial-residual asignada no superior a 30 mA.
- Separación eléctrica mediante fuente situada fuera del volumen 0.

Para poder cumplir las medidas de protección anteriores, se requiere además que:

- El equipo eléctrico sea inaccesible, por ejemplo, por rejillas que sólo puedan retirarse mediante herramientas apropiadas.
- Se utilicen sólo equipos de clase I ó III o especialmente diseñados para fuentes.
- Las luminarias cumplan lo indicado en la norma **UNE-EN 60.598** -2-18.
- Las bases de enchufe no están permitidas en estos volúmenes.
- Las bombas eléctricas cumplan lo indicado en la norma **UNE-EN 60.335** -2-41.

#### 3.2 Conexión equipotencial suplementaria

En los volúmenes 0 y 1 debe instalarse una conexión equipotencial suplementaria local. Todas las partes conductoras accesibles de tamaño apreciable, por ejemplo: surtidores, elementos metálicos y sistemas de tuberías metálicas deberán estar interconectadas conductivamente por un conductor de conexión equipotencial.

#### 3.3 Protección contra la penetración del agua en los equipos eléctricos

Los equipos eléctricos deberán tener un grado de protección mínimo contra la penetración del agua, según:

- Volumen 0 IPX8
- Volumen 1 IPX5

#### 3.4 Canalizaciones

Los cables resistirán permanentemente los efectos ambientales en el lugar de la instalación

En los volúmenes 0 y 1 sólo se permiten aquellos cables necesarios para alimentar al equipo receptor permanentemente instalado en estas zonas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	ITC-BT-31
	PISCINAS Y FUENTES	Página 7 de 7

Los cables para el equipo eléctrico en el volumen 0 deben instalarse lo más lejos posible del borde de la pileta.

En los volúmenes 0 y 1 los cables y su instalación serán de las características indicadas en la ITC-BT-30, para locales mojados y los cables deberán colocarse mecánicamente protegidos en el interior de canalizaciones que cumplan la resistencia al impacto, código 5, según UNE-EN 50.086 -1.

#### 4. PRESCRIPCIONES PARTICULARES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN INSTALADOS EN EL VOLUMEN 1 DE LAS PISCINAS Y OTROS BAÑOS

Los equipos eléctricos fijos especialmente destinados a ser utilizados en las piscinas y otros baños (por ejemplo equipo de filtrado, contracorrientes, etc.) alimentados en baja tensión, que no sea MBTS, limitada a 12 V en corriente alterna ó 30 V en corriente continua, se admiten en el volumen 1, siempre que cumplan los siguientes requisitos:

- Los equipos eléctricos deberán estar situados en un recinto cuyo aislamiento sea equivalente a un aislamiento suplementario y con una protección mecánica AG2 (choques medios), según UNE 20.460 -3.
- Los equipos eléctricos no deben ser accesibles más que por un registro (o puerta), por medio de una llave o un útil. La apertura del registro (o de la puerta) debe cortar todos los conductores activos de los equipos. La instalación del dispositivo de seccionamiento y la entrada del cable debe ser de clase II o tener una protección equivalente.
- Cuando el registro (o puerta) esté abierta, el grado de protección para los equipos eléctricos debe ser al menos IPXXB según UNE 20.324.
- La alimentación de estos equipos estará protegida:
  - bien por MBTS con una tensión asignada no superior a 25 V en corriente alterna ó 60 V en corriente continua, siempre que la fuente de alimentación de seguridad esté situada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2, o
  - bien por un dispositivo de corte diferencial como máximo de 30 mA, o
  - por separación eléctrica, cuya fuente de separación esté instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Para las piscinas pequeñas donde no es posible instalar luminarias fuera del volumen 1, su instalación se admite a 1,25 m a partir del borde del volumen 0 y estarán protegidas:

- bien por MBTS, o
- bien por un dispositivo de corte diferencial como máximo de 30 mA, o
- bien por separación eléctrica, cuya fuente de separación esté instalada fuera de los volúmenes 0 y 1.

Además las luminarias deben poseer una envolvente con un aislamiento de clase II o similar y protección a los choques AG2 (choques medios) según UNE 20.460 -3.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	ITC-BT-31
	PISCINAS Y FUENTES	Página 8 de 8

Figura 1. Dimensiones de los volúmenes para depósitos de piscinas y pediluvios

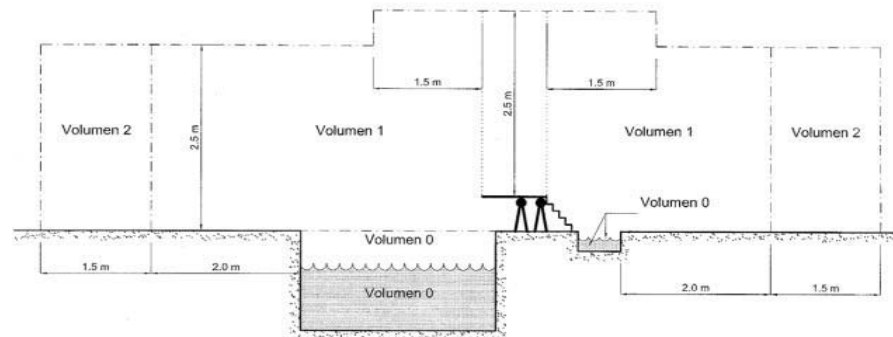


Figura 2. Dimensiones de los volúmenes para depósitos por encima del suelo

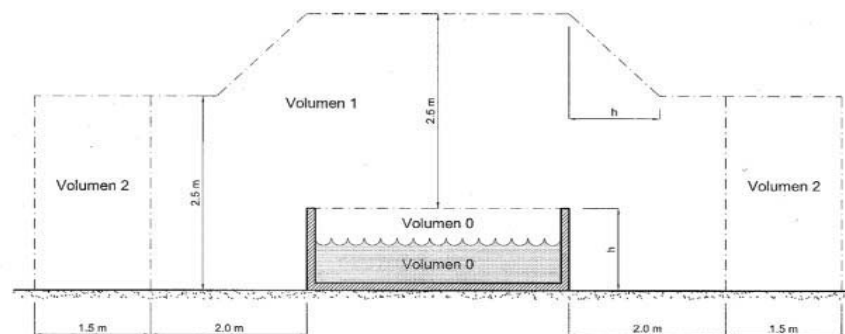


Figura 3. Dimensiones de protección en piscinas con paredes de altura mínima 2,5 m.

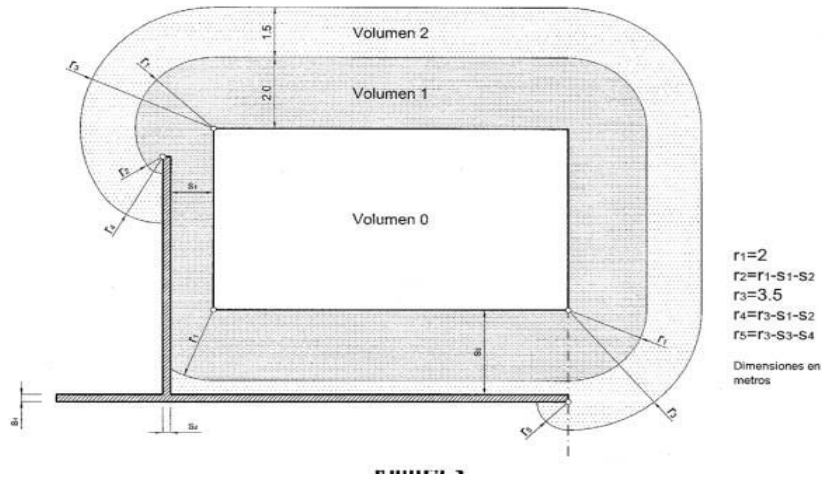


Figura 4. Volúmenes de protección en piscinas con paredes

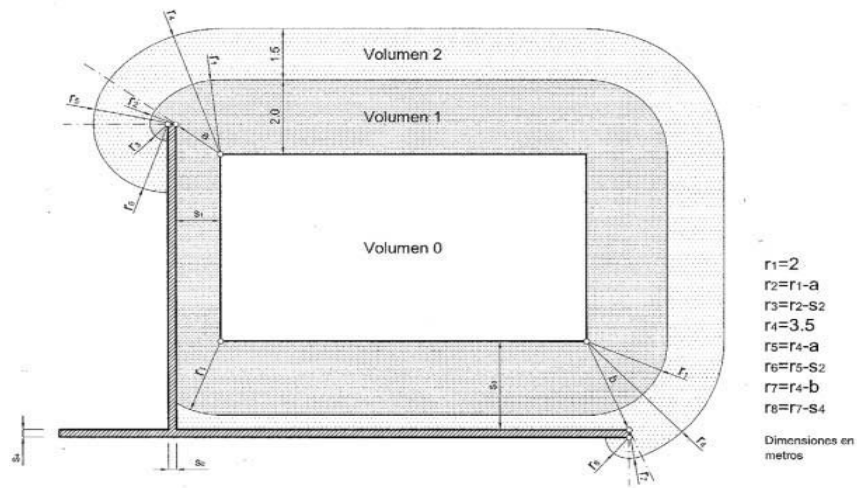
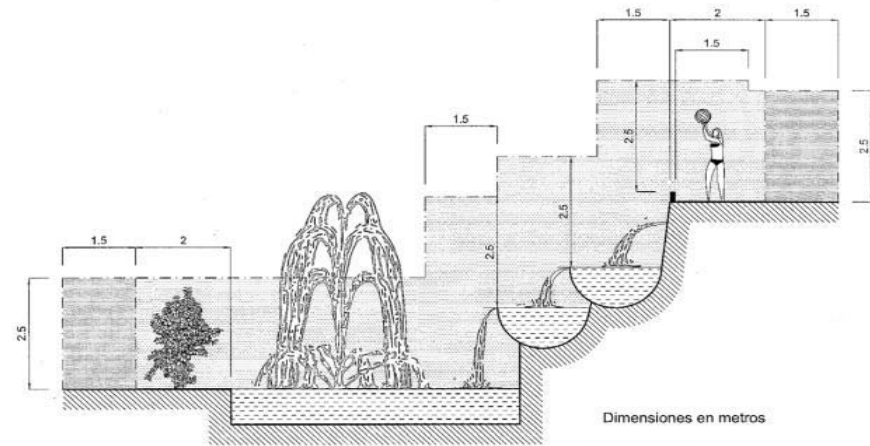


Figura 5. Volúmenes de protección en fuentes



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	ITC-BT-32
	MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	ITC-BT-32
	MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	2
2. REQUISITOS GENERALES .....	2
3. PROTECCIÓN PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD .....	3
3.1 Protección contra los contactos directos.....	3
3.2 Protección contra sobretensiones .....	3
4. SECCIONAMIENTO Y CORTE .....	4
4.1 Corte por mantenimiento mecánico .....	4
4.2 Corte y parada de emergencia .....	5
5. APARAMENTA .....	5
5.1 Interruptores .....	5
5.2 Interruptores en el lado de la alimentación .....	5
6. DISPOSICIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	6

## 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta instrucción trata de los requisitos particulares de los sistemas de instalación del equipo eléctrico de grúas, aparatos de elevación y transporte y otros equipos similares tales como escaleras mecánicas, cintas transportadoras, puentes rodantes, cabrestantes, andamios eléctricos, etc.

## 2. REQUISITOS GENERALES

La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general de accionamiento manual, colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugares fácilmente accesibles desde el suelo, en el mismo local o recinto en el que esté situado el equipo eléctrico de accionamiento y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.

Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o de accionamiento deberán estar dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5 %.

Únicamente en el caso de que las máquinas destinadas exclusivamente al transporte de mercancías no dispongan de jaulas para el transporte, se permitirá la instalación de interruptores suspendidos de la extremidad de la canalización móvil.

Las canalizaciones móviles de mando y señalización se podrán colocar bajo la misma envolvente protectora de las demás líneas móviles, incluso si pertenecen a circuitos diferentes, siempre que cumplan las condiciones establecidas en la Instrucción **ITC-BT-20**.

En las instalaciones en el exterior para servicios móviles se utilizarán cables flexibles con cubierta de policloropeno o similar según **UNE 21.027** ó **UNE 21.150**.

Los ascensores, las estructuras de todos los motores, máquinas elevadoras, combinadores y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de las cajas o sobre ellas y en el hueco, se conectarán a tierra.

Se considerarán conectados a tierra los equipos montados sobre elementos de estructura metálica del edificio si dicha estructura ha sido conectada previamente a tierra y satisface las siguientes prescripciones:

- su continuidad eléctrica está asegurada, ya sea por construcción, ya sea por medio de conexiones apropiadas, de manera que estén protegidas contra deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- su conductibilidad debe ser adecuada a este uso
- sólo podrá ser desmontada si se han previsto medidas compensatorias
- ha sido estudiada y adaptada para este uso

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-32
	MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	Página 3 de 3

La estructura metálica de la caja soportada por los cables elevadores metálicos que pasen por poleas o tambores de la máquina elevadora se considerarán conectados a tierra con la condición de ofrecer toda garantía en las conexiones eléctricas entre ellos y tierra. Si esto no se cumpliera se instalará un conductor especial de protección.

Las vías de rodadura de toda grúa de taller estarán unidas a un conductor de protección.

Los locales, recintos, etc. en los que esté instalado el equipo eléctrico de accionamiento, sólo deberán ser accesibles a personas cualificadas. Cuando sus dimensiones permitan penetrar en él, deberán adoptarse las disposiciones relativas a las instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico según lo establecido en la **ITC-BT-30**. En estos lugares se colocará un esquema eléctrico de la instalación.

### 3. PROTECCIÓN PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD

#### 3.1 Protección contra los contactos directos

En los sistemas colectores y conjunto de anillos colectores, los cables y barras colectoras, así como los montajes de las vías de rodadura deben estar encerrados o alejados, de forma que cualquiera que tenga acceso a las zonas correspondientes de la instalación, por ejemplo, los pasillos de las guías de deslizamiento o los pasillos de la viga portagrúa, incluyendo los puntos de acceso, tenga protección frente al contacto directo con las partes en tensión, de acuerdo con el apartado 2 de la **ITC-BT-24**.

En las áreas donde sólo se admite el acceso de personas con formación específica, debe existir una protección por puesta fuera de alcance por alejamiento, para el caso de los cables o barras colectoras, de acuerdo con el apartado 2.4 de la **ITC-BT-24**. En este caso, el límite del volumen de accesibilidad inferior a la superficie susceptible de ocupación por personas, finaliza en los límites de dicha superficie.

La protección mediante la colocación fuera del alcance está pensada únicamente para evitar el contacto accidental con las partes en tensión.

Los cables y barras colectoras deben estar dispuestos o protegidos de forma que incluso con una carga oscilante no puedan entrar en contacto con el aparejo de izar ni con ningún cable de control, cadenas de accionamiento, elementos similares que sean conductores eléctricos.

#### 3.2 Protección contra sobrecargas

El equipo eléctrico se protegerá mediante uno o más dispositivos automáticos de protección que actúen en caso de una sobrecarga provocada por sobrecarga o cortocircuito. Este requisito no es aplicable a equipos diseñados para resistir sobrecargas por sí mismos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-32
	MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	Página 4 de 4

El funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecargas para los accionadores de los frenos mecánicos producirá la desconexión simultánea de los accionadores del movimiento correspondiente.

Los dispositivos protectores contra temperatura excesiva que incluyen elementos sensibles a la temperatura (por ejemplo, resistencias dependientes de la temperatura o contactos bimetálicos) y que están montados en o sobre los devanados del motor en combinación con un contactor, no pueden considerarse como una protección suficiente contra una corriente de cortocircuito.

### 4. SECCIONAMIENTO Y CORTE

#### 4.1 Corte por mantenimiento mecánico

Los interruptores deben ser de corte omnipolar y deberá tener los medios necesarios para impedir toda puesta en tensión de las instalaciones de forma imprevista.

En el lado de la alimentación de los anillos colectores o barras, debe instalarse un interruptor que permita el aislamiento y desconexión de todos los conductores de línea de la instalación y el conductor neutro.

Las instalaciones eléctricas de grúas y aparatos de elevación y transporte, deben estar equipadas con un interruptor de desconexión que permita que la instalación eléctrica quede desconectada durante el mantenimiento y reparación.

Los conjuntos de aparataje deben ser capaces de quedar desconectados. Esta desconexión debe incluir circuitos de potencia y control.

Los medios de corte deben estar situados en las proximidades de los conjuntos de aparataje.

Las partes activas de los conjuntos de aparataje que por motivos de seguridad o mantenimiento deben permanecer en servicio después de la apertura, deben estar marcadas con una etiqueta que indique que están con tensión y protegidas contra un contacto directo no intencionado.

Si los circuitos después de los interruptores de desconexión pasan a través de los anillos o barras colectoras, éstos deben estar protegidos contra el contacto directo con un grado de protección de al menos IP2X.

Puede prescindirse de los interruptores de desconexión de mantenimiento si los interruptores de emergencia especificados en el apartado 4.2 están conectados a la entrada de la alimentación de la instalación.

En el caso de una única grúa puede prescindirse del interruptor de desconexión al cumplir esta función el interruptor situado en la alimentación de la instalación de la grúa.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-32
	MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	Página 5 de 5

## 4.2 Corte y parada de emergencia

Cada grúa, aparato de elevación o transporte debe tener uno o más mecanismos de parada de emergencia, en todos los puestos de mando de movimiento. Cuando existen varios circuitos, los mecanismos de parada de emergencia deben ser tales que, con una sola acción, provoquen el corte de toda alimentación apropiada.

Los medios de corte de emergencia deben actuar lo más directamente posible sobre los conductores de alimentación apropiados.

Debe evitarse la reconexión del suministro después del corte de emergencia mediante enclavamientos mecánicos o eléctricos. La reconexión solamente puede ser posible desde el dispositivo de control desde el cual se realizó el corte de emergencia.

Cada grúa debe tener un dispositivo para la parada de emergencia accionado desde el suelo.

Quando la parada de emergencia así lo permita, el corte de emergencia puede realizarse mediante el accionamiento de un interruptor situado en el punto de alimentación de la instalación, si es de corte en carga y esta situado en una posición donde quede fácilmente accesible.

Las grúas controladas desde el suelo y los aparatos de elevación deben pararse automáticamente cuando esté desconectado el mecanismo de control de funcionamiento.

## 5. APARAMENTA

### 5.1 Interruptores

Los interruptores deberán cumplir la **UNE-EN 60.947 -2** e instalarse en posiciones que permitan que los ensayos funcionales, se realicen sin peligro.

Están también permitidos los contactores como interruptores. Los contactores no deben utilizarse para seccionamiento.

### 5.2 Interruptores en el lado de la alimentación de la instalación

Debe ser posible aislar los anillos del colector y las barras o cables del suministro principal antes del punto de conexión de la grúa, mediante interruptores en el lado del suministro de la instalación para reparaciones y mantenimientos.

Los conectores y tomas de corriente conformes a **UNE-EN 60.309 -1** pueden usarse para este fin.

Quando un anillo colector o barra está alimentado a través de varios interruptores en paralelo por el lado de la alimentación de la instalación, éstos deben estar enclavados

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-32
	MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	Página 6 de 6

de manera que se desconecten todos simultáneamente aún cuando solamente uno de ellos esté funcionando.

Solamente debe ser posible poner en servicio un anillo colector accesible o barra desde un lugar tal que el anillo colector o barra quede a la vista.

Los interruptores en el lado de la alimentación de la instalación o sus mecanismos de control deben tener un dispositivo de protección contra el cierre intempestivo o no autorizado.

En el caso de grúas y aparatos de elevación en lugares de edificación, el interruptor principal de la máquina puede ser utilizado como interruptor del lado de la alimentación de la instalación. El requisito de que este interruptor pueda tener protección contra el cierre intempestivo o no autorizado se considera como satisfecho si hay otras medidas que prevengan la puesta en servicio del aparato de elevación, p.ej. bloqueo por llave o candado.

## 6. DISPOSICIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Quando la alimentación se suministra a través de cables colectores, barras colectoras o conjuntos de anillos colectores, el conductor de protección debe tener un anillo colector individual o una barra colectoras, cuyos soportes sean claramente visibles y distinguibles de aquellos de los anillos o barras colectoras activos.

En lugares donde haya gases corrosivos, humedad o polvo, deben tomarse medidas especiales en los anillos, barras o carriles colectores utilizados como conductores de protección.

Los conductores de protección no deben transportar ninguna corriente cuando funcionen normalmente. No tienen que instalarse mediante soportes deslizantes sobre aislantes. Los aparatos de elevación deben conectarse a los conductores de protección no admitiéndose ruedas o rodillos para su conexión. Los colectores para conductores de protección que no serán intercambiables con los demás colectores.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-33
	INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS	Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-33
	INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS	Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	2
2.1 Alimentación.....	2
3. INSTALACIONES DE SEGURIDAD .....	2
3.1 Alumbrado de seguridad .....	3
3.2 Otros circuitos de seguridad .....	3
4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES ELÉCTRICOS.....	3
4.1 Medidas de protección contra contactos directos .....	3
4.2 Medidas de protección contra contactos indirectos .....	3
5. ELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	4
5.1 Reglas comunes.....	4
5.2 Canalizaciones .....	4
5.3 Cables eléctricos.....	4
6. APARAMENTA .....	5
6.1 Aparamenta de mando y seccionamiento .....	5

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones particulares de esta instrucción se aplican a las instalaciones temporales destinadas:

- a la construcción de nuevos edificios
- a trabajos de reparación, modificación, extensión o demolición de edificios existentes.
- a trabajos públicos
- a trabajos de excavación, y
- a trabajos similares.

Las partes de edificios que sufran transformaciones tales como ampliaciones, reparaciones importantes o demoliciones serán consideradas como obras durante el tiempo que duren los trabajos correspondientes, en la medida que esos trabajos necesitan la realización de una instalación eléctrica temporal.

En los locales de servicios de las obras (oficinas, vestuarios, salas de reunión, restaurantes, dormitorios, locales sanitarios, etc.) serán aplicables las prescripciones técnicas recogidas en la **ITC-BT-24**.

En las instalaciones de obras, las instalaciones fijas están limitadas al conjunto que comprende el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

## 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

### 2.1 Alimentación

Toda instalación deberá estar identificada según la fuente que la alimente y sólo debe incluir elementos alimentados por ella, excepto circuitos de alimentación complementaria de señalización o control.

Una misma obra puede ser alimentada a partir de varias fuentes de alimentación incluidos los generadores fijos o móviles.

Las distintas alimentaciones deben ser conectadas mediante dispositivos diseñados de modo que impidan la interconexión entre ellas.

### 3. INSTALACIONES DE SEGURIDAD

Cuando debido al posible fallo de la alimentación normal de un circuito o aparato existan riesgos para la seguridad de las personas, deberán preverse instalaciones de seguridad.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-33
	INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS	Página 3 de 3

### 3.1 Alumbrado de seguridad

Según el tipo de obra o la reglamentación existente, el alumbrado de seguridad permitirá, en caso de fallo del alumbrado normal, la evacuación del personal y la puesta en marcha de las medidas de seguridad previstas.

### 3.2 Otros circuitos de seguridad

Otros circuitos como los que alimentan bombas de elevación, ventiladores y elevadores o montacargas para personas, cuya continuidad de servicio sea esencial, deberán preverse de tal forma que la protección contra los contactos indirectos quede asegurada sin corte automático de la alimentación. Dichos circuitos estarán alimentados por un sistema automático con corte breve que podrá ser de uno de los tipos siguientes:

- Grupos generadores con motores térmicos, o
- Baterías de acumuladores asociadas a un rectificador o un ondulator.

## 4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES ELÉCTRICOS

Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la **ITC-BT-24**, teniendo en cuenta lo indicado a continuación:

### 4.1 Medidas de protección contra contactos directos

Las medidas de protección contra los contactos directos serán preferentemente:

- Protección por aislamiento de partes activas
- Protección por medio de barreras o envolventes.

### 4.2 Medidas de protección contra contactos indirectos

Además de las medidas generales señaladas en la **ITC-BT-24**, serán aplicables las siguientes:

Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna, ó 60 V en corriente continua.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-33
	INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS	Página 4 de 4

## 5. ELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

### 5.1 Reglas comunes

Todos los conjuntos de aparata empleados en las instalaciones de obras deben cumplir las prescripciones de la norma **UNE-EN 60.439** -4.

Las envolventes, aparata, las tomas de corriente y los elementos de la instalación que estén a la intemperie, deberán tener como mínimo un grado de protección IP45, según **UNE 20.324**.

El resto de los equipos tendrán los grados de protección adecuados, según las influencias externas determinadas por las condiciones de instalación.

### 5.2 Canalizaciones

Las canalizaciones deben estar dispuestas de manera que no se ejerza ningún esfuerzo sobre las conexiones de los cables, a menos que estén previstas especialmente a este efecto.

Con el fin de evitar el deterioro de los cables, éstos no deben estar tendidos en pasos para peatones o vehículos. Si tal tendido es necesario, debe disponerse protección especial contra los daños mecánicos y contra contactos con elementos de la construcción.

En caso de cables enterrados su instalación será conforme a lo indicado en **ITC-BT-20** e **ITC-BT-21**.

El grado de protección mínimo suministrado por las canalizaciones será el siguiente:

Para tubos, según **UNE-EN 50.086** -1:

- Resistencia a la compresión "Muy Fuerte"
- Resistencia al impacto "Muy Fuerte"

Para otros tipos de canalización:

- Resistencia a la compresión y Resistencia al Impacto, equivalentes a las definidas para tubos.

### 5.3 Cables eléctricos

Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750V, con cubierta de policloropreno o similar, según **UNE 21.027** ó **UNE 21.150** y aptos para servicios móviles.

Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500V, según **UNE 21.027** ó **UNE 21.031**, y aptos para servicios móviles.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-33
	INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS	Página 5 de 5

## 6. APARAMENTA

### 6.1 Aparamenta de mando y seccionamiento

En el origen de cada instalación debe existir un conjunto que incluya el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

En la alimentación de cada sector de distribución debe existir uno o varios dispositivos que aseguren las funciones de seccionamiento y de corte omnipolar en carga.

En la alimentación de todos los aparatos de utilización deben existir medios de seccionamiento y corte omnipolar en carga.

Los dispositivos de seccionamiento y de protección de los circuitos de distribución pueden estar incluidos en el cuadro principal o en cuadros distintos del principal.

Los dispositivos de seccionamiento de las alimentaciones de cada sector deben poder ser bloqueados en posición abierta (por ejemplo, por enclavamiento o ubicación en el interior de una envolvente cerrada con llave).

La alimentación de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución, en los que se integren:

- Dispositivos de protección contra las sobrecorrientes
- Dispositivos de protección contra los contactos indirectos.
- Bases de toma de corriente.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	ITC-BT-34
	FERIAS Y STANDS	Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	ITC-BT-34
	FERIAS Y STANDS	Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	3
2.1 Alimentación.....	3
2.2 Influencias externas.....	3
3. PROTECCION PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD .....	3
3.1 Protección contra contactos directos e indirectos.....	3
3.2 Medidas de protección en función de las influencias externas.....	3
3.3 Medidas de protección contra sobrecargas.....	4
4. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO .....	4
5. PROTECCIÓN CONTRA ALTAS TEMPERATURAS .....	4
6. APARATURA Y MONTAJE DE EQUIPOS.....	4
6.1 Reglas comunes.....	4
6.2 Cables eléctricos.....	5
6.3 Canalizaciones .....	5
6.4 Otros equipos .....	5
6.4.1 Luminarias.....	5
6.4.2 Alumbrado de emergencia.....	5
6.4.3 Interruptores de emergencia .....	5
6.4.4 Bases y tomas de corriente.....	5
6.5 Conexiones a tierra .....	6
6.6 Conductores de protección.....	6
6.7 Cajas, cuadros y armarios de control .....	6

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones de la presente instrucción se aplican a las instalaciones eléctricas temporales de ferias, exposiciones, muestras, stands, alumbrados festivos de calles, verbenas y manifestaciones análogas.

Para los efectos de esta instrucción se aplican las siguientes definiciones:

**Exposición:** Es un acontecimiento destinado a la exposición o venta de productos que puede tener lugar en un emplazamiento adecuado, ya sea edificio, estructura temporal o bien al aire libre.

**Muestra:** Es una presentación o espectáculo realizado en cualquier emplazamiento apropiado ya sea una estancia, edificio, estructura temporal o al aire libre.

**Stand:** Es un área o estructura temporal utilizada para presentación, marketing, ventas, ocio, etc.

**Parque de atracciones:** Es un lugar o área en el que se incluyen tiendas, barracas de feria, casetas, atracciones, etc., que tienen la finalidad específica de la diversión del público.

**Estructura temporal:** Es una unidad o parte de ella situada en interior o exterior diseñada o concebida para su fácil instalación, retiro y transporte. Se incluyen las unidades móviles y portátiles.

**Instalación eléctrica temporal:** Es una instalación eléctrica destinada a ser montada y desmontada al mismo tiempo que la exposición, muestra, stand, etc., con la que está asociada.

**Origen de una instalación eléctrica temporal:** Es el punto de la instalación permanente o de otra fuente de suministro desde la que se alimenta a las instalaciones eléctricas temporales.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-34
	FERIAS Y STANDS	Página 3 de 3

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-34
	FERIAS Y STANDS	Página 4 de 4

## 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

### 2.1 Alimentación

La tensión nominal de las instalaciones eléctricas temporales en exposiciones, muestras, stands y parques de atracciones no será superior a 230/400 V en corriente alterna.

### 2.2 Influencias externas

Las condiciones de influencias externas son las de los emplazamientos particulares, donde se realizan estas instalaciones, por ejemplo choques mecánicos, agua, temperaturas extremas, etc.

## 3. PROTECCION PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD

### 3.1 Protección contra contactos directos e indirectos

No se aceptan las medidas protectoras contra el contacto directo por medio de obstáculos ni por su colocación fuera del alcance.

No se aceptan medidas protectoras contra el contacto indirecto mediante un emplazamiento no conductivo ni mediante uniones equipotenciales sin conexión a tierra. Cualquiera que sea el esquema de distribución utilizado, la protección de las instalaciones de los equipos eléctricos accesibles al público debe asegurarse mediante dispositivos diferenciales de corriente diferencial-residual asignada máxima de 30 mA

Cuando se utilice una MBTS, la protección contra contactos directos debe ser asegurada cualquiera que sea la tensión nominal asignada, mediante un aislamiento capaz de resistir un ensayo dieléctrico de 500 V durante un minuto.

### 3.2 Medidas de protección en función de las influencias externas

Es recomendable que el corte automático de cables destinados a alimentar instalaciones temporales se realice mediante dispositivo diferencial cuya corriente diferencial residual asignada no supere 500 mA.

Estos dispositivos serán selectivos con los dispositivos diferenciales de los circuitos terminales.

Todos los circuitos de alumbrado además de las luminarias de emergencia y las tomas de corriente de valor asignado inferior a 32 A, deberán ser protegidos por un dispositivo diferencial cuya corriente asignada no supere los 30 mA.

### 3.3 Medidas de protección contra sobreintensidades

Todos los circuitos deben estar protegidos contra sobreintensidades mediante un dispositivo de protección apropiado, situado en el origen del circuito.

## 4. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

El riesgo de incendio es superior debido a la naturaleza temporal de las instalaciones y a la presencia de público. Esto debe tenerse en cuenta cuando se valoren las influencias externas, de acuerdo con la "naturaleza del material procesado o almacenado".

El equipo eléctrico debe seleccionarse y construirse de forma que el aumento de su temperatura normal y el aumento de temperatura previsible, en el caso de que se produzca un posible fallo, no dé lugar a una situación peligrosa.

## 5. PROTECCIÓN CONTRA ALTAS TEMPERATURAS

El equipo de iluminación, como por ejemplo, las lámparas incandescentes, focos, pequeños proyectores y otros aparatos o dispositivos con superficies que alcanzan altas temperaturas, además de protegerse adecuadamente, deben disponerse suficientemente apartados de los materiales combustibles.

Los escaparates y los rótulos con iluminación interna se construirán con materiales que tengan una resistencia al calor apropiada, sean mecánicamente resistentes y tengan aislamiento eléctrico, al tiempo que contarán con una ventilación adecuada.

A menos que los artículos expuestos sean de naturaleza incombustible, los escaparates se iluminarán solamente desde el exterior, o con lámparas de poca emisión de calor, en su funcionamiento.

Los stands que contengan una concentración de aparatos eléctricos, accesorios de iluminación o lámparas, propensos a generar un calor superior al normal, tendrán una cubierta bien ventilada, construida con materiales incombustibles.

## 6. APARAMENTA Y MONTAJE DE EQUIPOS

### 6.1 Reglas comunes

La aparamenta de mando y protección deberá estar situada en envolventes cerradas que no puedan abrirse o desmontarse más que con la ayuda de un útil o una llave, a excepción de sus accionamientos manuales. Los grados de protección para las canalizaciones y envolventes será IP 4X para instalaciones de interior e IP 45 para instalaciones de exterior, según [UNE 20324](#).

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES FERIAS Y STANDS	ITC-BT-34
		Página 5 de 5

## 6.2 Cables eléctricos

Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500V según [UNE 21.027](#) ó [UNE 21.031](#) y aptos para servicios móviles.

En instalaciones exteriores los cables serán de tensión asignada mínima 450/750V con cubierta de policloropeno o similar, según [UNE 21.027](#) ó [UNE 21.150](#) y aptos para servicios móviles.

Para alumbrados festivos se utilizan cables flexibles de características constructivas según [UNE 21.027](#) ó [UNE 21.031](#).

La longitud de los cables de conexión flexibles o cordones no sobrepasará los 2 m.

## 6.3 Canalizaciones

Las canalizaciones se realizarán mediante tubos o canales según lo dispuesto en la [ITC-BT 20 y 21](#).

Las canalizaciones metálicas o no metálicas deberán tener un grado de protección IP4X según [UNE 20.324](#).

## 6.4 Otros equipos

### 6.4.1 Luminarias

Las luminarias fijas situadas a menos de 2,5 m del suelo o en lugares accesibles a las personas, deberán estar firmemente fijadas y situadas de forma que se impida todo riesgo de peligro para las personas o inflamación de materiales. El acceso al interior de las luminarias solo podrá realizarse mediante el empleo de una herramienta.

### 6.4.2 Alumbrado de emergencia

Se instalará alumbrado de seguridad siguiendo lo estipulado en la ITC-BT 28 en aquellas instalaciones temporales interiores que puedan albergar mas de 100 personas

### 6.4.3 Interruptores de emergencia

Un circuito independiente alimentará a las luminarias, alumbrado de vitrinas, etc., los cuales deberán ser controlados por un interruptor de emergencia.

### 6.4.4 Bases y tomas de corriente

Un número apropiado de tomas de corriente deberán ser instaladas a fin de permitir a los usuarios cumplir las reglas de seguridad.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES FERIAS Y STANDS	ITC-BT-34
		Página 6 de 6

Las tomas de corriente instaladas en el suelo irán dentro de envolventes protegidas contra la penetración del agua. Adicionalmente a los grados de protección indicados en 6.1, deberán tener un grado de protección contra el impacto IK 10, según UNE EN 50102

Un sólo cable o cordón debe ser unido a una toma. No se deben utilizar adaptadores multivía. No se deben utilizar las bases múltiples, excepto las bases múltiples móviles, que se alimentaran desde una base fija con un cable de longitud máxima 2 m.

## 6.5 Conexiones a tierra

Cuando se instale un generador para suministrar alimentación a una instalación temporal, utilizando un sistema TN, TT o IT, debe tenerse cuidado para garantizar que la instalación está correctamente conectada a tierra.

El conductor neutro o punto neutro del generador debe conectarse a las partes conductoras accesibles del generador.

## 6.6 Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán una sección de acuerdo con el apartado 2.3 de la [ITC-BT-19](#).

## 6.7 Cajas, cuadros y armarios de control

Las cajas destinadas a las conexiones eléctricas, cuadros y armarios deberán tener un grado de protección mínimo igual al indicado en 6.1.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES ESTABLECIMIENTOS AGRÍCOLAS Y HORTÍCOLAS	ITC-BT-35
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES ESTABLECIMIENTOS AGRÍCOLAS Y HORTÍCOLAS	ITC-BT-35
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. REQUISITOS GENERALES .....	2

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica a las instalaciones fijas de los establecimientos agrícolas y hortícolas en los cuales se hallan los animales (tales como cuadras, establos, gallineros, porquerizas, locales para la preparación de piensos de animales, graneros, granjas para el heno, la paja y los fertilizantes) o que estén situados al exterior, estando excluidos los locales habitables.

## 2. REQUISITOS GENERALES

Las prescripciones particulares para este tipo de establecimientos quedan recogidas en la norma **UNE 20. 460** -7-705.

Para aquellos apartados que en esta citada norma se encuentran en estudio, se aplicará lo dispuesto para estos apartados en la instrucción **ITC-BT-33**.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN	ITC-BT-36
		Página 1 de 1

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. GENERALIDADES.....	2
2. REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN DE SEGURIDAD (MBTS) Y MUY BAJA TENSIÓN DE PROTECCIÓN (MBTP).....	2
2.1 Fuentes de alimentación .....	2
2.2 Condiciones de instalación de los circuitos.....	3
3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN DE SEGURIDAD (MBTS).....	4
4. REQUISITOS PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN DE PROTECCIÓN (MBTP).....	5

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN	ITC-BT-36
		Página 2 de 2

## 1. GENERALIDADES

A los efectos de la presente instrucción se consideran tres tipos de instalaciones a muy baja tensión: Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS); Muy Baja Tensión de Protección (MBTP) y Muy Baja Tensión Funcional (MBTF).

Las instalaciones a Muy Baja Tensión de Seguridad comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 V en c.a. ó 75 V en c.c, alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad conforme a la norma **UNE-EN 60742** o **UNE-EN 61558-2-4** o fuentes equivalentes, cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección y no están conectados a tierra. Las masas no deben estar conectadas intencionadamente a tierra o a un conductor de protección.

Las instalaciones a Muy Baja Tensión de Protección comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 V en c.a. ó 75 V en c.c, alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad conforme a la norma **UNE-EN 60742** o **UNE-EN 61558-2-4** o fuentes equivalentes, cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección y, por razones funcionales, los circuitos y/o las masas están conectados a tierra o a un conductor de protección. La puesta a tierra de los circuitos puede ser realizada por una conexión adecuada al conductor de protección del circuito primario de la instalación.

Las instalaciones a Muy Baja Tensión Funcional comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 V en c.a. ó 75 V en c.c, y que no cumplen los requisitos de MBTS ni de MBTP. Este tipo de instalaciones bien, están alimentadas por una fuente sin aislamiento de protección, tal como fuentes con aislamiento principal, o bien sus circuitos no tienen aislamiento de protección frente a otros circuitos. La protección contra los choques eléctricos de este tipo de instalaciones deberá realizarse conforme a lo establecido en la **ITC-BT-24**, para circuitos distintos de MBTS o MBTP.

## 2. REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN DE SEGURIDAD (MBTS) Y MUY BAJA TENSIÓN DE PROTECCIÓN (MBTP)

### 2.1 Fuentes de alimentación

Estas instalaciones deben estar alimentadas mediante una fuente que incorpore:

- un transformador de aislamiento de seguridad conforme a la **UNE-EN 60.742**. Para el caso de la MBTP, el transformador puede ser con aislamiento principal con pantalla de separación entre primario y secundario puesta a tierra, siempre que exista un sistema de protección en el circuito primario por corte automático de la alimentación o



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN	ITC-BT-36
		Página 3 de 3

- una fuente corriente que asegure un grado de protección equivalente al del transformador de seguridad anterior (por ejemplo, un motor-generador con devanados con separación equivalente) o
- una fuente electroquímica (pilas o acumuladores), que no dependa o que esté separada con aislamiento de protección de circuitos a MBTF o de circuitos de tensión más elevada, o
- otras fuentes que no dependan de la MBTF o circuitos de tensión más elevada, por ejemplo grupo electrógeno.
- determinados dispositivos electrónicos en los cuales se han adoptado medidas para que, en caso de primer defecto, la tensión de salida no supere los valores correspondientes a Muy Baja Tensión.

Cuando la intensidad de cortocircuito en los bornes del circuito de utilización de la fuente de energía sea inferior a la intensidad admisible en los conductores que forman este circuito, no será necesario instalar en su origen dispositivos de protección contra sobrintensidades.

## 2.2 Condiciones de instalación de los circuitos

La separación de protección entre los conductores de cada circuito MBTS o MBTP y los de cualquier otro circuito, incluidos los de MBTF, debe ser realizada por una de las disposiciones siguientes:

- La separación física de los conductores
- Los conductores de los circuitos de muy baja tensión MBTS o MBTP, deben estar provistos, además de su aislamiento principal, de una cubierta no metálica.
- Los conductores de los circuitos a tensiones diferentes, deben estar separados entre sí por una pantalla metálica conectada a tierra o por una vaina metálica conectada a tierra.
- Un cable multiconductor o un agrupamiento de conductores, pueden contener circuitos a tensiones diferentes, siempre que los conductores de los circuitos MBTS o MBTP estén aislados, individual o colectivamente, para la tensión más alta que tienen que soportar.

Las tomas de corriente de los circuitos de MBTS y MBTP deben satisfacer las prescripciones siguientes:

- Los conectores no deben poder entrar en las bases de toma de corriente alimentadas por otras tensiones.
- Las bases deben impedir la introducción de conectores concebidos para otras tensiones; y
- Las bases de enchufe de los circuitos MBTS no deben llevar contacto de protección, las de los circuitos MBTP si pueden llevarlo.
- Los conectores de los circuitos MBTS, no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTP .
- Los conectores de los circuitos MBTP, no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTS .

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN	ITC-BT-36
		Página 4 de 4

A todos los efectos, un circuito MBTF se considera siempre como circuito de tensión diferente.

No es necesario en este tipo de instalaciones seguir las prescripciones fijadas en la instrucción **ITC-BT-19** para identificación de los conductores ni seguir las prescripciones de la instrucción **ITC-BT-06** para los requisitos de distancia de conductores al suelo y la separación mínima entre ellos.

Los cables enterrados se situarán entre dos capas de arena o de tierra fina cribada, de 10 a 15 centímetros de espesor.

Cuando los cables no presenten una resistencia mecánica suficiente, se colocarán en el interior de conductos que los protejan convenientemente.

Para las instalaciones de alumbrado, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización, no será superior al 5 %.

## 3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN DE SEGURIDAD (MBTS)

Las partes activas de los circuitos de MBTS no deben ser conectadas eléctricamente a tierra, ni a partes activas, ni a conductores de protección que pertenezcan a circuitos diferentes.

Las masas no deben conectarse intencionadamente ni a tierra, ni a conductores de protección o masas de circuitos diferentes, ni a elementos conductores. No obstante, para los equipos que, por su disposición, tengan conexiones francas a elementos conductores, la presente medida sigue siendo válida si puede asegurarse que estas partes no pueden conectarse a un potencial superior a 50V en corriente alterna o 75V en corriente continua.

Por otro lado, si hay masas de circuitos MBTS que son susceptibles de ponerse en contacto con masas de otros circuitos, la protección contra los choques eléctricos ya no se basa en la medida exclusiva de protección para MBTS, sino en las medidas de protección correspondientes a estas últimas masas.

Cuando la tensión nominal del circuito es superior a 25V en corriente alterna o 60V en corriente continua sin ondulación, debe asegurarse la protección contra los contactos directos mediante uno de los métodos siguientes:

- Por barreras o envolventes que presenten como mínimo un grado de protección IP2X; o IP XXB según **UNE 20.324**.
- Por un aislamiento que pueda soportar una tensión de 500 voltios durante un minuto.

Para tensiones inferiores a las anteriores no se requiere protección alguna contra contactos directos, salvo para determinadas condiciones de influencias externas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN	ITC-BT-36
		Página 5 de 5

La corriente continua sin ondulación es aquella en la que el porcentaje de ondulación no supera el 10% del valor eficaz.

#### 4. REQUISITOS PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN DE PROTECCIÓN (MBTP)

La protección contra los contactos directos debe quedar garantizada:

- Por barreras o envolventes que presenten como mínimo un grado de protección IP2X; o IP XXB según [UNE 20.324](#).
- Por un aislamiento que pueda soportar una tensión de 500 voltios durante un minuto.

No obstante, no se requiere protección contra los contactos directos para equipos situados en el interior de un edificio en el cual las masas y los elementos conductores, simultáneamente accesibles, estén conectados a la misma toma de tierra y si la tensión nominal no es superior a:

- 25V eficaces en corriente alterna ó 60V en corriente continua sin ondulación, siempre y cuando el equipo se utilice únicamente en emplazamientos secos, y no se prevean contactos francos entre partes activas y el cuerpo humano o de un animal.
- 6V eficaces en corriente alterna ó 15V en corriente continua sin ondulación, en los demás casos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES A TENSIONES ESPECIALES	ITC-BT-37
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES A TENSIONES ESPECIALES	ITC-BT-37
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES.....	2

## 1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES

Las instalaciones a tensiones especiales son aquellas en las que la tensión nominal es superior a 500V de valor eficaz en corriente alterna o 750V de valor medio aritmético en corriente continua, dentro del campo de aplicación del presente reglamento.

Estas instalaciones, además de cumplir con las prescripciones establecidas para las instalaciones a tensiones usuales y las prescripciones complementarias según su emplazamiento, cumplirán las siguientes:

- Se aplicará obligatoriamente uno de los sistemas de protección para contactos indirectos indicada en la **ITC-BT-24**, tanto a las envolventes conductoras de las canalizaciones como a las masas de los aparatos que no posean aislamiento reforzado o doble aislamiento.
- Los cables empleados serán siempre de tensión nominal no inferior a 1 000 V. Cuando estos cables se instalen sobre soportes aislantes, deberán poseer una envolvente que los proteja contra el deterioro mecánico.
- La presencia de piezas desnudas bajo tensión que no estén completamente protegidas contra los contactos directos, de acuerdo a lo establecido en la instrucción **ITC-BT-24**, se permitirá únicamente en locales afectos a un servicio eléctrico, siempre que sólo personal cualificado tenga acceso al mismo.
- Las canalizaciones deberán ser fácilmente identificables, sobre todo cuando existan en sus proximidades otras canalizaciones a tensiones usuales o pequeñas tensiones.
- La instalación a tensión usual, a partir de sus aparatos de protección, estará aislada igual que la instalación a tensión especial en el caso excepcional de empleo de un autotransformador para la elevación de la tensión usual a la tensión especial.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACION ELECTRICA EN QUIROFANOS Y SALAS DE INTERVENCIÓN	ITC-BT-38
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACION ELECTRICA EN QUIROFANOS Y SALAS DE INTERVENCIÓN	ITC-BT-38
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD E INSTALACIÓN .....	2
2.1 Medidas de protección .....	2
2.1.1 Puesta a tierra de protección .....	2
2.1.2 Conexión de equipotencialidad .....	3
2.1.3 Suministro a través de un transformador de aislamiento.....	3
2.1.4 Protección diferencial y contra sobrecargas.....	4
2.1.5 Empleo de muy baja tensión de seguridad.....	4
2.2 Suministros complementarios.....	4
2.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión .....	5
2.4 Control y mantenimiento .....	6
2.4.1 Antes de la puesta en servicio de la instalación.....	6
2.4.2 Después de su puesta en servicio .....	6
2.4.3 Libro de Mantenimiento.....	7
3. CONDICIONES ESPECIALES DE INSTALACIÓN DE RECEPTORES EN QUIRÓFANOS Y SALAS DE INTERVENCIÓN .....	7

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos particulares para las instalaciones eléctricas en quirófanos y salas de intervención así como las condiciones de instalación de los receptores utilizados en ellas.

Los receptores objeto de esta instrucción cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**.

Además de las prescripciones generales para locales de usos sanitarios señaladas en la **ITC-BT-28**, se cumplirán las prescripciones particulares incluidas en la presente instrucción.

## 2. CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD E INSTALACIÓN

Las salas de anestesia y demás dependencias donde puedan utilizarse anestésicos u otros productos inflamables, serán considerados como locales con riesgo de incendio o explosión Clase I, Zona 1, salvo indicación en contra, y como tales las instalaciones deberán satisfacer las indicaciones para ellas establecidas en la **ITC-BT-29**.

Las bases de toma de corriente para diferentes tensiones, tendrán separaciones o formas distintas para las espigas de las clavijas correspondientes.

Cuando la instalación de alumbrado general se sitúe a una altura del suelo inferior a 2,5 metros, o cuando sus interruptores presenten partes metálicas accesibles, deberá ser protegida contra los contactos indirectos mediante un dispositivo diferencial, conforme a lo establecido en la **ITC-BT-24**.

Las características de aislamiento de los conductores, responderán a lo dispuesto en la **ITC-BT 19** y, en su caso, la **ITC-BT-29**.

### 2.1 Medidas de protección

#### 2.1.1 Puesta a tierra de protección

La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos o salas de intervención, deberán disponer de un suministro trifásico con neutro y conductor de protección. Tanto el neutro como el conductor de protección serán conductores de cobre, tipo aislado, a lo largo de toda la instalación.

La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano o sala de intervención y las conexiones a masa, o los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACION ELECTRICA EN QUIROFANOS Y SALAS DE INTERVENCIÓN	ITC-BT-38
		Página 3 de 3

### 2.1.2 Conexión de equipotencialidad

Todas las partes metálicas accesibles han de estar unidas al embarrado de equipotencialidad (EE en la figura 1), mediante conductores de cobre aislados e independientes. La impedancia entre estas partes y el embarrado (EE) no deberá exceder de 0,1 ohmios.

Se deberá emplear la identificación verde-amarillo para los conductores de equipotencialidad y para los de protección.

El embarrado de equipotencialidad (EE) estará unido al de puesta a tierra de protección (PT en la figura 1) por un conductor aislado con la identificación verde-amarillo, y de sección no inferior a 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

La diferencia de potencial entre las partes metálicas accesibles y el embarrado de equipotencialidad (EE) no deberá exceder de 10 mV eficaces en condiciones normales.

### 2.1.3 Suministro a través de un transformador de aislamiento.

Es obligatorio el empleo de transformadores de aislamiento o de separación de circuitos, como mínimo uno por cada quirófano o sala de intervención, para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado y para limitar las corrientes de fuga que pudieran producirse (ver figura 1).

Se realizará una adecuada protección contra sobrecorrientes del propio transformador y de los circuitos por él alimentados. Se concede importancia muy especial a la coordinación de las protecciones contra sobrecorrientes de todos los circuitos y equipos alimentados a través de un transformador de aislamiento, con objeto de evitar que una falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través del citado transformador.

El transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento, cumplirán la norma **UNE 20.615**.

Se dispondrá de un cuadro de mando y protección por quirófano o sala de intervención, situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en sus inmediaciones. Éste deberá incluir la protección contra sobrecorrientes, el transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento. Es muy importante que en el cuadro de mando y panel indicador del estado del aislamiento, todos los mandos queden perfectamente identificados y sean de fácil acceso. El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento deberá estar en el interior del quirófano o sala de intervención y ser fácilmente visible y accesible, con posibilidad de sustitución fácil de sus elementos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACION ELECTRICA EN QUIROFANOS Y SALAS DE INTERVENCIÓN	ITC-BT-38
		Página 4 de 4

### 2.1.4 Protección diferencial y contra sobrecorrientes

Se emplearán dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad ( $\leq 30$  mA) y de clase A, para la protección individual de aquellos equipos que no estén alimentados a través de un transformador de aislamiento, aunque el empleo de los mismos no exime de la necesidad de puesta a tierra y equipotencialidad.

Se dispondrán las correspondientes protecciones contra sobrecorrientes.

Los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el primario ni en el secundario del transformador.

### 2.1.5 Empleo de muy baja tensión de seguridad

Las instalaciones con Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) tendrán una tensión asignada no superior a 24 V en corriente alterna y 50 V en corriente continua y cumplirá lo establecido en la **ITC-BT-36**.

## 2.2 **Suministros complementarios**

Además del suministro complementario de reserva requerido en la **ITC-BT 28** será obligatorio disponer de un suministro especial complementario, por ejemplo con baterías, para hacer frente a las necesidades de la lámpara de quirófano o sala de intervención y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 segundos (corte breve) y con una autonomía no inferior a 2 horas. La lámpara de quirófano o sala de intervención siempre estará alimentada a través de un transformador de aislamiento (ver figura 1).

Todo el sistema de protección deberá funcionar con idéntica fiabilidad tanto si la alimentación es realizada por el suministro normal como por el complementario.

Figura 1. Ejemplo de un esquema general de la instalación eléctrica de un quirófano.

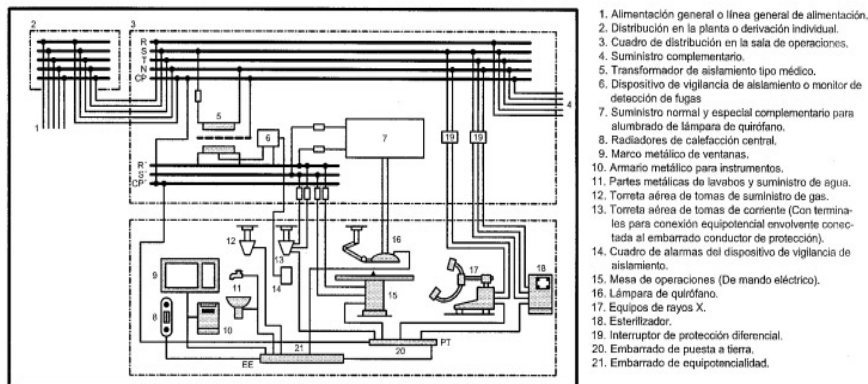
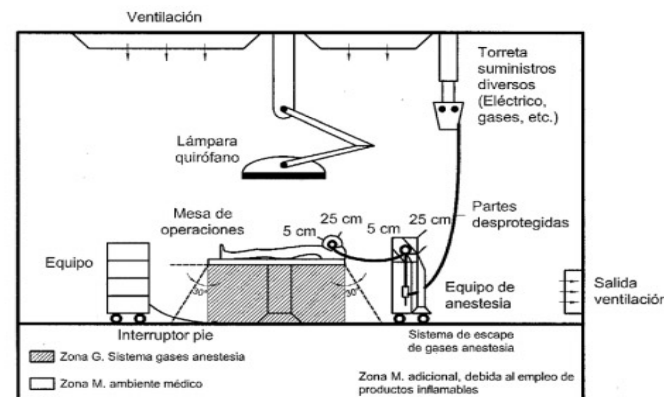


Figura 2. Zonas con riesgo de incendio y explosión en el quirófano, cuando se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables



### 2.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión

Para los quirófanos o salas de intervención en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la figura 2 muestra las zonas G y M, que deberán ser consideradas como zonas de la Clase I; Zona 1 y Clase I; Zona 2, respectivamente, conforme a lo establecido en la ITC-BT-29. La zona M, situada debajo de la mesa de operaciones (ver figura 2), podrá considerarse como zona sin riesgo de incendio o explosión cuando se asegure una ventilación de 15 renovaciones de aire /hora.

Los suelos de los quirófanos o salas de intervención serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de 1 MΩ, salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a 100 MΩ, no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

En general, se prescribe un sistema de ventilación adecuado que evite las concentraciones de los gases empleados para la anestesia y desinfección.

### 2.4 Control y mantenimiento

#### 2.4.1 Antes de la puesta en servicio de la instalación

La empresa instaladora autorizada deberá proporcionar un informe escrito sobre los resultados de los controles realizados al término de la ejecución de la instalación, que comprenderá, al menos:

- el funcionamiento de las medidas de protección
- la continuidad de los conductores activos y de los conductores de protección y puesta a tierra.
- la resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad
- la resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito
- la resistencia de puesta a tierra
- la resistencia de aislamiento de suelos antielectrostáticos, y
- el funcionamiento de todos los suministros complementarios.

#### 2.4.2 Después de su puesta en servicio

Se realizará un control, al menos semanal, del correcto funcionamiento del dispositivo de vigilancia de aislamiento y de los dispositivos de protección.

Así mismo, se realizarán medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento, de los diversos circuitos en el interior de los quirófanos o salas de intervención, como mínimo mensualmente.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACION ELECTRICA EN QUIROFANOS Y SALAS DE INTERVENCIÓN	ITC-BT-38
		Página 7 de 7

El mantenimiento de los diversos equipos deberá efectuarse de acuerdo con las instrucciones de sus fabricantes. La revisión periódica de las instalaciones, en general, deberá realizarse conforme a lo establecido en la **ITC-BT-05**, incluyendo en cualquier caso, las verificaciones indicadas en 2.4.1.

Además de las inspecciones periódicas establecidas en la ITC-BT 05, se realizará una revisión anual de la instalación por una empresa instaladora autorizada, incluyendo, en ambos casos, las verificaciones indicadas en 2.4.1 anterior.

#### 2.4.3 Libro de Mantenimiento

Todos los controles realizados serán recogidos en un "Libro de Mantenimiento" de cada quirófano o sala de intervención, en el que se expresen los resultados obtenidos y las fechas en que se efectuaron, con firma del técnico que los realizó. En el mismo, deberán reflejarse con detalle las anomalías observadas, para disponer de antecedentes que puedan servir de base a la corrección de deficiencias.

### **3. CONDICIONES ESPECIALES DE INSTALACIÓN DE RECEPTORES EN QUIRÓFANOS Y SALAS DE INTERVENCIÓN**

Todas las masas metálicas de los receptores invasivos eléctricamente deben conectarse a través de un conductor de protección a un embarrado común de puesta a tierra de protección (PT en figura 1) y éste, a su vez, a la puesta a tierra general del edificio.

Se entiende por receptor invasivo eléctricamente aquel que desde el punto de vista eléctrico penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal. Esto es, aquellos productos que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente. A título de ejemplo pueden citarse, electrobisturías, equipos radiológicos de aplicación cardiovascular de intervención, ciertos equipos de monitorización, etc. Los receptores invasivos deberán conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La instalación de receptores no invasivos eléctricamente, tales como, resonancia magnética, ultrasonidos, equipos analíticos, equipos radiológicos no de intervención, se atenderán a las reglas generales de instalación de receptores indicadas en la **ITC-BT-43**.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES CERCAS ELÉCTRICAS PARA GANADO	ITC-BT-39
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES CERCAS ELÉCTRICAS PARA GANADO	ITC-BT-39
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. ALIMENTACIÓN .....	2
3. PRESCRIPCIONES PARTICULARES.....	2

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente Instrucción es determinar los requisitos particulares de las cercas eléctricas para ganado, su alimentador y su instalación.

Se entiende por cerca eléctrica para ganado, a una barrera para animales que comprende uno o varios conductores formados por hilos metálicos, barrotos o alambradas.

Se entiende por alimentador de cerca eléctrica, al aparato destinado a suministrar regularmente impulsos de tensión a la cerca a la que está conectado.

## 2. ALIMENTACIÓN

El alimentador de cerca eléctrica puede estar alimentado a su vez mediante una de las siguientes formas:

- Conectado a una red de distribución de energía eléctrica.
- Conectado a baterías o acumuladores cuya carga se realiza mediante una red de distribución de energía eléctrica.
- Conectados a baterías o acumuladores autónomos, es decir que no están destinados a ser conectados a una red de distribución de energía eléctrica.

## 3. PRESCRIPCIONES PARTICULARES

Los alimentadores de cercas eléctricas conectados a una red de distribución de energía eléctrica, deberán cumplir la norma UNE-EN 60.335-2-76 y su circuito de alimentación las prescripciones de las ITC-BT-22, ITC-BT-23 e ITC-BT-24.

Los alimentadores se colocarán en lugares donde no puedan quedar cubiertos por paja, heno, etc., y estarán próximos a la cerca que alimentan.

Los conductores de la cerca estarán separados de cualquier objeto metálico no perteneciente a la misma, de manera que no haya riesgo de contacto entre ellos.

Los conductores de la cerca y los de conexión de ésta a su alimentador no se sujetarán en apoyos correspondientes a otra canalización, sea de alta o baja tensión, de telecomunicación, etc.

Los elementos de maniobra de las puertas de la cerca estarán aislados convenientemente de los conductores de la misma y su maniobra tendrá por efecto la puesta fuera de tensión de los conductores comprendidos entre los soportes laterales de la puerta.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES</b>	ITC-BT-39
	CERCAS ELÉCTRICAS PARA GANADO	Página 3 de 3

Entre cercas que no estén alimentadas por un mismo alimentador, se tomarán medidas convenientes para evitar que una persona o animal pueda tocarlas simultáneamente. Normalmente se considera suficiente una separación de 2 m, entre los conductores de unas y otras cercas.

Se colocarán carteles de aviso cuando las cercas puedan estar al alcance de personas no prevenidas de su presencia y, en todo caso, cuando estén junto a una vía pública.

El mínimo de carteles será de uno por cada alineación recta de la cerca y, en todo caso, a distancias máximas de 50 metros.

Los carteles se colocarán en lugares bien visibles y preferentemente sujetos al conductor superior de la cerca si la altura de éste sobre el suelo asegura esa visibilidad; en caso contrario, se colocarán sobre los apoyos de los conductores, de manera que sean visibles tanto desde el exterior como desde el interior del cercado.

Los carteles llevarán la indicación "CERCA ELÉCTRICA" escrito sobre un triángulo equilátero de base horizontal con letras negras sobre fondo amarillo. El cartel tendrá unas dimensiones mínimas de 105 × 210 milímetros y las letras 25 milímetros de altura.

La toma de tierra del alimentador de la cerca tendrá las características de "tierra separada" de cualquier otra, incluso de la tierra de masa del mismo aparato.

Cuando una cerca eléctrica esté situada en una zona particularmente expuesta a los efectos de descargas atmosféricas, el alimentador estará situado en el exterior de los edificios o en un local destinado expresamente a él y se tomarán las medidas de protección apropiadas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

<b>0. ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2. CLASIFICACION</b> .....	<b>2</b>
<b>3. CONDICIONES GENERALES</b> .....	<b>2</b>
<b>4. CONDICIONES PARA LA CONEXION</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1 Instalaciones generadoras aisladas</b> .....	<b>3</b>
<b>4.2 Instalaciones generadoras asistidas</b> .....	<b>3</b>
<b>4.3 Instalaciones generadoras interconectadas</b> .....	<b>4</b>
4.3.1 Potencias máximas de las centrales interconectadas en baja tensión.....	4
4.3.2 Condiciones específicas para el arranque y acoplamiento de la instalación generadora a la Red de Distribución Pública.....	4
4.3.3 Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión.....	5
4.3.4 Control de la energía reactiva.....	6
<b>5. CABLES DE CONEXION</b> .....	<b>6</b>
<b>6. FORMA DE LA ONDA</b> .....	<b>6</b>
<b>7. PROTECCIONES</b> .....	<b>7</b>
<b>8. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA</b> .....	<b>7</b>
<b>8.1 Generalidades</b> .....	<b>7</b>
<b>8.2 Características de la puesta a tierra según el funcionamiento de la instalación generadora respecto a la Red de Distribución Pública</b> .....	<b>8</b>
8.2.1 Instalaciones generadoras aisladas conectadas a instalaciones receptoras que son alimentadas de forma exclusiva por dichos grupos.....	8
8.2.2 Instalaciones generadoras asistidas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma independiente, por dichos grupos o por la red de distribución pública.....	8
8.2.3 Instalaciones generadoras interconectadas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma simultánea o independiente, por dichos grupos o por la Red de Distribución Pública.....	8
<b>8.3 Generadores eólicos</b> .....	<b>9</b>
<b>9. PUESTA EN MARCHA</b> .....	<b>9</b>
<b>10. OTRAS DISPOSICIONES</b> .....	<b>9</b>

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica a las instalaciones generadoras, entendiéndose como tales, las destinadas a transformar cualquier tipo de energía no eléctrica en energía eléctrica.

A los efectos de esta Instrucción se entiende por “Redes de Distribución Pública” a las redes eléctricas que pertenecen o son explotadas por empresas cuyo fin principal es la distribución de energía eléctrica para su venta a terceros. Asimismo, se entiende por “Autogenerador” a la empresa que, subsidiariamente a sus actividades principales, produce, individualmente o en común, la energía eléctrica destinada en su totalidad o en parte, a sus necesidades propias.

## 2. CLASIFICACION

Las Instalaciones Generadoras se clasifican, atendiendo a su funcionamiento respecto a la Red de Distribución Pública, en:

- Instalaciones generadoras aisladas: aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la Red de Distribución Pública.
- Instalaciones generadoras asistidas: Aquellas en las que existe una conexión con la Red de Distribución Pública, pero sin que los generadores puedan estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto los grupos generadores como la Red de Distribución Pública, quedando la otra fuente como socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación. Será posible no obstante, la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, siempre que se cumplan los requisitos técnicos descritos en el apartado 4.2
- Instalaciones generadoras interconectadas: Aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

## 3. CONDICIONES GENERALES

Los generadores y las instalaciones complementarias de las instalaciones generadoras, como los depósitos de combustibles, canalizaciones de líquidos o gases, etc., deberán cumplir, además, las disposiciones que establecen los Reglamentos y Directivas específicos que les sean aplicables.

Cuando las instalaciones generadoras estén alojadas en edificios o establecimientos industriales, sus locales, que serán de usos exclusivo, cumplirán con las disposiciones reguladoras de protección contra incendios correspondientes.

Los locales donde estén instalados los motores térmicos, cualquiera que sea su potencia, deberán estar suficientemente ventilados.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 3 de 3

Los conductos de salida de los gases de combustión serán de material incombustible y evacuarán directamente al exterior o a través de un sistema de aprovechamiento energético.

#### 4. CONDICIONES PARA LA CONEXION

##### 4.1 Instalaciones generadoras aisladas

La conexión a los receptores, en las instalaciones donde no pueda darse la posibilidad del acoplamiento con la Red de Distribución Pública o con otro generador, precisará la instalación de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga en los circuitos de salida del generador.

Cuando existan más de un generador y su conexión exija la sincronización, se deberá disponer de un equipo manual o automático para realizar dicha operación.

Los generadores portátiles deberán incorporar las protecciones generales contra sobreintensidades y contactos directos e indirectos necesarios para la instalación que alimenten.

##### 4.2 Instalaciones generadoras asistidas

En la instalación interior la alimentación alternativa (red o generador) podrá hacerse en varios puntos que irán provistos de un sistema de conmutación para todos los conductores activos y el neutro, que impida el acoplamiento simultáneo a ambas fuentes de alimentación.

En el caso en el que esté previsto realizar maniobras de transferencia de carga sin corte, la conexión de la instalación generadora asistida con la Red de Distribución Pública se hará en un punto único y deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- Sólo podrán realizar maniobras de transferencia de carga sin corte los generadores de potencia superior a 100 kVA
- En el momento de interconexión entre el generador y la red de distribución pública, se desconectará el neutro del generador de tierra.
- El sistema de conmutación deberá instalarse junto a los aparatos de medida de la Red de Distribución pública, con accesibilidad para la empresa distribuidora.
- Deberá incluirse un sistema de protección que imposibilite el envío de potencia del generador a la red.
- Deberán incluirse sistemas de protección por tensión del generador fuera de límites, frecuencia fuera de límites, sobrecarga y cortocircuito, enclavamiento para no poder energizar la línea sin tensión y protección por fuera de sincronismo.
- Dispondrá de un equipo de sincronización y no se podrá mantener la interconexión más de 5 segundos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 4 de 4

El conmutador llevará un contacto auxiliar que permita conectar a una tierra propia el neutro de la generación, en los casos que se prevea la transferencia de carga sin corte.

Los elementos de protección y sus conexiones al conmutador serán precintables o se garantizará mediante método alternativo que no se pueden modificar los parámetros de conmutación iniciales y la empresa distribuidora de energía eléctrica, deberá poder acceder de forma permanente a dicho elemento, en los casos en que se prevea la transferencia de carga sin corte. El dispositivo de maniobra del conmutador será accesible al Autogenerador.

##### 4.3 Instalaciones generadoras interconectadas

La potencia máxima de las centrales interconectadas a una Red de Distribución Pública, estará condicionada por las características de ésta: tensión de servicio, potencia de cortocircuito, capacidad de transporte de línea, potencia consumida en la red de baja tensión, etc.

###### 4.3.1 Potencias máximas de las centrales interconectadas en baja tensión.

Con carácter general la interconexión de centrales generadoras a las redes de baja tensión de 3x400/230 V será admisible cuando la suma de las potencias nominales de los generadores no exceda de 100 kVA, ni de la mitad de la capacidad de la salida del centro de transformación correspondiente a la línea de la Red de Distribución Pública a la que se conecte la central.

En redes trifásicas a 3x220/127 V, se podrán conectar centrales de potencia total no superior a 60 kVA ni de la mitad de la capacidad de la salida del centro de transformación correspondiente a la línea de la Red de Distribución Pública a la que se conecte la central. En estos casos toda la instalación deberá estar preparada para un funcionamiento futuro a 3x400/230 V.

En los generadores eólicos, para evitar fluctuaciones en la red, la potencia de los generadores no será superior al 5% de la potencia de cortocircuito en el punto de conexión a la Red de Distribución Pública.

###### 4.3.2 Condiciones específicas para el arranque y acoplamiento de la instalación generadora a la Red de Distribución Pública.

###### 4.3.2.1 Generadores asíncronos.

La caída de tensión que puede producirse en la conexión de los generadores no será superior al 3 % de la tensión asignada de la red.

En el caso de generadores eólicos la frecuencia de las conexiones será como máximo de 3 por minuto, siendo el límite de la caída de tensión del 2 % de la tensión asignada durante 1 segundo.

Para limitar la intensidad en el momento de la conexión y las caídas de tensión, a los valores anteriormente indicados, se emplearán dispositivos adecuados.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 5 de 5

La conexión de un generador asíncrono a la red no se realizará hasta que, accionados por la turbina o el motor, éste haya adquirido una velocidad entre el 90 y el 100% de la velocidad de sincronismo.

#### 4.3.2.2 Generadores síncronos.

La utilización de generadores síncronos en instalaciones que deben interconectarse a Redes de Distribución Pública, deberá ser acordada con la empresa distribuidora de energía eléctrica, atendiendo a la necesidad de funcionamiento independiente de la red y a las condiciones de explotación de ésta.

La central deberá poseer un equipo de sincronización, automático o manual.

Podrá prescindirse de este equipo si la conexión pudiera efectuarse como generador asíncrono. En este caso las características del arranque deberán cumplir lo indicado para este tipo de generadores.

La conexión de la central a la red de distribución pública deberá efectuarse cuando en la operación de sincronización las diferencias entre las magnitudes eléctricas del generador y la red no sean superiores a las siguientes:

- Diferencia de tensiones  $\pm 8 \%$
- Diferencia de frecuencia  $\pm 0,1\text{Hz}$
- Diferencia de fase  $\pm 10^\circ$

Los puntos donde no exista equipo de sincronismo y sea posible la puesta en paralelo, entre la generación y la Red de Distribución Pública, dispondrán de un enclavamiento que impida la puesta en paralelo.

#### 4.3.3 Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión.

En el origen de la instalación interior y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán un conjunto de protecciones. Éstas deben garantizar que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas y en caso de defecto de éstas, debe desconectar el interruptor de la interconexión que no podrá reponerse hasta que exista tensión estable en la Red de Distribución Pública.

Las protecciones y el conexionado del interruptor serán precintables y el dispositivo de maniobra será accesible al Autogenerador.

El interruptor de acoplamiento llevará un contacto auxiliar que permita desconectar el neutro de la red de distribución pública y conectar a tierra el neutro de la generación cuando ésta deba trabajar independiente de aquella.

Cuando se prevea la entrega de energía de la instalación generadora a la Red de Distribución Pública, se dispondrá, al final de la instalación de enlace, un equipo de medida que registre la energía suministrada por el Autogenerador. Este equipo de

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 6 de 6

medida podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la Red de Distribución Pública, siempre que los registros de la energía en ambos sentidos se contabilicen de forma independiente.

Los elementos a disponer en el equipo de medida serán los que correspondan al tipo de discriminación horaria que se establezca.

En las instalaciones generadoras con generadores asíncronos se dispondrá siempre un contador que registre la energía reactiva absorbida por éste.

Cuando deba verificarse el cumplimiento de programas de entrega de energía tendrán que disponerse los elementos de medida o registro necesarios.

#### 4.3.4 Control de la energía reactiva.

En las instalaciones con generadores asíncronos, el factor de potencia de la instalación no será inferior a 0,86 a la potencia nominal y para ello, cuando sea necesario, se instalarán las baterías de condensadores precisas.

Las instalaciones anteriores dispondrán de dispositivos de protección adecuados que aseguren la desconexión en un tiempo inferior a 1 segundo cuando se produzca una interrupción en la Red de Distribución Pública.

La empresa distribuidora de energía eléctrica podrá eximir de la compensación del factor de potencia en el caso de que pueda suministrar la energía reactiva.

Los generadores síncronos deberán tener una capacidad de generación de energía reactiva suficiente para mantener el factor de potencia entre 0,8 y 1 en adelanto o retraso. Con objeto de mantener estable la energía reactiva suministrada se instalará un control de la excitación que permita regular la misma.

## 5. CABLES DE CONEXION

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

## 6. FORMA DE LA ONDA

La tensión generada será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:

Armónicos de orden par:	4/n
Armónicos de orden 3:	5
Armónicos de orden impar ( $\geq 5$ )	25/n

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 7 de 7

La tasa de armónicos es la relación, en % , entre el valor eficaz del armónico de orden n y el valor eficaz del fundamental.

## 7. PROTECCIONES

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones específicas que el fabricante aconseje para reducir los daños como consecuencia de defectos internos o externos a ellos.

Los circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

En las instalaciones de generación que puedan estar interconectadas con la Red de Distribución Pública, se dispondrá un conjunto de protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Éstas corresponderán a un modelo homologado y deberán estar debidamente verificadas y precintadas por un Laboratorio reconocido.

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos.

## 8. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

### 8.1 Generalidades

Las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN	ITC-BT-40
		Página 8 de 8

### 8.2 Características de la puesta a tierra según el funcionamiento de la instalación generadora respecto a la Red de Distribución Pública.

#### 8.2.1 Instalaciones generadoras aisladas conectadas a instalaciones receptoras que son alimentadas de forma exclusiva por dichos grupos.

La red de tierras de la instalación conectada a la generación será independiente de cualquier otra red de tierras. Se considerará que las redes de tierra son independientes cuando el paso de la corriente máxima de defecto por una de ellas, no provoca en la otra diferencias de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50 V.

En las instalaciones de este tipo se realizará la puesta a tierra del neutro del generador y de las masas de la instalación conforme a uno de los sistemas recogidos en la **ITC-BT 08**.

Cuando el generador no tenga el neutro accesible, se podrá poner a tierra el sistema mediante un transformador trifásico en estrella, utilizable para otras funciones auxiliares.

En el caso de que trabajen varios generadores en paralelo, se deberá conectar a tierra, en un solo punto, la unión de los neutros de los generadores.

#### 8.2.2 Instalaciones generadoras asistidas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma independiente, por dichos grupos o por la red de distribución pública.

Cuando la Red de Distribución Pública tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución Pública.

En caso de imposibilidad técnica de realizar un tierra independiente para el neutro del generador, y previa autorización específica del Organismo Competente de la Comunidad Autónoma, se podrá utilizar la misma tierra para el neutro y las masas.

Para alimentar la instalación desde la generación propia en los casos en que se prevea transferencia de carga sin corte, se dispondrá, en el conmutador de interconexión, un polo auxiliar que cuando pase a alimentar la instalación desde la generación propia conecte a tierra el neutro de la generación.

#### 8.2.3 Instalaciones generadoras interconectadas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma simultánea o independiente, por dichos grupos o por la Red de Distribución Pública.

Cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSION	ITC-BT-40
		Página 9 de 9

Cuando la instalación receptora no esté acoplada a la Red de Distribución Pública y se alimente de forma exclusiva desde la instalación generadora, existirá en el interruptor automático de interconexión, un polo auxiliar que desconectará el neutro de la Red de Distribución Pública y conectará a tierra el neutro de la generación.

Para la protección de las instalaciones generadoras se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la Red de Distribución Pública, que desconectará la instalación si se sobrepasa el 50% de la intensidad nominal.

### 8.3 Generadores eólicos

La puesta a tierra de protección de la torre y del equipo en ella montado contra descargas atmosféricas será independiente del resto de las tierras de la instalación.

## 9. PUESTA EN MARCHA.

Para la puesta en marcha de las instalaciones generadoras asistidas o interconectadas, además de los trámites y gestiones que corresponda realizar, de acuerdo con la legislación vigente ante los Organismos Competentes se deberá presentar el oportuno proyecto a la empresa distribuidora de energía eléctrica de aquellas partes que afecten a las condiciones de acoplamiento y seguridad del suministro eléctrico. Esta podrá verificar, antes de realizar la puesta en servicio, que las instalaciones de interconexión y demás elementos que afecten a la regularidad del suministro están realizadas de acuerdo con los reglamentos en vigor. En caso de desacuerdo se comunicará a los órganos competentes de la Administración, para su resolución.

Este trámite ante la empresa distribuidora de energía eléctrica, no será preciso en las instalaciones generadoras aisladas.

## 10. OTRAS DISPOSICIONES

Todas las actuaciones relacionadas con la fijación del punto de conexión, el proyecto, la puesta en marcha y explotación de las instalaciones generadoras seguirán los criterios que establece la legislación en vigor.

La empresa distribuidora de energía eléctrica podrá, cuando detecte riesgo inmediato para las personas, animales y bienes, desconectar las instalaciones generadoras interconectadas, comunicándolo posteriormente, al Organismo competente de la Administración.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN CARAVANAS Y PARQUES DE CARAVANAS	ITC-BT-41
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN CARAVANAS Y PARQUES DE CARAVANAS	ITC-BT-41
		Página 2 de 2

**0. ÍNDICE**

**0. ÍNDICE..... 1**

**1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN..... 2**

**2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN ..... 2**

**1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de las caravanas y los parques de caravanas.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

**2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN**

Las prescripciones particulares para este tipo de establecimientos o instalaciones son las establecidas en la norma UNE 20.460 -7-708.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN PUERTOS Y MARINAS PARA BARCOS DE RECREO	ITC-BT-42
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN PUERTOS Y MARINAS PARA BARCOS DE RECREO	ITC-BT-42
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	2
3. PROTECCIONES DE SEGURIDAD.....	2
3.1 Protección por Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS).....	2
3.2 Protección por corte automático de la alimentación.....	2
3.3 Aplicación de las medidas de protección contra los choques eléctricos.....	3
3.3.1 Protección por obstáculos.....	3
3.3.2 Protección contra contactos indirectos.....	3
4. SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	3
4.1 Generalidades.....	3
4.2 Canalizaciones.....	3
4.3 Aparamenta.....	3
4.3.1 Cuadros de distribución.....	3
4.3.2 Bases de toma de corriente.....	4
4.3.3 Conexión a los barcos de recreo.....	4

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones de la presente instrucción se aplicarán a las instalaciones eléctricas de puertos y marinas, para la alimentación de los barcos de recreo.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se excluyen de este campo de aplicación aquellas embarcaciones afectadas por la Directiva 94/25/CEE.

A los efectos de la presente instrucción se entiende como barco de recreo toda unidad flotante utilizada exclusivamente para los deportes y el ocio, tales como barcos, yates, casas flotantes, etc. Así mismo se entiende como puerto marino, todo aquel malecón escollera o pontón flotante apropiado para el fondeo o amarre de barcos de recreo.

## 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las instalaciones eléctricas de puertos y barcos de recreo deben estar dispuestas y los materiales seleccionados, de manera que ninguna persona pueda estar expuesta a peligros y que no exista riesgo de incendio ni explosión.

Con carácter general, la tensión asignada de las instalaciones que alimentan a los barcos de recreo no debe ser superior a 230 V en corriente alterna monofásica. Excepcionalmente se podrán alimentar con corriente alterna trifásica a 400 V aquellos barcos o yates de gran consumo eléctrico.

## 3. PROTECCIONES DE SEGURIDAD

Las protecciones contra contactos directos e indirectos serán conformes a lo establecido en la ITC-BT-24, con las siguientes consideraciones:

### 3.1 Protección por Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS)

Cuando se utilice Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS), la protección contra los contactos directos debe estar asegurada, cualquiera que sea la tensión asignada, por un aislamiento que pueda soportar un ensayo dieléctrico de 500 V durante un minuto.

### 3.2 Protección por corte automático de la alimentación

Cualquiera que sea el esquema utilizado, la protección debe estar asegurada por un dispositivo de corte diferencial-residual. En el caso de un esquema TN, se utilizará sólo la variante TN-S.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN PUERTOS Y MARINAS PARA BARCOS DE RECREO	ITC-BT-42
		Página 3 de 3

### 3.3 Aplicación de las medidas de protección contra los choques eléctricos

#### 3.3.1 Protección por obstáculos.

No se admiten las medidas de protección por obstáculos ni por puesta fuera del alcance.

#### 3.3.2 Protección contra contactos indirectos.

Contra los contactos indirectos en locales no conductores no son admitidas las conexiones equipotenciales no unidas a tierra.

## 4. SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

### 4.1 Generalidades

Los equipos eléctricos deberán poseer al menos, el grado de protección IPX6, según UNE 20.324, salvo si están encerrados en un armario que tenga este grado de protección y no pueda abrirse sin el empleo de herramientas o útiles específicos.

### 4.2 Canalizaciones

En los puertos y marinas deben utilizarse alguna de las canalizaciones siguientes:

- a) Cables con conductores de cobre con aislamiento y cubierta dentro de:
  - Conductos flexibles no metálicos
  - Conductos no metálicos rígidos de resistencia elevada
  - Conductos galvanizados de resistencia media o elevada
- b) Cables con aislamiento mineral y cubierta de protección en PVC.
- c) Cables con armadura y cubierta de material termoplástico o elastómero
- d) Otros cables y materiales, con protecciones mecánicas superiores a los citados.

No se utilizará ningún tipo de línea aérea para la alimentación de las instalaciones flotantes o escolleras.

En canalizaciones que se prevea que puedan estar en contacto con el agua, los cables a utilizar serán conformes a la norma UNE 21.166 o UNE 21.027-16, según la tensión asignada del cable.

### 4.3 Aparamenta

#### 4.3.1 Cuadros de distribución

Los cuadros de distribución de los puertos y marinas estarán situados lo más cerca posible de los amarres a alimentar.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN PUERTOS Y MARINAS PARA BARCOS DE RECREO	ITC-BT-42
		Página 4 de 4

Los cuadros de distribución y las bases de toma de corriente asociadas colocadas sobre las instalaciones flotantes o escolleras (pantalanes) estarán fijados a 1 metro por encima de las aceras o pasarelas. Esta distancia puede ser reducida a 0,3 m si se toman medidas complementarias de protección.

Los cuadros de distribución deberán incorporar, para cada punto de amarre, una base de toma de corriente.

#### 4.3.2 Bases de toma de corriente

Salvo para los casos excepcionales referidos en el apartado 2, las bases de toma de corriente deberán ser de uno de los tipos establecidos en la norma UNE-EN 60309, con las características siguientes:

- Tensión asignada: 230 V
- Intensidad asignada: 16 A
- Número de polos: 2 y toma tierra
- Grado de protección: IP X6

Cada base de toma de corriente debe estar protegida con un dispositivo individual contra sobrecorrientes mayores o igual a 16 A.

Las bases de toma de corriente deberán estar protegidas por un dispositivo de corriente diferencial-residual no mayor a 30 mA. Un mismo dispositivo no debe proteger más de una base de toma de corriente.

Las tomas de corriente dispuestas sobre la misma escollera o pantalán deberán estar realizadas sobre la misma fase, a menos que estén alimentadas por medio de transformadores de separación.

#### 4.3.3 Conexión a los barcos de recreo

El dispositivo de conexión a los barcos de recreo estará compuesto por:

- Una clavija con contacto unido al conductor de protección y de acuerdo con las características indicadas en el apartado 4.3.2.
- Un cable flexible tipo H07RN-F, unido de manera estable al barco de recreo mediante un conector, de acuerdo con las características indicadas en el apartado 4.3.2.

La longitud de los cables no debe ser superior a 25 m. El cable no debe tener ninguna conexión intermedia o empalme en toda su longitud.

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. GENERALIDADES.....	2
2.1 Condiciones generales de instalación.....	2
2.2 Clasificación de los receptores.....	2
2.3 Condiciones de utilización.....	3
2.4 Tensiones de alimentación.....	3
2.5 Conexión de receptores.....	3
2.6 Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida.....	4
2.7 Compensación del factor de potencia.....	5

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente instrucción establece los requisitos generales de instalación de receptores dependiendo de su clasificación y utilización que estén destinados a ser alimentados por una red de suministro exterior con tensiones que no excedan de 440 V en valor eficaz entre fases (254 V en valor eficaz entre fase y tierra).

De acuerdo al Artículo 6 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**, los requisitos de todas las instrucciones relativas a receptores no sustituyen ni eximen el cumplimiento de lo establecido en la **Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE)** y en la **Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE)** para dichos receptores y sus elementos constitutivos, aun cuando los receptores no se suministren totalmente montados y el montaje final se realice durante la instalación, como por ejemplo algunos tipos de luminarias o equipos eléctricos de maquinas industriales, etc.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1 Condiciones generales de instalación

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y las condiciones de ventilación, necesarias para que en funcionamiento no pueda producirse ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los circuitos que formen parte de los receptores, salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobretensiones, siendo de aplicación, para ello, lo dispuesto en la Instrucción **ITC-BT-22**. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

### 2.2 Clasificación de los receptores

La clasificación de los receptores en lo relativo a la protección contra los choques eléctricos es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación de los receptores

	Clase 0	Clase I	Clase II	Clase III
Características principales de los aparatos	Sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos medios de conexión a tierra	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos para ser alimentados con baja tensión de seguridad (MBTS)
Precauciones de seguridad	Entorno aislado de tierra	Conexión a la toma de tierra de protección	No es necesaria ninguna protección	Conexión a muy baja tensión de seguridad

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIÓN DE RECEPTORES</b>	ITC-BT-43
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 3 de 3

Esta clasificación no implica que los receptores puedan ser de cualquiera de los tipos descritos anteriormente. Las condiciones de seguridad del receptor tanto en su uso como en su instalación, de conformidad a lo requerido en la Directiva de Baja Tensión, pueden imponer restricciones al uso de receptores de alguno de los tipos anteriores.

El empleo de aparatos previstos para ser alimentados a muy baja tensión de seguridad (según [ITC-BT-36](#)), pero que incorporan circuitos que funcionan a una tensión superior a esta, no se considerarán de clase III a menos que las disposiciones constructivas aseguren entre los circuitos a distintas tensiones, un aislamiento equivalente al correspondiente a un transformador de seguridad según [UNE-EN 60.742](#) o [UNE-EN 61558-2-4](#)

### 2.3 Condiciones de utilización

Las condiciones de utilización de los receptores dependerán de su clase y de las características de los locales donde sean instalados. A este respecto se tendrá en cuenta lo dispuesto en la [ITC-BT-24](#). Los receptores de la Clase II y los de la Clase III se podrán utilizar sin tomar medida de protección adicional contra los contactos indirectos.

### 2.4 Tensiones de alimentación

Los receptores no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión asignada sea diferente a la indicada en el mismo. Sobre éstos podrá señalarse una única tensión asignada o una gama de tensiones que señale con sus límites inferior o superior las tensiones para su funcionamiento asignadas por el fabricante del aparato.

Los receptores de tensión asignada única, podrán funcionar en relación con ésta, dentro de los límites de variación de tensión admitidos por el [Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica](#).

Los receptores podrán estar previstos para el cambio de su tensión asignada de alimentación, y cuando este cambio se realice por medio de dispositivos conmutadores, estarán dispuestos de manera que no pueda producirse una modificación accidental de los mismos.

### 2.5 Conexión de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la [ITC-BT-19](#).

Se admitirá, cuando las prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un cable apto para usos móviles, que podrá incorporar una clavija de toma de

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIÓN DE RECEPTORES</b>	ITC-BT-43
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 4 de 4

corriente. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectúa por intermedio de un cable movable, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los cables en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los cables o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán una longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos a ésta después de que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su cable de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, los aislamientos y cubierta del cable no serán de material termoplástico.

La conexión de los cables aptos para usos móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Clavija y Toma de corriente
- Cajas de conexión
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

La conexión de cables aptos para usos móviles a los aparatos destinados a usos domésticos o análogos se realizará utilizando:

- Cable flexible, con cubierta de protección, fijado permanentemente al aparato.
- Cable flexible, con cubierta de protección, fijado al aparato por medio de un conector, de manera que las partes activas del mismo no sean accesibles cuando estén bajo tensión.

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V. Sus secciones no serán inferiores a 0,5 mm<sup>2</sup>. Las características del cable a emplear serán coherentes con su utilización prevista.

Las clavijas utilizadas para la conexión de los receptores a las base de toma de corriente de la instalación de alimentación serán de los tipos indicados en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b, de la norma [UNE 20315](#) o clavija conforme a la norma [UNE EN 50075](#). Adicionalmente, los receptores no destinados a uso en viviendas podrán incorporar clavijas conforme a la serie de normas [UNE EN 60309](#).

### 2.6 Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida

No se podrán instalar sin consentimiento expreso de la Empresa que suministra la energía, aparatos receptores que produzcan desequilibrios importantes en las distribuciones polifásicas.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES  PRESCRIPCIONES GENERALES	ITC-BT-43
		Página 5 de 5

En los motores que accionan máquinas de par resistente muy variable y en otros receptores como hornos, aparatos de soldadura y similares, que puedan producir fuertes oscilaciones por la potencia por ellos absorbida, se tomarán medidas oportunas para que la misma no pueda ser mayor del 200 % de la potencia asignada del receptor.

Cuando se compruebe que tales receptores no cumplen la condición indicada, o que producen perturbaciones en la red de distribución de energía de la Empresa distribuidora, ésta podrá, previa autorización del Organismo competente, negar el suministro a tales receptores y solicitar que se instalen los sistemas de corrección apropiados.

## 2.7 Compensación del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse de una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen simultáneamente y se conecten por medio de un sólo interruptor. En este caso el interruptor debe cortar la alimentación simultáneamente al receptor o grupo de receptores y al condensador.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor de un  $\pm 10$  % del valor medio obtenido durante un prolongado período de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de éstos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, los condensadores irán provistos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

Los condensadores utilizados para la mejora del factor de potencia en los motores asíncronos, se instalarán de forma que, al cortar la alimentación de energía eléctrica al motor, queden simultáneamente desconectados los indicados condensadores.

Las características de los condensadores y su instalación deberán ser conformes a lo establecido en la norma [UNE-EN 60831-1](#) y [UNE-EN 60831-2](#).

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES RECEPTORES PARA ALUMBRADO	ITC-BT-44
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES RECEPTORES PARA ALUMBRADO	ITC-BT-44
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. CONDICIONES PARTICULARES PARA LOS RECEPTORES PARA ALUMBRADO Y SUS COMPONENTES.....	2
2.1 Luminarias .....	2
2.1.1 Suspensiones y dispositivos de regulación.....	2
2.1.2 Cableado interno.....	2
2.1.3 Cableado externo.....	2
2.1.4 Puesta a tierra.....	2
2.2 Lámparas .....	3
2.3 Portalámparas .....	3
3. CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS RECEPTORES PARA ALUMBRADO.....	3
3.1 Condiciones generales.....	3
3.2 Condiciones específicas .....	4
4. UTILIZACIÓN DE MUY BAJAS TENSIONES PARA ALUMBRADO .....	4
5. RÓTULOS LUMINOSOS.....	5

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica a las instalaciones de receptores para alumbrado (luminarias). Se entiende como receptor para alumbrado, el equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios interiores o exteriores.

En esta instrucción no se incluyen prescripciones relativas al alumbrado exterior recogido en la **ITC-BT-09** ni al alumbrado de emergencia en locales de pública concurrencia recogido en la **ITC-BT-28**.

## 2. CONDICIONES PARTICULARES PARA LOS RECEPTORES PARA ALUMBRADO Y SUS COMPONENTES

### 2.1 Luminarias

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie **UNE-EN 60598**.

#### 2.1.1 Suspensiones y dispositivos de regulación

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria esta suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm<sup>2</sup>.

#### 2.1.2 Cableado interno

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V.

Además los cables serán de características adecuadas a la utilización prevista, siendo capaces de soportar la temperatura a la que puedan estar sometidas.

#### 2.1.3 Cableado externo

Cuando la luminaria tiene la conexión a la red en su interior, es necesario que el cableado externo que penetra en ella tenga el adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

#### 2.1.4 Puesta a tierra

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Se entiende como

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIÓN DE RECEPTORES</b>	ITC-BT-44
	RECEPTORES PARA ALUMBRADO	Página 3 de 3

accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la [ITC-BT-24](#).

## 2.2 Lámparas

Queda prohibido el uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (como por ejemplo neón) en el interior de las viviendas.

En el interior de locales comerciales y en el interior de edificios, se permitirá su instalación cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras, tal como se define en la [ITC-BT-24](#).

## 2.3 Portalámparas

Deberán ser de alguno de los tipos, formas y dimensiones especificados en la norma [UNE-EN 60.061](#) -2.

Cuando en la misma instalación existan lámparas que han de ser alimentadas a distintas tensiones, se recomienda que los portalámparas respectivos sean diferentes entre sí, según el circuito al que deban ser conectados.

Cuando se empleen portalámparas con contacto central, debe conectarse a éste el conductor de fase o polar, y el neutro al contacto correspondiente a la parte exterior.

## 3. CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS RECEPTORES PARA ALUMBRADO

### 3.1 Condiciones generales

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la [ITC-BT-24](#).

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIÓN DE RECEPTORES</b>	ITC-BT-44
	RECEPTORES PARA ALUMBRADO	Página 4 de 4

conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

### 3.2 Condiciones específicas

Para instalaciones que alimenten tubos luminosos de descarga con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 kV y 10 kV, se aplicará lo dispuesto en la [UNE-EN 50.107](#). No obstante, se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualquiera que sean las tensiones de funcionamiento de éstas, siempre que constituyan un conjunto o unidad con los transformadores de alimentación y demás elementos, no presenten al exterior más que conductores de conexión en baja tensión y dispongan de barreras o envolventes con sistemas de enclavamiento adecuados, que impidan alcanzar partes interiores del conjunto sin que sea cortada automáticamente la tensión de alimentación al mismo.

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la instrucción [ITC-BT-24](#).

La instalación irá provista de un interruptor de corte omnipolar, situado en la parte de baja tensión. Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortacircuito en la parte de instalación comprendida entre las lámparas y su dispositivo de alimentación.

Todos los condensadores que formen parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga para corregir el factor de potencia de los balastos, deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión en bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 s desde la desconexión del receptor.

## 4. UTILIZACIÓN DE MUY BAJAS TENSIONES PARA ALUMBRADO

En las caldererías, grandes depósitos metálicos, cascos navales, etc. y, en general, en lugares análogos, los aparatos de iluminación portátiles serán alimentados con una tensión de seguridad no superior a 24 V, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIÓN DE RECEPTORES</b>  RECEPTORES PARA ALUMBRADO	ITC-BT-44
		Página 5 de 5

## 5. RÓTULOS LUMINOSOS

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES APARATOS DE CALDEO	ITC-BT-45
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES APARATOS DE CALDEO	ITC-BT-45
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. APARATOS PARA USOS DOMÉSTICO Y COMERCIAL.....	2
2.1 Aparatos para el calentamiento de líquidos.....	2
2.2 Aparatos para el calentamiento de locales.....	2
2.3 Cocinas, hornos, hornillos y encimeras.....	2
3. APARATOS PARA USOS INDUSTRIALES.....	2
3.1 Aparatos de calentamiento de líquidos.....	3
3.1.1 Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico.....	3
3.1.2 Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en el agua	4
3.2 Aparatos de cocción y hornos industriales.....	4
3.3 Aparatos para soldadura eléctrica por arco.....	4

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de los aparatos eléctricos de caldeo, entendiéndose como tales aquellos que transforman la energía eléctrica en calor.

Los aparatos de caldeo objeto de esta instrucción cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

## 2. APARATOS PARA USOS DOMÉSTICO Y COMERCIAL

### 2.1 Aparatos para el calentamiento de líquidos

Queda prohibido el empleo para usos domésticos de aparatos provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en agua, así como aquellos en los que ésta forme parte del circuito eléctrico.

### 2.2 Aparatos para el calentamiento de locales

No deberán instalarse en nichos o cajas construidas o revestidas de materiales combustibles.

Deberán instalarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante en lo relativo a la distancia mínima a las paredes, suelos u otras superficies u objetos combustibles. En ausencia de tales instrucciones deberán instalarse manteniendo una distancia mínima de 8 cm a las partes anteriores, salvo en el caso de aparatos de calefacción con elementos calefactores luminosos colocados detrás de aberturas o rejillas, en los cuales la distancia entre dichas aberturas y elementos combustibles será como mínimo de 50 cm.

### 2.3 Cocinas, hornos, hornillos y encimeras

Estos aparatos estarán conectados a su fuente de alimentación por medio de interruptores de corte omnipolar, tomas de corriente u otro dispositivo de igual característica destinados únicamente a los mismos.

Los aparatos de cocción y hornos que incorporen elementos incandescentes no cerrados no se instalarán en locales que presenten riesgo de explosión.

## 3. APARATOS PARA USOS INDUSTRIALES

Los aparatos de caldeo industrial destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables estarán provistos de un limitador de temperatura que



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES APARATOS DE CALDEO	ITC-BT-45
		Página 3 de 3

interrumpa o reduzca el caldeo antes de que se alcance una temperatura peligrosa incluso en condiciones de avería o mal uso.

### 3.1 Aparatos de calentamiento de líquidos

Los aparatos de calentamiento o recalentamiento de líquidos combustibles o inflamables, deberán estar dotados de un limitador de temperaturas que interrumpa o reduzca el calentamiento antes de que se pueda alcanzar una temperatura peligrosa incluso en condiciones de avería o mal uso.

#### 3.1.1 Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico

Los calentadores de agua, en los que ésta forma parte del circuito eléctrico, no serán utilizados en instalaciones para uso doméstico ni cuando hayan de ser utilizados por personal no especializado.

Para la instalación de estos aparatos, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Estos aparatos se alimentarán solamente con corriente alterna a frecuencia igual o superior a 50 hertzios.
- La alimentación estará controlada por medio de un interruptor automático construido e instalado de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Será de corte omnipolar simultáneo
- Estará provisto de dispositivos de protección contra sobrecargas en cada conductor que conecte con un electrodo.
- Estará colocado de manera que pueda ser accionado fácilmente desde el mismo emplazamiento donde se instale, bien directamente o bien por medio de un dispositivo de mando a distancia. En este caso se instalarán lámparas de señalización que indiquen la posición de abierto o cerrado del interruptor.

- La cuba o caldera metálica se pondrá a tierra y, a la vez, se conectará a la cubierta y armadura metálica, si existen, del cable de alimentación. La sección del conductor de puesta a tierra de la cuba, no será inferior a la del conductor de mayor sección de la alimentación, con un mínimo de 4 milímetros cuadrados.

- Según el tipo de aparato se satisfarán, además, los requisitos siguientes:

- Si los electrodos están conectados directamente a una instalación trifásica a más de 440 voltios, debe instalarse un interruptor diferencial que desconecte la alimentación a los electrodos cuando se produzca una corriente de fuga a tierra superior al 10 por 100 de la intensidad nominal de la caldera en condiciones normales de funcionamiento. Podrá admitirse hasta un 15 por 100 en dicho valor si en algún caso fuera necesario para asegurar la estabilidad del funcionamiento de la misma. El dispositivo mencionado debe actuar con retardo para evitar su funcionamiento innecesario en el caso de un desequilibrio de corta duración.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES APARATOS DE CALDEO	ITC-BT-45
		Página 4 de 4

- Si los electrodos están conectados a una alimentación con tensiones de 50 a 440 voltios, la cuba de la caldera estará conectada al neutro de la alimentación y a tierra. La capacidad nominal del conductor neutro no debe ser inferior a la del mayor conductor de alimentación.

#### 3.1.2 Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en el agua

Se admiten en instalaciones industriales siempre que no pueda existir una diferencia de potencial superior a 24 voltios entre el agua accesible o partes metálicas accesibles en contacto con ella y los elementos conductores situados en su proximidad, que no conste que estén aislados de tierra.

### 3.2 Aparatos de cocción y hornos industriales

Las partes accesibles de los hornos que pueden alcanzar una temperatura peligrosa deben estar dotadas de un dispositivo de protección o de visibles señales de atención con una inscripción.

Cuando los hornos presenten corrientes de fuga importantes, como en los hornos de resistencias, deberán ser alimentados según esquema TN-C.

Los aparatos de cocción y los hornos que incorporen elementos incandescentes no cerrados no se instalarán en locales que presenten riesgos de explosión.

### 3.3 Aparatos para soldadura eléctrica por arco

Los aparatos destinados a la soldadura eléctrica cumplirán en su instalación y utilización las siguientes prescripciones:

- Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra. Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldadura a estas masas, cuando, por su puesta a tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa. En caso contrario, el circuito de soldadura estará puesto a tierra únicamente en el lugar de trabajo.
- Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar estarán cuidadosamente aislados.
- Cuando existan en los aparatos ranuras de ventilación estarán dispuestas de forma que no se pueda alcanzar partes bajo tensión en su interior.
- Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo, al 200 % de la intensidad nominal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito estén protegidos en la instalación por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.
- Las superficies exteriores de los porta-electrodos a mano, y en todo lo posible sus mandíbulas, estarán completamente aisladas. Estos porta-electrodos estarán provistos de discos o pantallas que protejan la mano de los operarios contra el calor proporcionado por los arcos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	<b>INSTALACIÓN DE RECEPTORES</b>	ITC-BT-45
	APARATOS DE CALDEO	Página 5 de 5

f) Las personas que utilicen estos aparatos recibirán las consignas apropiadas para:

- Hacer inaccesibles las partes bajo tensión de los porta-electrodos cuando no sean utilizados
- Evitar que los porta-electrodos entren en contacto con objetos metálicos
- Unir al conductor de retorno del circuito de soldadura las piezas metálicas que se encuentren en su proximidad inmediata.

Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores, se recomienda la utilización de pequeñas tensiones. En otro caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar, no será superior a 90 voltios, valor eficaz para corriente alterna, y 150 voltios en corriente continua.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES CABLES Y FOLIOS RADIANTES EN VIVIENDAS	ITC-BT-46
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES CABLES Y FOLIOS RADIANTES EN VIVIENDAS	ITC-BT-46
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. LIMITACIONES DE EMPLEO.....	2
3. INSTALACIÓN.....	2
3.1 Circuito de alimentación.....	2
3.2 Instalación eléctrica.....	2
3.2.1 Uniones frías.....	3
3.3 Colocación de los cables calefactores.....	3
3.4 Fijación de los cables calefactores.....	4
3.5 Relación con otras instalaciones.....	4
4. PARTICULARIDADES PARA INSTALACIONES EN EL SUELO DE LOS CABLES CALEFACTORES.....	4
4.1 Colocación.....	4
5. PARTICULARIDADES PARA INSTALACIONES DE CABLES CALEFACTORES EN EL TECHO.....	5
5.1 Colocación.....	5
6. CONTROL.....	5

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica a las instalaciones de cables eléctricos y folios radiantes calefactores a tensiones nominales de 300/500 V., empotrados en los suelos forjados y techos.

La Norma **UNE 21.155 -1**, indica las clases de cables calefactores que se pueden utilizar. En cualquier caso tanto estos como los folios radiantes deberán ser conformes a los requisitos de las Directivas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**.

## 2. LIMITACIONES DE EMPLEO

Estas instalaciones no deben realizarse dentro de los volúmenes de prohibición de los cuartos de baño y las uniones frías no deberán encontrarse en el volumen de prohibición ni en el de protección.

El elemento calefactor no podrá instalarse por debajo de ninguna unión de las tuberías de distribución de agua o desagües.

## 3. INSTALACIÓN

### 3.1 Circuito de alimentación

El circuito de alimentación debe responder a las prescripciones que se establecen en el presente Reglamento, especialmente las concernientes a:

- canalizaciones y secciones mínimas de conductores
- protección contra sobretensiones, contactos indirectos y sobretensiones.

Además, los dispositivos de mando y maniobra deben ser de corte omnipolar aunque se permite que los dispositivos de control, como termostatos, no lo sean.

### 3.2 Instalación eléctrica

El circuito de calefacción se subdividirá en circuitos según los criterios de **ITC-BT-25**, en función de la simultaneidad de uso, distancia y otros criterios de seguridad etc., con un máximo de 25 A por fase y circuito. Cada circuito estará protegido por un interruptor automático de corte omnipolar.

Es obligatoria una protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA) para cada circuito de calefacción por cables calefactores o folio radiante.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES CABLES Y FOLIOS RADIANTES EN VIVIENDAS	ITC-BT-46
		Página 3 de 3

Cuando el cable calefactor tenga una armadura o cuando el termostato tenga una envoltura metálica, ambas deberán conectarse a tierra mediante un conductor de protección de sección igual al conductor de fase.

El cable de alimentación al termostato (la fase) tendrá la misma sección que el de la unión fría y se alojará en un tubo de diámetro adecuado.

Antes de cubrir el elemento calefactor, se comprobará la continuidad del circuito. Una vez cubierto el cable, y con anterioridad a la colocación del pavimento se comprobará el aislamiento eléctrico respecto a tierra que deberá ser igual o superior a 250.000 ohmios.

### 3.2.1 Uniones frías

Las conexiones de los cables calefactores o de los paneles de folio radiante con las uniones frías se deberán realizar y disponer de manera que la transmisión del calor producido por aquellos a las citadas uniones, y al cable de alimentación, permanezca dentro de límites compatibles con las temperaturas máximas admisibles en servicio continuo, fijadas en la norma **UNE 20.460** -5-523; para ello, y salvo en caso de avería, las uniones frías deberán venir realizadas de fábrica, no autorizándose su ejecución en obra.

Las secciones de las uniones frías estarán determinadas por las intensidades de corriente máximas admisibles fijadas para servicio permanente en la **ITC-BT-19**.

La canalización o tubo deberá terminar a 0,20 m como mínimo de la conexión con el cable calefactor, debiendo estar esta unión completamente embebida dentro de la masa de hormigón.

### 3.3 Colocación de los cables calefactores

En la colocación de un elemento o unidad de cable calefactor en el techo o en el suelo, se recomienda que las espiras estén dispuestas paralelamente a la pared que tenga mayores pérdidas.

De esta manera, podrá reforzarse la franja de 0,5 m a 0,6 m de panel más cercano al cerramiento exterior disminuyendo el paso entre espiras cuidando que no se supere la temperatura máxima admisible por cable.

Se recomienda, cuando sea posible, alejar el cable calefactor, particularmente los del suelo, 0,6 m de las paredes interiores donde pueda preverse la instalación de muebles.

El cable calefactor deberá estar recubierto en toda su extensión por un material que sea un conductor térmico relativamente bueno como yeso, hormigón, cal, etc., para favorecer la transmisión del calor.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES CABLES Y FOLIOS RADIANTES EN VIVIENDAS	ITC-BT-46
		Página 4 de 4

### 3.4 Fijación de los cables calefactores

El cable calefactor se fijará por medio de distanciadores no metálicos, colocados en las extremidades donde el cable cambia de dirección.

El distanciador será de material resistente a la corrosión y que no pueda producir daños al aislamiento del cable.

El radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 6 veces el diámetro exterior de los mismos, cuando estos no tengan armadura, y a 10 veces cuando tengan armadura.

### 3.5 Relación con otras instalaciones

El elemento calefactor deberá instalarse lo más lejos posible de los cables eléctricos de distribución para fuerza y alumbrado, para que estos no reciban calor. En otro caso debe calcularse la temperatura de servicio de los circuitos de fuerza y alumbrado teniendo en cuenta el calor emitido por los elementos calefactores, y adoptar la sección adecuada en función del tipo de cable y de lo indicado en la **UNE 20.460** -5-523.

## 4. PARTICULARIDADES PARA INSTALACIONES EN EL SUELO DE LOS CABLES CALEFACTORES

La temperatura de los cables calefactores no deberá ser superior, en las condiciones de utilización previstas, a los límites fijados en las normas del cable aislado de que se trate **UNE 21.155** -1.

La capacidad térmica de los materiales situados en la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a 120 kJ/m<sup>2</sup> K (29 kcal/m<sup>2</sup> °C).

### 4.1 Colocación

Los cables colocados en el suelo, estarán embebidos en el mortero u hormigón. De existir una primera capa de hormigón esta podrá ser del tipo aislante. La segunda capa de hormigón, de tipo no aislante, deberá tener un espesor mínimo de 30 mm y será en la que se empotrarán los cables calefactores.

El fraguado del hormigón no podrá acelerarse con el elemento calefactor, aunque sí su secado.

Además del material aislante que se instale sobre el forjado, deberá colocarse, en todo el perímetro del local, un zócalo aislante de espesor igual o superior a 1 cm, con una altura igual a la capa de mortero u hormigón en la que esté embebido el elemento calefactor.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES CABLES Y FOLIOS RADIANTES EN VIVIENDAS	ITC-BT-46
		Página 5 de 5

En caso de posible humedad, el material aislante deberá ir provisto de una barrera contra la humedad en su parte inferior; si existiese peligro de condensaciones también de una barrera anti-vapor.

El contorno de los cables estará situado a una distancia mínima de 0,2 m de todas las paredes exteriores del local.

## 5. PARTICULARIDADES PARA INSTALACIONES DE CABLES CALEFACTORES EN EL TECHO

Tratándose de sistemas de calefacción directa, es necesario reducir la masa de materiales de construcción calentada por el cable.

La capacidad térmica de los materiales situados entre la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a 180 kJ/m<sup>2</sup> K (43 kcal/m<sup>2</sup> °C).

### 5.1 Colocación

La altura mínima de los locales acondicionados por este sistema será de 3,5 m.

El contorno de los cables calefactores instalados en el techo tendrá una distancia mínima de 0,4 m respecto a las paredes exteriores y de 0,2 m respecto a las paredes interiores.

Los eventuales puntos de luz en el techo, incluida la luminaria si es encastrable, deberá tener a su alrededor un espacio libre de 0,1 m por lo menos.

Los elementos colocados en el techo estarán embebidos en la capa de recubrimiento que será como mínimo de 15 a 20 mm de espesor, y se aplicará en sentido paralelo a los cables. Se cuidará mucho que no se formen bolsas de aire en el recubrimiento en contacto con el cable.

## 6. CONTROL

El termostato de control de las condiciones ambientales se situará preferentemente sobre una pared interior, a 1,5 m del suelo y no deberá estar expuesto a la radiación bien sea solar, de lámparas, de electrodomésticos, etc., ni a corriente de aire procedentes de puertas, ventanas o ventiladores. El diferencial de temperatura del termostato no deberá ser superior a 1,5 K.

Si la intensidad de corriente del elemento calefactor fuera superior al poder de corte del termostato o si el circuito fuera trifásico, el termostato actuará sobre la bobina de un contactor de poder de corte suficiente situado en el cuadro de distribución aguas abajo del interruptor automático.

En locales de grandes dimensiones el proyectista justificará la colocación de más de un termostato tratando, en cualquier caso de optimizar el consumo energético.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES MOTORES	ITC-BT-47
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES MOTORES	ITC-BT-47
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN .....	2
3. CONDUCTORES DE CONEXIÓN.....	2
3.1 Un solo motor .....	2
3.2 Varios motores .....	2
3.3 Carga combinada .....	3
4. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.....	3
5. PROTECCIÓN CONTRA LA FALTA DE TENSIÓN.....	3
6. SOBREENTENSIDAD DE ARRANQUE .....	4
7. INSTALACIÓN DE REÓSTATOS Y RESISTENCIAS .....	5
8. HERRAMIENTAS PORTÁTILES .....	5

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente Instrucción es determinar los requisitos de instalación de los motores y herramientas portátiles de uso exclusivamente profesionales.

Los receptores objeto de esta Instrucción cumplirán los requisitos de las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**.

## 2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma **UNE 20.460** y las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

## 3. CONDUCTORES DE CONEXIÓN

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

### 3.1 Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.

### 3.2 Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES	ITC-BT-47
	MOTORES	Página 3 de 3

### 3.3 Carga combinada

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores, deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

### 4. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

### 5. PROTECCIÓN CONTRA LA FALTA DE TENSIÓN

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque, y puede proteger a más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- los motores a proteger estén instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kilovatios.
- los motores a proteger estén instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arranque, es obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES	ITC-BT-47
	MOTORES	Página 4 de 4

### 6. SOBREENSIDAD DE ARRANQUE

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

Cuando los motores vayan a ser alimentados por una red de distribución pública, se necesitará la conformidad de la Empresa distribuidora respecto a la utilización de los mismos, cuando se trate de:

- Motores de gran inercia.
- Motores de arranque lento en carga.
- Motores de arranque o aumentos de carga repetida o frecuente.
- Motores para frenado.
- Motores con inversión de marcha.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

Tabla 1.

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y de la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	2,0	De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De más de 5,0 kW	1,5	De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
		De más de 15,0 kW	1,5

En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como de alterna, se computará como intensidad normal a plena carga, a los efectos de las constantes señaladas en los cuadros anteriores, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.

No obstante lo expuesto, y en casos particulares, podrán las empresas prescindir de las limitaciones impuestas, cuando las corrientes de arranque no perturben el funcionamiento de sus redes de distribución.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES  MOTORES	ITC-BT-47
		Página 5 de 5

## 7. INSTALACIÓN DE REÓSTATOS Y RESISTENCIAS

Los reóstatos de arranque y regulación de velocidad y las resistencias adicionales de los motores, se colocarán de modo que estén separados de los muros cinco centímetros como mínimo.

Deben estar dispuestos de manera que no puedan causar deterioros como consecuencia de la radiación térmica o por acumulación de polvo, tanto en servicio normal como en caso de avería. Se montarán de manera que no puedan quemar las partes combustibles del edificio ni otros objetos combustibles; si esto no fuera posible los elementos combustibles llevarán un revestimiento ignífugo.

Los reóstatos y las resistencias deberán poder ser separadas de la instalación por dispositivos de corte onnipolar, que podrán ser los interruptores generales del receptor correspondiente.

## 8. HERRAMIENTAS PORTÁTILES

Las herramientas portátiles utilizadas en obras de construcción de edificios, canteras y, en general, en el exterior, deberán ser de Clase II o de Clase III. Las herramientas de Clase I pueden ser utilizadas en los emplazamientos citados, debiendo, en este caso, ser alimentadas por intermedio de un transformador de separación de circuitos.

Cuando estas herramientas se utilicen en obras o emplazamientos muy conductores, tales como en trabajos de hormigonado, en el interior de calderas o de tuberías metálicas u otros análogos, las herramientas portátiles a mano deben ser de Clase III.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES. REACTANCIAS Y RECTIFICADORES. CONDENSADORES	ITC-BT-48
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES. REACTANCIAS Y RECTIFICADORES. CONDENSADORES	ITC-BT-48
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.....	2
2.1 Transformadores y autotransformadores.....	2
2.2 Reactancias y rectificadores.....	3
2.3 Condensadores.....	3
3. PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES CONTRA SOBREENTENSIDAD.	3

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente Instrucción es determinar los requisitos de instalación de los transformadores, autotransformadores, reactancias, rectificadores y condensadores.

Los receptores objeto de esta Instrucción cumplirán los requisitos de las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**.

## 2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

La instalación de los receptores incluidos en la presente Instrucción satisfarán, según los casos, las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados.

Las conexiones de estos receptores se realizarán con los elementos de conexión adecuados a los materiales a unir, es decir, en el caso de bobinados de aluminio, con piezas de conexión bimetálicas.

Estos receptores serán instalados de forma que dispongan de ventilación suficiente para su refrigeración correcta.

### 2.1 Transformadores y autotransformadores.

Los transformadores que puedan estar al alcance de personas no especializadas, estarán contruidos o situados de manera, que sus arrollamientos y elementos bajo tensión, si ésta es superior a 50 V, sean inaccesibles.

Los transformadores en instalación fija no se montarán directamente sobre partes combustibles de un edificio, y cuando sea necesario instalarlos próximos a los mismos, se emplearán pantallas incombustibles como elemento de separación.

La separación entre los transformadores y estas pantallas será de 1 cm. cuando la potencia del transformador sea inferior o igual a 3.000 VA. Esta distancia se aumentará proporcionalmente a la potencia cuando ésta sea mayor. Los transformadores en instalación fija, cuando su potencia no exceda de 3.000 VA, provistos de un limitador de temperatura apropiado, podrán montarse directamente sobre partes combustibles.

El empleo de autotransformadores no será admitido si los dos circuitos conectados a ellos no tienen un aislamiento previsto para la tensión mayor.

En la conexión de un autotransformador a una fuente de alimentación con conductor neutro, el borne del extremo del arrollamiento común al primario y al secundario, se unirá al conductor neutro.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIÓN DE RECEPTORES TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES. REACTANCIAS Y RECTIFICADORES. CONDENSADORES	ITC-BT-48
		Página 3 de 3

## 2.2 Reactancias y rectificadores

La instalación de reactancias y rectificadores responderán a los mismos requisitos generales que los señalados para los transformadores.

En relación con los rectificadores, se tendrá en cuenta, además:

- Cuando los rectificadores no se opongan, de por sí, al paso accidental de la corriente alterna al circuito que alimentan en corriente continua o al retorno de ésta al circuito de corriente alterna, se instalarán asociados a un dispositivo adecuado que impida esta eventualidad.
- Las canalizaciones correspondientes a las corrientes de diferente naturaleza, serán distintas y estarán convenientemente señalizadas o separadas entre sí.
- Los circuitos correspondientes a la corriente continua se instalarán siguiendo las prescripciones que correspondan a su tensión asignada.

## 2.3 Condensadores

Los condensadores que no lleven alguna indicación de temperatura máxima admisible no se podrán utilizar en lugares donde la temperatura ambiente sea 50 °C o mayor.

Si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, llevarán un dispositivo automático de descarga o se colocará una inscripción que advierta este peligro. Los condensadores con dieléctrico líquido combustible cumplirán los mismos requisitos que los reostatos y reactancias.

Para la utilización de condensadores por encima de los 2.000 m. de altitud sobre el nivel del mar, deberán tomarse precauciones de acuerdo con el fabricante, según especifica la Norma **UNE-EN 60.831** -1.

Los condensadores deberán estar adecuadamente protegidos, cuando se vayan a utilizar con sobreintensidades superiores a 1,3 veces la intensidad correspondiente a la tensión asignada a frecuencia de red, excluidos los transitorios.

Los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades.

## 3. PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES CONTRA SOBREENSIDAD

Todo transformador estará protegido por un dispositivo de corte por sobreintensidad u otro sistema equivalente. Este dispositivo estará de acuerdo con las características que figuran en la placa del transformador, y con la utilización de dicho transformador.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN MUEBLES	ITC-BT-49
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN MUEBLES	ITC-BT-49
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE .....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. MUEBLES NO DESTINADOS A INSTALARSE EN CUARTOS DE BAÑO .....	2
2.1 Aspectos generales .....	2
2.2 Canalizaciones .....	2
2.3 Sección de los conductores.....	3
2.4 Protección mecánica de los cables.....	3
2.5 Conexiones .....	3
3. MUEBLES EN CUARTO DE BAÑO .....	3

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente Instrucción es determinar los requisitos de las instalaciones eléctricas en los muebles y elementos de mobiliario.

Las prescripciones de esta Instrucción son aplicables a:

- Muebles de toda clase, incluidos los muebles de despacho, mostradores, expositores, paneles fijos o móviles y análogos.
- Muebles, espejos y elementos de cuarto de baño en locales que contengan una bañera o ducha.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. A estos efectos cualquier mueble comercializado con un equipo eléctrico montado en él (por ejemplo, luminaria, interruptor, base de toma de corriente, etc.) se considerará como un receptor.

## 2. MUEBLES NO DESTINADOS A INSTALARSE EN CUARTOS DE BAÑO

Se incluyen en este apartado las mesas, camas, armarios, aparadores, muebles de televisión, muebles de cocina, paneles de despacho (incluidos los tabiques móviles y amovibles), y en general muebles no situados en cuartos de baño o locales que contengan una bañera o ducha en los cuales se colocan equipos eléctricos, tales como luminarias, bases de toma de corriente, dispositivos de mando, interruptores, etc.

### 2.1 Aspectos generales

Los equipos y accesorios eléctricos que se coloquen en los elementos de mobiliario, estarán situados teniendo en cuenta las solicitudes mecánicas y térmicas a las que puedan estar sometidos así como a los riesgos de incendio que puedan provocar. En particular las luminarias para instalaciones en superficies inflamables (madera, tela, etc.) deben estar marcadas con el símbolo F, según la norma UNE EN 60598-1.

Cuando la potencia disipada por los equipos eléctricos pueda producir temperaturas excesivas en un espacio cerrado, deberá instalarse un interruptor accionado por el cierre de la puerta de tal manera que los equipos queden fuera de servicio cuando la puerta esté cerrada (por ejemplo, las luminarias instaladas en las camas plegables).

### 2.2 Canalizaciones

Los cables se podrán colocar en tubos, canales protectoras o bien conducidos dentro de un canal realizado durante la construcción del elemento de mobiliario. La instalación de tubos y canales tiene que ser conforma a lo indicado en la ITC-BT 21.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN MUEBLES	ITC-BT-49
		Página 3 de 3

Los cables a instalar dentro de un mueble y hasta su conexión con la instalación interior del local o vivienda serán:

- cables flexibles aislados con goma (equivalente, como mínimo, al tipo H05RR-F)
- cables flexibles aislados con policloruro de vinilo (PVC) (equivalentes como mínimo, al tipo H05VV-F)

### 2.3 Sección de los conductores

La mínima sección de los conductores será de:

- 0,75 mm<sup>2</sup> de cobre para instalación de alumbrado exclusivamente y con conductores flexibles si la longitud entre la conexión en la instalación fija del local o vivienda y el aparato más alejado contenido en el mueble no es superior a 10 m y si éste no lleva ninguna base de toma de corriente.
- 1,5 mm<sup>2</sup> de cobre, flexible o rígido, en los demás casos si no hay bases de toma de corriente.
- 2,5 mm<sup>2</sup> de cobre, flexible o rígido, en cualquier caso, si hay bases de toma de corriente

### 2.4 Protección mecánica de los cables

Los cables deben estar convenientemente protegidos contra todo daño y en especial contra la tracción y torsión, para lo cual se colocarán dispositivos antitracción en los puntos de penetración de los aparatos y próximos a las conexiones.

Los cables estarán fijados a las paredes de los muebles y en los extremos de los vanos existentes.

### 2.5 Conexiones

Las conexiones deben efectuarse mediante tomas de corriente o bornes situados en cajas con grado de protección mínimo IP 3X y cuya tapa sólo pueda ser abierta con la ayuda de una llave o de un útil.

Las cajas deben estar colocadas de tal manera que estén protegidas contra todo daño mecánico.

## 3. MUEBLES EN CUARTO DE BAÑO

Para las instalaciones de muebles con equipo eléctrico en cuartos de baño o aseo o locales que contengan una bañera o ducha, se tendrán en cuenta los volúmenes y prescripciones definidas en la [ITC-BT-27](#).

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELECTRICAS EN MUEBLES	ITC-BT-49
		Página 4 de 4

Para la conexión a la instalación fija, los muebles deben llevar una caja de conexión con bornes fija, independientemente de cual sea su equipo eléctrico. Los dispositivos de conexión de los conductores exteriores de la instalación de la edificación no deberán usarse para la conexión de conductores internos. Dicha caja de conexión con bornes debe ser accesible únicamente después de retirar una tapa o cubierta con la ayuda de una herramienta. El borne de tierra, si existe, estará identificado con su símbolo normalizado correspondiente y se conectará a la instalación de tierra del edificio.

Los muebles con equipo eléctrico para instalarse en cuartos de baño o aseo deberán ser fijados.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOCALES QUE CONTIENEN RADIADORES PARA SAUNAS	ITC MIE-BT-50
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOCALES QUE CONTIENEN RADIADORES PARA SAUNAS	ITC MIE-BT-50
		Página 2 de 2

**0. ÍNDICE**

**0. ÍNDICE** ..... 1

**1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN** ..... 2

**2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN** ..... 2

**1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

El objeto de la presente Instrucción es determinar los requisitos de instalación de los equipos eléctricos en locales que contienen radiadores para saunas.

**2. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN**

Las prescripciones particulares para la instalación de los equipos eléctricos en locales que contienen radiadores para saunas son las establecidas en la norma **UNE 20.460 - 7-703**.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS	ITC-BT-51
		Página 1 de 1

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS	ITC-BT-51
		Página 2 de 2

## 0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2. TERMINOLOGÍA.....	2
3. TIPOS DE SISTEMAS.....	3
4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	3
5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN .....	4
5.1 Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión .....	4
5.2 Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función.....	5
5.3 Requisitos para sistemas que usan señales radiadas .....	5

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Instrucción establece los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, también conocidos como sistemas domóticos.

El campo de aplicación comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, como gestión de la energía, control y accionamiento de receptores de forma centralizada o remota, sistemas de emergencia y seguridad en edificios, entre otros, con excepción de aquellos sistemas independientes e instalados como tales, que puedan ser considerados en su conjunto como aparatos, por ejemplo, los sistemas automáticos de elevación de puertas, persianas, toldos, cierres comerciales, sistemas de regulación de climatización, redes privadas independientes para transmisión de datos exclusivamente y otros aparatos, que tienen requisitos específicos recogidos en las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**.

Quedan excluidas también las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios y la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones a los que se refiere el **Reglamento de Infraestructura Común de Telecomunicaciones** (I.C.T.), aprobado por el R.D. 279/1999.

Igualmente están excluidos los sistemas de seguridad reglamentados por el Ministerio del Interior y Sistemas de Protección contra Incendios, reglamentados por el Ministerio de Fomento (NBE-CPI) y el Ministerio de Industria y Energía (RIPCI).

No obstante, a las instalaciones excluidas anteriormente, cuando formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de viviendas o edificios, se les aplicarán los requisitos de la presente Instrucción además los requisitos específicos reglamentarios correspondientes.

## 2. TERMINOLOGÍA

**Sistemas de Automatización, Gestión de la Energía y Seguridad para Viviendas y Edificios:** Son aquellos sistemas centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unos entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir ordenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas animales y bienes.

Estos sistemas pueden tener la posibilidad de accesos a redes exteriores de comunicación, información o servicios, como por ejemplo, red telefónica conmutada, servicios INTERNET, etc.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS	ITC-BT-51
		Página 3 de 3

**Nodo:** Cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información comunicando, cuando proceda con otras unidades o nodos, dentro del mismo sistema.

**Actuador:** Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema, como por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.), motores (persianas, puertas, etc.), sirenas de alarma, reguladores de luz, etc.

**Dispositivo de entrada:** Sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.

Los elementos definidos anteriormente pueden ser independientes o estar combinados en una o varias unidades distribuidas.

**Sistemas centralizados:** Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.

**Sistema descentralizado:** Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

### 3. TIPOS DE SISTEMAS

Los sistemas de Automatización, Gestión de la energía y Seguridad considerados en la presente instrucción, se clasifican en los siguientes grupos:

- Sistemas que usan en todo o en parte señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de Baja Tensión, tales como sistemas de corrientes portadoras.
- Sistemas que usan en todo o en parte señales transmitidas por cables específicos para dicha función, tales como cables de pares trenzados, paralelo, coaxial, fibra óptica.
- Sistemas que usan señales radiadas, tales como ondas de infrarrojo, radiofrecuencia, ultrasonidos, o sistemas que se conectan a la red de telecomunicaciones.

Un sistema doméstico puede combinar varios de los sistemas anteriores, debiendo cumplir los requisitos aplicables en cada parte del sistema. La topología de la instalación puede ser de distintos tipos, tales como, anillo, árbol, bus o lineal, estrella o combinaciones de éstas.

### 4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE). En el caso de que estén incorporados en otros

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS	ITC-BT-51
		Página 4 de 4

aparatos se atenderán, en lo que sea aplicable, a los requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan a ser integrados.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación, como por ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros y otras informaciones relevantes para realizar la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones.

Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto o memoria técnica de diseño, según lo establecido en la ITC-BT-04.

Toda instalación nueva, modificada o ampliada de un sistema de automatización, gestión de la energía y seguridad deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente Instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante, anteriormente citadas.

En lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domésticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitidas en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema doméstico esté alimentado por muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada este realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.

Para el resto de los casos, se seguirán los requisitos de instalación aplicables a las tensiones ordinarias.

### 5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN

Además de las condiciones generales establecidas en el apartado anterior, se establecen los siguientes requisitos particulares.

#### 5.1 Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión

Los nodos que inyectan en la instalación de baja tensión señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 50.065 -1 en lo relativo a compatibilidad electromagnética. Para el resto de frecuencias se aplicará la norma armonizada en vigor y en su defecto se aplicará lo establecido en el apartado 4.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	<b>INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS</b>	ITC-BT-51
		Página 5 de 5

### **5.2 Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función**

Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes de nodos, actuadores o dispositivos de entrada establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.

Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie **EN 61.196** y **CEI 60.189 -2**.

### **5.3 Requisitos para sistemas que usan señales radiadas**

Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del "Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Ordenación de las Telecomunicaciones".



# INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN

## INSTRUCCIONES MI BT

### ÍNDICE

- 001.—TERMINOLOGÍA.
- 002.—REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Materiales.
- 003.—REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones.
- 004.—REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Intensidades admisibles en los conductores.
- 005.—REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Materiales.
- 006.—REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Ejecución de las instalaciones.
- 007.—REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Intensidades admisibles en los conductores.
- 008.—PUESTA A NEUTRO DE MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
- 009.—INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO.
- 010.—SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN. Previsión de cargas.
- 011.—INSTALACIONES DE ENLACE. Esquemas - Acometidas.
- 012.—INSTALACIONES DE ENLACE. Cajas generales de protección.
- 013.—INSTALACIONES DE ENLACE. Líneas repartidoras.
- 014.—INSTALACIONES DE ENLACE. Derivaciones individuales.
- 015.—INSTALACIONES DE ENLACE. Contadores.
- 016.—INSTALACIONES DE ENLACE. Dispositivos privados de mando y protección general.
- 017.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Prescripciones de carácter general.
- 018.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Sistemas de instalación.
- 019.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Tubos protectores.
- 020.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones.
- 021.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Protección contra contactos directos e indirectos.
- 022.—INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS. Grado de electrificación de las viviendas.
- 023.—INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS. Prescripciones generales.
- 024.—INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS. Ejecución de las instalaciones.

- 025.—INSTALACIONES EN LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA. Prescripciones particulares.
- 026.—PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES DE LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.
- 027.—INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES.
- 028.—INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES. Prescripciones particulares.
- 029.—INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES.
- 030.—INSTALACIONES A TENSIONES Especiales.
- 031.—RECEPTORES. Prescripciones generales.
- 032.—RECEPTORES PARA ALUMBRADO.
- 033.—RECEPTORES. Aparatos de caldeo.
- 034.—RECEPTORES. Motores, generadores y convertidores.
- 035.—RECEPTORES. Transformadores y autotransformadores - Reactancias y Rectificadores. Condensadores.
- 036.—RECEPTORES. Juguetes eléctricos.
- 037.—RECEPTORES. Aparatos médicos. Aparatos de Rayos X.
- 038.—RECEPTORES. Cercas eléctricas para ganado.
- 039.—PUESTAS A TIERRA.
- 040.—INSTALADORES AUTORIZADOS.
- 041.—AUTORIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.
- 042.—INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
- 043.—CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMO RESULTADO DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS.

# INSTRUCCIÓN MI BT 001

## ÍNDICE

1. AISLAMIENTO FUNCIONAL.
2. AISLAMIENTO DE PROTECCIÓN O SUPLEMENTARIO.
3. AISLAMIENTO REFORZADO.
4. ALTA SENSIBILIDAD.
5. AMOVIBLE.
6. APARATO AMOVIBLE.
7. APARATO FIJO.
8. CABLE FLEXIBLE FIJADO PERMANENTEMENTE.
9. CANALIZACIÓN.
10. CANALIZACIÓN AMOVIBLE.
11. CANALIZACIÓN FIJA.
12. CANALIZACIÓN MOVIBLE.
13. CEBADO.
14. CERCA ELÉCTRICA.
15. CIRCUITO.
16. CONDUCTORES ACTIVOS.
17. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CUBIERTA ESTANCA.
18. CONDUCTORES BLINDADOS CON AISLAMIENTO MINERAL.
19. CONDUCTOR FLEXIBLE.
20. CONDUCTOR MEDIANO.
21. CONDUCTOR RÍGIDO.
22. CONECTOR.
23. CONTACTOS DIRECTOS.
24. CONTACTOS INDIRECTOS.
25. CORRIENTE DE CONTACTO.
26. CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA.
27. CORTE OMNIPOLAR.
28. CORTE OMNIPOLAR SIMULTÁNEO.
29. CHOQUE ELÉCTRICO.
30. DEDO DE PRUEBA O SONDA PORTÁTIL DE ENSAYO.
31. DEFECTO FRANCO.
32. DEFECTO A TIERRA.
33. DOBLE AISLAMIENTO
34. ELEMENTOS CONDUCTORES.
35. FUENTE DE ENERGÍA.
36. FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA.
37. GAMA NOMINAL DE TENSIONES.

38. IMPEDANCIA.
39. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
40. INTENSIDAD DE DEFECTO.
41. LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.
42. LUMINARIA.
43. MASA.
44. MOVIBLE.
45. PARTES ACTIVAS.
46. POTENCIA NOMINAL DE UN MOTOR.
47. PUNTO MEDIANO.
48. PUNTO NEUTRO.
49. PUNTO A POTENCIAL CERO.
50. REACTANCIA.
51. RECEPTOR.
52. RED DE DISTRIBUCIÓN.
53. REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIVADAS.
54. REDES DE DISTRIBUCIÓN PÚBLICA.
55. RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL DE TIERRA.
56. RESISTENCIA DE TIERRA.
57. SUELO NO CONDUCTOR.
58. TENSIÓN DE CONTACTO.
59. TENSIÓN DE DEFECTO.
60. TENSIÓN NOMINAL.
61. TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO.
62. TENSIÓN NOMINAL DE UN CONDUCTOR.
63. TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA.
64. TENSIÓN CON RELACIÓN O RESPECTO A TIERRA.
65. TENSIÓN A TIERRA.
66. TIERRA.
67. TUBO BLINDADO.
68. TUBO NORMAL.

En la presente Instrucción se recogen los términos técnicos más generales utilizados en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en sus Instrucciones complementarias. Se han seguido, cuando ha sido posible y conveniente, las definiciones que figuran para estos términos en la Norma UNE 21302. En otros casos, se ha simplificado o ampliado estas definiciones y cuando las que figuran en la presente Instrucción coinciden literalmente con las de la citada norma UNE, se hace referencia al número que corresponde a ésta, al final de cada texto.

La terminología se complementa en general —cuando sea necesario— con la correspondiente a la citada norma UNE 21302.

### **1. AISLAMIENTO FUNCIONAL**

Aislamiento necesario para asegurar el funcionamiento normal de un aparato y la protección fundamental contra los contactos directos.

### **2. AISLAMIENTO DE PROTECCIÓN O SUPLEMENTARIO**

Aislamiento independiente del funcional, previsto para asegurar la protección contra los contactos indirectos en caso de defecto del aislamiento funcional .

### **3. AISLAMIENTO REFORZADO**

Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

### **4. ALTA SENSIBILIDAD**

Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de ésta es igual o inferior a 30 miliamperios.

### **5. AMOVIBLE**

Calificativo que se aplica a todo material instalado de manera que se pueda quitar fácilmente.

### **6. APARATO AMOVIBLE**

Puede ser:

- Aparato portátil a mano, cuya utilización, en uso normal, exige la acción constante de la misma.
- Aparato movable, cuya utilización, en uso normal, puede necesitar su desplazamiento.
- Aparato semi-fijo, sólo puede ser desplazado cuando está sin tensión.

### **7. APARATO FIJO**

Es el que está instalado en forma inamovible.

### **8. CABLE FLEXIBLE FIJADO PERMANENTEMENTE**

Cable flexible de alimentación a un aparato, unido a éste de manera que sólo se pueda desconectar de él con la ayuda de un útil.

### **9. CANALIZACIÓN**

Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos, por los elementos que los fijan y por su protección mecánica, si la hubiera.

### **10. CANALIZACIÓN AMOVIBLE**

Canalización que puede ser quitada fácilmente.

### **11. CANALIZACIÓN FIJA**

Canalización instalada en forma inamovible, que no puede ser desplazada.

### **12. CANALIZACIÓN MOVIBLE**

Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.

### **13. CEBADO**

Régimen variable durante el cual se establece el arco o la chispa (UNE 21 302 h1 ).

### **14. CERCA ELÉCTRICA**

Cerca formada por uno o varios conductores, sujetos a pequeños aisladores, montados sobre postes ligeros a una altura apropiada a los animales que se pretenden alejar y electrizados de tal forma que las personas o los animales que los toquen no reciban descargas peligrosas (UNE 21 302 h13).

### **15. CIRCUITO**

Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparataje, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobrecargas por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.

### **16. CONDUCTORES ACTIVOS**

Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

### **17. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CUBIERTA ESTANCA**

Son conductores que, aislados por cualquier materia, presentan una cubierta de protección constituida por un tubo de plomo continuo o por un revestimiento de policloruro de vinilo, de policloropreno, de polietileno o de materias equivalentes.

### **18. CONDUCTORES BLINDADOS CON AISLAMIENTO MINERAL**

Estos conductores están aislados por una materia mineral y tienen cubierta de protección constituida por cobre, aluminio o aleación de éstos. Estas cubiertas, a su vez, pueden estar protegidas por un revestimiento adecuado.

### **19. CONDUCTOR FLEXIBLE**

Es el formado por una o varias filásticas.

Están previstos para canalizaciones móviles, aunque pueden ser instalados en canalizaciones amovibles y fijas.

### **20. CONDUCTOR MEDIANO**

Ver "Punto mediano"

### **21. CONDUCTOR RÍGIDO**

Es el formado por uno o varios alambres. Están previstos para canalizaciones amovibles y fijas.

## **22. CONECTOR**

Conjunto destinado a conectar eléctricamente un cable flexible a un aparato eléctrico [UNE 21 302 h7]

Se compone de dos partes:

- Una toma móvil, que es la parte que forma cuerpo con el conductor flexible de alimentación.
- Una base, que es la parte incorporada o fijada al aparato de utilización.

## **23. CONTACTOS DIRECTOS**

Contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos.

## **24. CONTACTOS INDIRECTOS**

Contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

## **25. CORRIENTE DE CONTACTO**

Corriente que pasa a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión.

## **26. CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA**

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

## **27. CORTE OMNIPOLAR**

Corte de todos los conductores activos. Puede ser:

- Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.
- No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.

## **28. CORTE OMNIPOLAR SIMULTÁNEO**

Ver corte omnipolar.

## **29. CHOQUE ELÉCTRICO**

Efecto fisiológico debido al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.

## **30. DEDO DE PRUEBA O SONDA PORTÁTIL DE ENSAYO**

Es un dispositivo de forma similar a un dedo, incluso en sus articulaciones, internacionalmente normalizado, y que se destina a verificar si las partes activas de cualquier aparato o material son accesibles o no al utilizador del mismo. Existen varios tipos de dedos de prueba, destinados a diferentes aparatos, según su clase, tensión, etc.

## **31. DEFECTO FRANCO**

Conexión accidental, de impedancia despreciable, entre dos puntos a distintos potenciales.

## **32. DEFECTO A TIERRA**

Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra (UNE 21302 h10).

## **33. DOBLE AISLAMIENTO**

Aislamiento que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento de protección o suplementario.

#### **34. ELEMENTOS CONDUCTORES**

Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc., y que son susceptibles de propagar un potencial, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios (p. e., armaduras, paneles, carpintería metálica, etc.), canalizaciones metálicas de agua, gas, calefacción, etc., y los aparatos no eléctricos conectados a ellas, si la unión constituye una conexión eléctrica (p. e., radiadores, cocinas, fregaderos metálicos, etc.). Suelos y paredes conductores.

#### **35. FUENTE DE ENERGÍA**

Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

#### **36. FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA**

Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato recibe energía eléctrica que tiene que transmitir, repartir o utilizar.

#### **37. GAMA NOMINAL DE TENSIONES**

Ver “Tensión nominal de un aparato”.

#### **38. IMPUDENCIA**

Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales (UNE 21302 h1).

#### **39. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

#### **40. INTENSIDAD DE DEFECTO**

Valor que alcanza una corriente de defecto.

#### **41. LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN**

Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

#### **42. LUMINARIA**

Aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y proteger las lámparas y para conectarlas al circuito de alimentación (UNE 21 302 h16).

#### **43. MASA**

Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas (UNE 21 302 h1).

Las masas comprenden normalmente:

— Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales son susceptibles



de ser puestas bajo tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional, o de las disposiciones de fijación y de protección.

Por tanto, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de la Clase II, las armaduras metálicas de los cables y las conducciones metálicas de agua, gas, etc.

- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales, lleven o no estas superficies exteriores algún elemento metálico.

Por tanto, son masas: las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional, y las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos.

Por extensión, también puede ser necesario considerar como masas, todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas y que presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación (p. e., aflojamiento de una conexión, rotura de un conductor, etc.).

#### **44. MOVIBLE**

Calificativo que se aplica a todo material amovible en cuya utilización puede ser necesario su desplazamiento.

#### **45. PARTES ACTIVAS**

Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra los contactos indirectos.

#### **46. POTENCIA NOMINAL DE UN MOTOR**

Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

#### **47. PUNTO MEDIANO**

Es el punto de un sistema de corriente continua o de alterna monofásica, que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema. A veces se conoce también como punto neutro, por semejanza con los sistemas trifásicos. El conductor que tiene su origen en este punto mediano, se denomina conductor mediano, neutro o, en corriente continua, compensador.

#### **48. PUNTO NEUTRO**

Es el punto de un sistema polifásico que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

#### **49. PUNTO A POTENCIAL CERO**

Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

#### **50. REACTANCIA**

Es un dispositivo que se aplica para agregar a un circuito inductancia, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores o regulación de corriente. Reactancia limitadora es la que se usa para limitar la corriente cuando se produzca un cortocircuito.

#### **51. RECEPTOR**

Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin particular.

#### **52. RED DE DISTRIBUCIÓN**

El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía o una fuente de alimentación de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

#### **53. REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIVADAS**

Son las destinadas, por un único usuario a la distribución de energía eléctrica en Baja Tensión, a locales o emplazamientos de su propiedad o a otros especialmente autorizados por la Dirección General de la Energía.

Las redes de distribución privadas pueden tener su origen:

- En centrales de generación propia.
- En redes de distribución pública. En este caso, son aplicables, en el punto de entrega de la energía, los preceptos fijados por el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

#### **54. REDES DE DISTRIBUCIÓN PÚBLICA**

Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos, los preceptos fijados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como los del Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

Las redes de distribución pública pueden ser:

- Pertenecientes a empresas distribuidoras de energía,
- De propiedad particular o colectiva.

#### **55. RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL DE TIERRA**

Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

#### **56. RESISTENCIA DE TIERRA**

Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.

#### **57. SUELO NO CONDUCTOR**

Suelo o pared no susceptibles de propagar potenciales.

Se considerará así el suelo (o la pared) que presentan una resistencia igual a 50.000 ohmios como mínimo.

La medida del aislamiento de un suelo se efectúa recubriendo el suelo con una tela húmeda cuadrada de, aproximadamente, 270 milímetros de lado, sobre la que se dispone una placa

metálica no oxidada, cuadrada, de 250 milímetros de lado y cargada con una masa M de, aproximadamente, 75 kilogramos (peso medio de una persona).

Se mide la tensión con la ayuda de un voltímetro de gran resistencia interna ( $R_i$ ) no inferior a 3.000 ohmios, sucesivamente:

— Entre un conductor de fase y la placa metálica ( $U_2$ ).

— Entre este mismo conductor de fase y una toma de tierra eléctricamente distinta T, de resistencia despreciable con relación a  $R_i$  ( $U_1$ ).

La resistencia buscada viene dada por la fórmula:

$$R = R_i \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$$

Se efectúan en un mismo local tres medidas por lo menos, una de las cuales sobre una superficie situada a un metro de un elemento conductor, si existe, en el local considerado.

Ninguna de estas tres medidas debe ser inferior a 50.000 ohmios para poder considerar el suelo como no conductor.

Si el punto neutro de la instalación está aislado de tierra, es necesario, para realizar esta medida, poner temporalmente a tierra una de las fases no utilizada para la misma

## 58. TENSIÓN DE CONTACTO

Diferencia de potencial que durante un defecto puede resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona, que toque con aquélla una masa o elemento metálico, normalmente sin tensión.

Para determinar este valor se considerará que la persona tiene los pies juntos; a un metro de la base de la masa o elemento metálico que toca y que la resistencia del cuerpo entre mano y pie es de 2.500 ohmios.

## 59. TENSIÓN DE DEFECTO

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y tierra.

## 60. TENSIÓN NOMINAL

Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta.

## 61. TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO

— Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se le designa.

— Gama nominal de tensiones: Intervalo entre los límites de tensión previstas para alimentar el aparato.

En caso de alimentación trifásica, la tensión nominal se refiere a la tensión entre fases.

## 62. TENSIÓN NOMINAL DE UN CONDUCTOR

Tensión a la cual el conductor debe poder funcionar permanentemente en condiciones normales de servicio.

### **63. TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA**

Ver "Tensión a tierra".

### **64. TENSIÓN CON RELACIÓN O RESPECTO A TIERRA**

Se entiende como tensión con relación a tierra:

- En instalaciones trifásicas con neutro aislado o no unido directamente a tierra, a la tensión nominal de la instalación.
- En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra, a la tensión simple de la instalación.
- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, sin punto de puesta a tierra, a la tensión nominal.
- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, con punto mediano puesto a tierra, a la mitad de la tensión nominal.

Nota.—Se entiende por neutro directamente a tierra, cuando la unión a la instalación de toma de tierra, se hace sin interposición de una resistencia limitadora.

### **65. TENSIÓN A TIERRA**

Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

### **66. TIERRA**

Masa conductora de la tierra o todo conductor unido a ella por una impedancia muy pequeña (UNE 21 302 h1).

### **67. TUBO BLINDADO**

Tubo que, además de tener las características del tubo normal, es capaz de resistir, después de su colocación, fuertes presiones y golpes repetidos, ofreciendo una resistencia notable a la penetración de objetos puntiagudos.

(Grados de protección 7 ó 9. UNE 20 324.)

### **68. TUBO NORMAL**

Tubo que es capaz de soportar únicamente los esfuerzos mecánicos que se producen durante su almacenado, transporte y colocación.

(Grados de protección 3 ó 5. UNE 20 324.)

# INSTRUCCIÓN MI BT 002

## REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### ÍNDICE

1. CONDUCTORES.
2. AISLADORES.
3. SOPORTES.
4. APOYOS, TIRANTES Y TORNAPUNTAS.

#### 1. CONDUCTORES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados.

Los conductores desnudos serán resistentes a las acciones de la intemperie y su carga de rotura mínima a la tracción será de 280 kilogramos.

Los alambres y cables de acero sólo serán utilizados cuando estén protegidos por un revestimiento metálico sin solución de continuidad, resistente a las acciones de la intemperie, o cuando entren en la constitución de conductores mixtos, debiendo, igualmente en este caso, estar debidamente protegidos contra la corrosión.

Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 1.000 voltios y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que se cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la Instrucción MI BT 003.

Los conductores de cobre aislados, sometidos a tracción mecánica de tensado, y los de cobre desnudo tendrán una sección mínima de 7 milímetros cuadrados. En los conductores de cobre aislados, no sometidos a tracción mecánica de tensado, la sección mínima será de 2,5 milímetros cuadrados.

Los conductores desnudos de sección superior a 10 milímetros cuadrados, y los aislados sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

La sección correspondiente a conductores de otros materiales será la que asegure una resistencia mecánica y conductividad eléctrica no inferiores a las que corresponden a los de cobre anteriormente señalados.

#### 2. AISLADORES

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

La rigidez dieléctrica de los aisladores será tal que soporten bajo lluvia durante un minuto, una tensión a frecuencia industrial de cuatro veces la de servicio, en tensiones usuales, más 1.000 V, y de tres veces la de servicio en tensiones especiales, más 5.000 V.

El material utilizado para la fijación de los aisladores a sus soportes estará constituido por sustancias que no ataquen a ambos, ni por aquellas que se puedan deteriorar o que sufran variaciones de volumen que puedan afectar a los propios aisladores o a la seguridad de su fijación.

### **3. SOPORTES**

Los soportes a los que vayan fijados los aisladores deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y resistirán los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al apoyo en que estén instalados.

### **4. APOYOS, TIRANTES Y TORNAPUNTAS**

Los apoyos serán metálicos, de hormigón o de madera, o de cualquier otro material de características mecánicas adecuadas y se dimensionarán de acuerdo con las hipótesis de cálculo establecidas en la Instrucción Mi BT 003. Deberán presentar una resistencia elevada a las acciones de la intemperie y en el caso de no presentarla por sí mismos, deberán recibir los tratamientos protectores adecuados para tal fin.

Para los apoyos de madera se recomienda, principalmente el castaño y la acacia, entre las especies frondosas, y el pino silvestre, pino laricio, pino pinaster y abeto, entre las especies coníferas, debiendo estas últimas ser tratadas mediante un procedimiento de conservación eficaz que evite su putrefacción. El diámetro mínimo en su extremo superior será de 11 cm para las especies coníferas y de 9 cm para el castaño y acacia.

Los tirantes estarán constituidos por varillas o cables metálicos, debidamente protegidos contra la corrosión. Tendrán una carga de rotura mínima de 1.400 kg.

Los tornapuntas serán, metálicos, de hormigón, de madera o de cualquier otro material capaz de soportar los esfuerzos a que estén sometidos y estarán debidamente protegidos contra las acciones de la intemperie.

# INSTRUCCIÓN MI BT 003

## REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones

### INDICE

1. CALCULO MECÁNICO DE LAS LÍNEAS.
  - 1.1 Acciones a considerar en el cálculo.
  - 1.2 Conductores.
  - 1.3 Apoyos.
2. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DESNUDOS.
3. DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES DESNUDOS AL SUELO Y ZONA DE PROTECCIÓN EN LAS EDIFICACIONES.
4. SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DESNUDOS Y ENTRE ES. TOS Y LOS MUROS O PAREDES DE EDIFICACIONES.
5. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES AISLADOS.
6. EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES. CONDICIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DE LOS MISMOS.
7. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO.
8. IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR NEUTRO.
9. CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO.
10. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.
11. INSTALACIÓN DE APOYOS.
12. INSTALACIÓN DE TIRANTES.
13. INSTALACIÓN DE TORNAPUNTAS.
14. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES PARALELISMOS.
15. CRUZAMIENTOS.
  - 15.1 Con líneas eléctricas aéreas de A.T.
  - 15.2 Con otras líneas eléctricas aéreas de B.T.
  - 15.3 Con líneas aéreas de telecomunicación.
  - 15.4 Con carreteras y ferrocarriles sin electrificar.
  - 15.5 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.
  - 15.6 Con teleféricos y cables transportadores.
  - 15.7 Con ríos y canales navegables o flotables.
  - 15.8 Con antenas receptoras de radio y televisión.
16. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.
  - 16.1 Con líneas eléctricas aéreas de A. T.
  - 16.2 Con otras líneas de B.T. o de telecomunicación.
  - 16.3 Con calles y carreteras nacionales, provinciales y comarcales.
  - 16.4 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.
1. CALCULO MECÁNICO DE LAS LÍNEAS
  - 1.1 Acciones a considerar en el cálculo

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la línea cualquiera que sea la naturaleza de éstos, se efectuará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y en las condiciones que se fijan en los apartados siguientes:

Como cargas permanentes se consideran las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos: conductores, aisladores, soportes y apoyos.

Se considerarán las sobrecargas debidas a la presión del viento siguientes:

- Sobre conductores:  $50 \text{ kg/m}^2$
- Sobre superficies planas:  $100 \text{ kg/m}^2$
- Sobre superficies cilíndricas de apoyos:  $70 \text{ kg/m}^2$

La acción del viento sobre los conductores no se tendrá en cuenta en aquellos lugares en que por la configuración del terreno o la disposición de las edificaciones, actúe en el sentido longitudinal de la línea.

A los efectos de las sobrecargas motivadas por el hielo, se clasifica el país en tres zonas:

Zona A: La situada a menos de 500 m de altitud sobre el nivel del mar. No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

Zona B: La situada a una altitud comprendida entre 500 y 1.000 m. Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor  $180 \sqrt{d}$  gramos por metro lineal, siendo  $d$  el diámetro del conductor en mm; en el caso de cables trenzados,  $d$  será el diámetro del círculo envolvente de los mismos.

Zona C: La situada a una altitud superior a 1.000 m. Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor  $360 \sqrt{d}$  gramos por metro lineal.

## 1.2 Conductores

La tracción máxima no será superior a su carga de rotura dividida por 3 para alambres y 2,5 si se trata de cables considerándoles sometidos a la hipótesis más desfavorable de las siguientes:

### ZONA A

- a) Sometidas a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de viento a la temperatura de  $15^\circ\text{C}$ .
- b) Sometidas a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de viento dividida por 3, a la temperatura de  $0^\circ\text{C}$ .

### ZONAS B Y C

Sometidas a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, a la temperatura de  $0^\circ\text{C}$ .

La flecha máxima de los conductores se determinará en las hipótesis siguientes:

- a) Hipótesis de temperatura: sometidos a la acción de su peso propio y a

la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y las de servicio de la línea. Esta temperatura no será inferior a  $50^\circ\text{C}$ .

- b) Hipótesis de hielo: sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, a la temperatura de  $0^\circ\text{C}$ .

## 1.3 Apoyos

Para el cálculo mecánico de los apoyos se tendrán en cuenta las hipótesis indicadas en los cuadros adjuntos según el tipo de apoyo.



Función del apoyo	ZONA A		ZONAS B Y C	
	Hipótesis de viento a la temperatura de 15° C	Hipótesis de temperatura a 0° C con la tercera parte de viento	Hipótesis de viento a la temperatura de 15° C	Hipótesis de hielo según zona y temperatura de 0° C
ALINEACION	Cargas permanentes.	Cargas permanentes. Diferencia de tiros.	Cargas permanentes.	Cargas permanentes. Diferencia de tiros.
ANGULO	CARGAS PERMANENTES, RESULTANTE DE ANGULO			
ESTRELLAMIENTO	Cargas permanentes. 2/3 resultante.	Cargas permanentes resultantes.	Cargas permanentes 2/3 resultante.	Cargas permanentes resultantes.
FIN DE LINEA	CARGAS PERMANENTES, TIRO DE CONDUCTORES			

En las líneas en las que los vanos sean cortos y los apoyos, aisladores y herrajes muy simple, las cargas permanentes tienen muy poca influencia, por lo que en general se puede prescindir de las mismas en el cálculo.

El coeficiente de seguridad será distinto en función de la naturaleza de los apoyos:

Metálicos y de hormigón armado: 2,5 y 3 respectivamente a la rotura, pudiendo reducirse a 2 y 2,5 en el caso de postes construidos en talleres específicos y cuyas calidades obtenidas por ensayos en verdadera magnitud demuestren una uniformidad de resultados en la carga de rotura mínima.

Madera: 3,5 a la rotura.

Cuando por razones climatológicas extraordinarias hayan de suponerse temperaturas o manguitos de hielo superiores a los indicados, será suficiente comprobar que los esfuerzos resultantes son inferiores al límite elástico.

## 2. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DESNUDOS

Los conductores desnudos irán fijados a los aisladores por medio de retenciones, establecidas con hilos o alambres recocidos o similares del mismo metal que el conductor o de otra naturaleza, siempre que aseguren perfecta y permanentemente la posición correcta del conductor sobre el aislador y no ocasionen un debilitamiento apreciable de la resistencia mecánica del mismo, ni produzcan efectos de corrosión.

La fijación de los conductores al aislador se recomienda sea hecha en la garganta lateral del mismo por la parte próxima al apoyo, y en los ángulos de manera que el esfuerzo mecánico del conductor esté dirigido hacia el aislador.

Cuando se establezcan derivaciones, y salvo que se utilicen aisladores especialmente concebidos para ellas, únicamente deberá colocarse por aislador un solo conductor.

Los conductores se instalarán de forma que la tracción máxima de los mismos sea tal que el coeficiente de seguridad no sea inferior a 2,5 cuando se trate de cables, o a 3 cuando se trate de alambres, considerándolos sometidos a las hipótesis de sobrecarga que corresponda, de acuerdo con lo fijado a este respecto en el apartado 1.2. Cuando se trate de líneas establecidas por encima de edificaciones o sobre apoyos fijados a las fachadas, el coeficiente de seguridad deberá ser superior en un 25 por 100 a los valores señalados anteriormente.

## 3. DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES DESNUDOS AL SUELO Y ZONA DE PROTECCIÓN EN LAS EDIFICACIONES

Los conductores desnudos se instalarán manteniendo con respecto al suelo y a las edificaciones, en las condiciones más desfavorables, como mínimo, las distancias que a continuación se señalan:

- a) Al suelo: 4 metros, salvo lo especificado en el Capítulo 14 para cruzamientos.
- b) En edificios, no destinados al servicio de distribución de la energía, los conductores se instalarán al exterior de una zona de protección limitada por los planos que se señalan:

**Sobre tejados:** Un plano paralelo al tejado y a una distancia vertical de 1,80 metros del mismo cuando se trate de conductores no puestos a tierra, y de 1,50 metros cuando lo estén. Cuando la inclinación del tejado sea superior a 45 grados sexagesimales, el plano limitante de la zona de protección deberá considerarse a 1 metro de separación entre ambos.

**Sobre terrazas y balcones:** Un plano paralelo al suelo de la terraza o balcón y a una distancia del mismo de 3 metros.

**En fachadas:** La zona de protección queda limitada:

- Por un plano vertical paralelo al muro de fachada sin aberturas, situado a 0,20 metros del mismo.
- Por un plano vertical paralelo al muro de fachada a una distancia de 1 metro de las ventanas, balcones, terrazas o cualquier otra abertura. Este plano vendrá, a su vez, limitado por los planos siguientes:
  - Un plano horizontal situado a una distancia vertical de 0,30 metros de la parte superior de la abertura de que se trate.
  - Dos planos verticales, uno a cada lado de la abertura. perpendiculares a la fachada y situados a 1 metro de distancia horizontal de los extremos de la abertura.
  - Un plano horizontal situado a 3 metros por debajo de los antepechos de las aberturas.

Los límites de esta zona de protección son aclarados en la figura 1.

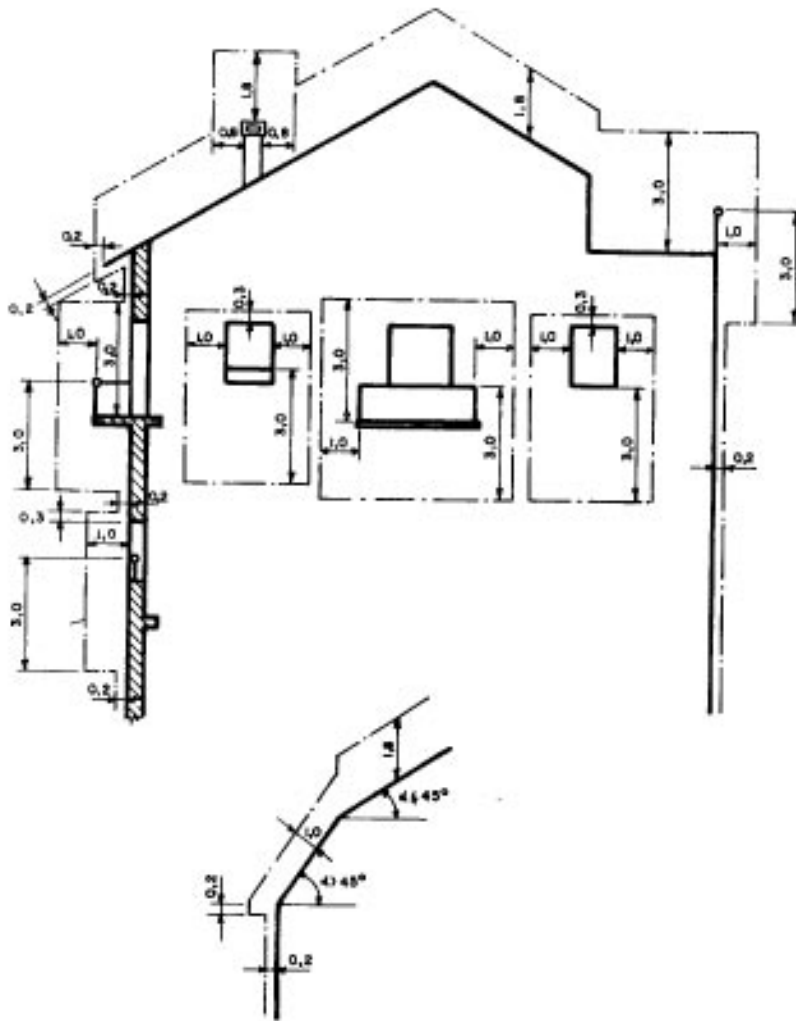


Fig. I

ZONA DE PROTECCIÓN EN EDIFICIOS PARA LA INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS

**4. SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DESNUDOS Y ENTRE ESTOS Y LOS MUROS O PAREDES DE EDIFICACIONES**

Las distancias entre conductores desnudos de polaridades diferentes, serán, como mínimo, las siguientes:

- En vanos hasta 4 metros..... 0,10 metros
- En vanos de 4 a 6 metros..... 0,15 metros
- En vanos de 6 a 30 metros..... 0,20 metros
- En vanos de 30 a 50 metros..... 0,30 metros
- En vanos de 50 a 75 metros..... 0,35 metros
- En vanos mayores de 75 metros ..... 0,40 metros

En los apoyos en que se establezcan derivaciones, la distancia entre cada uno de los conductores derivados y los conductores de polaridad diferente de la línea de donde aquellos deriven, podrá disminuirse hasta en un 50 por 100 de las indicadas anteriormente, con un mínimo de 0,10 metros.

Los conductores colocados sobre soportes sujetos a fachadas de edificios estarán distanciados de éstas 20 centímetros, como mínimo. Esta separación deberá aumentarse en función de los vanos, de forma que nunca pueda sobrepasarse la zona de protección señalada en el capítulo anterior ni aun en el caso de los más fuertes vientos.

La sustentación de los conductores debe reforzarse convenientemente en el caso de existir en la fachada tuberías, instalaciones telefónicas, etc.

## **5. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES AISLADOS**

Los conductores aislados podrán instalarse:

— Cuando se trate de conductores de 1.000 voltios de tensión nominal:

- a) Directamente sobre los muros mediante abrazaderas sólidamente fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie. Los conductores se protegerán adecuadamente en aquellos lugares en que puedan sufrir deterioros mecánicos de cualquier índole.
- b) Tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos o sobre muros, con una tensión mecánica adecuada, no considerando el aislamiento como elemento resistente a estos efectos. Cuando los conductores no soporten por sí solos la tensión mecánica deseada se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado cuya resistencia de rotura será, como mínimo, de 800 kilogramos y a los que se fijará, mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados, los conductores aislados.

— Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1.000 voltios:

- c) Sobre aisladores de 1.000 voltios de tensión nominal.
- d) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1.000 voltios de tensión nominal.

— Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 250 voltios, se considerará, a efectos de su instalación, como conductores desnudos.

Los conductores aislados se situarán, en general, a una altura mínima del suelo de 2,5 metros. Esta distancia puede ser reducida cuando se trate de conductores destinados a acometidas o cuando la disposición de los edificios así lo aconseje, evitándose que los conductores pasen por delante de cualquier abertura existente en los muros.

## **6. EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES. CONDICIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DE LOS MISMOS**

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por 100 de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando éstos sean de cobre y su sección no superior a 10 milímetros cuadrados.

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de éstos con conductores desnudos, se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la infiltración de la humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

Si los conductores son de aluminio o este material forma parte de su constitución, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

## **7. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO**

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- a) En distribuciones monofásicas o de corriente continua:
  - a dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar,
  - a tres hilos: hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones superiores mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.
- b) En distribuciones trifásicas:
  - a dos hilos (fase y neutro): igual a la del conductor de fase,
  - a tres hilos (dos fases y neutro): igual a la sección de los conductores de fase,
  - a cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la sección de los conductores de fase; para secciones superiores mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.

## **8. IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR NEUTRO**

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Se admite que no lleve identificación alguna cuando este conductor tenga distinta sección o cuando esté claramente diferenciado por su posición, por la disposición de derivaciones establecidas en el mismo, etc.

## **9. CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO**

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido el neutro previamente.

## **10. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO**

El conductor neutro, en las líneas aéreas de redes de distribución pública, además de su puesta a tierra en el centro de transformación o central generadora, deberá estar puesto a tierra en otros puntos y, como mínimo, una vez cada 500 metros de longitud de línea. Para efectuar esta puesta a tierra, se elegirán con preferencia los apoyos de donde partan las derivaciones importantes.

Cuando la puesta a tierra del neutro se efectúe en un apoyo de madera, los soportes metálicos de los aisladores, correspondientes a los conductores de fase en este apoyo, estarán unidos al conductor neutro.

En las redes de distribución privada con origen en centrales de generación propia, para las que se prevea la puesta a tierra del neutro, se seguirá lo señalado anteriormente para las redes de distribución pública.

## **11. INSTALACIÓN DE APOYOS**

Los apoyos se colocarán directamente empotrados en el suelo o estarán consolidados por fundaciones adecuadas para dejar asegurada la estabilidad frente a las solicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo. En su colocación deberá observarse:

- Los postes metálicos serán cimentados en macizos de hormigón. que deberán sobresalir del suelo, como mínimo, 0,15 metros, con una forma tal que facilite el deslizamiento del agua.
- Los postes de hormigón podrán colocarse directamente empotrados en el suelo, siguiendo el mismo sistema que para los postes de madera.
- Los postes de madera se colocarán directamente en el suelo retacados simplemente con piedras sueltas. Para esto se recomienda la colocación de una corona de piedras duras y de dimensiones convenientes, en la base del poste y otra en el tercio superior de la excavación, debiendo, la altura de estas coronas, ser aproximadamente igual al diámetro del poste. En el caso de postes instalados en terrenos blandos, podrá ser necesario colocar más de dos coronas de piedras o adoptarse otros medios destinados a evitar que las presiones de las paredes y el fondo de la excavación pasen del límite admisible para el terreno.
- Los postes de madera no se empotrarán en macizos de hormigón Se podrán fijar a bases metálicas o de hormigón, por medio de elementos de unión apropiados que permitan su fácil sustitución. La fijación del poste a las bases deberán hacerse de modo que el poste quede separado del suelo 0,15

metros, como mínimo, con el fin de preservar a la madera de la humedad de éste. En el caso de postes implantados directamente en el suelo, la profundidad mínima de empotramiento en metros será igual a  $0,1 H + 0,5$ , siendo H la altura total del poste en metros. Para postes de altura total superior a 12 metros, se admiten profundidades de empotramiento menores, pero nunca inferiores a 1,70 metros. La profundidad de empotramiento de los postes señalada anteriormente, podrá reducirse en los terrenos rocosos.

## 12. INSTALACIÓN DE TIRANTES

El empleo de tirantes como complemento de resistencia de los apoyos, debe ser reservado para los casos en que los esfuerzos actuantes conduzcan a apoyos de coste muy elevado o en los que por ampliación de las instalaciones dé lugar a un aumento de esfuerzos sobre apoyos ya instalados.

Los anclajes de los tirantes pueden hacerse al suelo o sobre edificios u otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que aquellos puedan transmitir.

No podrán utilizarse los árboles para el anclaje de los tirantes, y cuando estos anclajes se realicen en el suelo, se recomienda destacar su presencia hasta una altura de 2 metros del mismo por algún procedimiento adecuado.

Los tirantes estarán provistos de mordazas o tensores para poder regular su tensión, no admitiéndose para este fin la torsión de los alambres que puedan constituir un tirante.

La fijación y anclaje de los tirantes se hará de forma que ofrezca garantías de duración y resistencia, observándose con relación a los conductores la distancia mínima señalada en el Capítulo 4 para los conductores de derivación .

Los tirantes que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados, situados, como mínimo, a 0,30 metros en proyección horizontal del conductor más próximo. Por otra parte, el aislador de retención deberá estar situado sobre el tirante a una distancia suficiente del punto de anclaje al apoyo, para que en el caso de rotura por el otro extremo, este aislador quede situado a 10 centímetros, como mínimo, por debajo del conductor que ocupe la posición inferior en el apoyo.

Cuando las redes cumplan las condiciones exigidas para la utilización del sistema de protección de puesta a neutro de las masas (Instr. MI BT 008), no será necesaria la instalación del aislador de retención, debiendo unirse el tirante al conductor neutro.

Cuando los tirantes crucen por debajo de una línea de Alta Tensión, el vano de ésta deberá cumplir las condiciones impuestas para su cruce con una línea de Baja Tensión.

### 13. INSTALACIÓN DE TORNAPUNTAS

Los tornapuntas tendrán resistencia mecánica conveniente y serán fijados sobre los apoyos en el punto más próximo posible al de aplicación de la resultante de los esfuerzos actuantes sobre el mismo. Su otro extremo podrá ser fijado al suelo, al edificio o a otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que aquellos puedan transmitir.

Para la fijación de los tornapuntas sobre el apoyo se mantendrán las distancias mínimas de seguridad señaladas en el Capítulo 4 para los conductores de derivación.

### 14. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Las líneas eléctricas aéreas deberán cumplir, además de las condiciones señaladas en los Capítulos 15 y 16 de la presente Instrucción, las condiciones que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponer otros organismos competentes cuando sus instalaciones fueran afectadas por las líneas aéreas de B. T.

#### 15. CRUZAMIENTOS

Las líneas aéreas deberán presentar, por lo que se refiere a los vanos de cruce con las vías e instalaciones que se señalan, las condiciones que para cada caso se indican, bien entendido que, además de estas prescripciones, deberán cumplirse las condiciones especiales que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponer los organismos competentes a los que pudiera afectar estos cruzamientos, de los cuales deberá ser solicitada previamente su autorización para efectuar los mismos.

##### 15.1 Con líneas eléctricas aéreas de A. T.

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, la línea de Baja Tensión deberá cruzar por debajo de la línea de A. T.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de A. T., pero la distancia entre los conductores de la línea de **B. T. y las partes más próximas de la de A. T. no será inferior a 1,5 m.**

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior, en metros, a:

$$1,5 + \frac{U + L1 + L2}{100}$$

en donde:

U = tensión nominal en kV de la línea de A. T.

L1= longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de A. T.

L2= longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de B. T.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de B. T. tenga componente vertical ascendente se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Podrán realizarse cruces sin que la línea de A. T. reúna ninguna condición especial, cuando la línea de B. T. esté protegida en el cruce por un haz de cables de acero situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de A. T. en el caso de que éstos se rompieran o desprendieran.

Los cables de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra.

En caso de que por circunstancias singulares sea preciso que la línea de B. T. cruce por encima de otra de A. T. será preciso recabar autorización expresa de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, debiendo tener presente para realizar estos cruzamientos todas las precauciones y criterios expuestos en el citado Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de A. T.

### **15.2 Con otras líneas eléctricas aéreas de B. T.**

En los cruzamientos de líneas aéreas con conductores desnudos establecidas en apoyos diferentes la distancia entre conductores más próximos de las dos líneas será superior a 0,50 m y si el cruzamiento se realiza en apoyo común, esta distancia será la señalada en el Capítulo 4 de esta Instrucción para los apoyos de derivación.

### **15.3 Con líneas aéreas de telecomunicación**

Las líneas de B. T. deberán cruzar por encima de las de telecomunicación.

Excepcionalmente podrían cruzar por debajo, debiendo adoptarse en este caso una de las soluciones siguientes:

- a) Colocación entre las líneas de un dispositivo de protección formado por un haz de cables de acero, situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de telecomunicación en el caso de que éstos se rompieran o desprendieran. Los cables de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra.
- b) Empleo de conductores aislados para 1.000 V en el vano de cruce para línea de B. T.
- c) Empleo de conductores aislados para 1.000 V en el vano de cruce para la línea de telecomunicación.

Cuando el cruce se efectúa en distintos apoyos la distancia mínima entre los conductores desnudos de las líneas será 1 m, si el cruce se efectúa sobre apoyos comunes dicha distancia podrá reducirse a 50 cm.

### **15.4 Con carreteras y ferrocarriles sin electrificar**

Los conductores tendrán una carga de rotura no inferior a 420 kg, admitiéndose en el caso de acometidas con conductores aislados, se reduzca dicho valor hasta 280 kg.

La altura mínima del conductor mas bajo en las condiciones de flecha más desfavorables, será de 6 m.

Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce, admitiéndose durante la explotación y por causa de la reparación de la avería la existencia de un empalme por vano.

### **15.5 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses**

La altura mínima de los conductores sobre los cables o hilos sustentadores o conductores de la línea de contacto será de 2 m.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías o trolebuses provistos de trole o de otros elementos de toma de corriente que puedan accidentalmente separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el órgano de toma de corriente, no alcance, en la posición más desfavorable que pueda adoptar una separación inferior a 0,30 m con los conductores de la línea de B. T.

### **15.6 Con teleféricos y cables transportadores**

Cuando la línea aérea de B. T. pase por encima, la distancia mínima entre los conductores y cualquier elemento de la instalación del teleférico será de 2 m. Cuando la línea aérea de B. T.



pase por debajo, esta distancia no será inferior a 3 m. Los apoyos adyacentes del teleférico correspondientes al cruce con la línea de B. T. se pondrán a tierra

#### **15.7 Con ríos y canales navegables o flotables**

La altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que puede alcanzar será de  $H = G + 1$  m, donde G es el gálibo.

En el caso de que no exista gálibo definido. se considerará éste igual a 6 m.

#### **15.8 Con antenas receptoras de radio y televisión**

Los conductores de la línea de B. T., cuando sean desnudos, deberán presentar, como mínimo, una distancia de 1 m con respecto a la antena en sí, a sus tirantes y a sus conductores de bajada. cuando éstos no estén fijados a las paredes de manera que eviten el posible contacto con las líneas de B. T.

Queda prohibida la utilización de los apoyos de sustentación de líneas de B. T. para la fijación sobre los mismos de las antenas de radio o televisión, así como de los tirantes de las mismas.

### **16. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS**

#### **16.1 Con líneas eléctricas aéreas de A. T.**

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de A. T. siempre que sea posible se evitará la construcción de líneas paralelas con las de A. T. a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúa de la prescripción anterior las líneas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras. En todo caso entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no deberá existir una separación inferior a 2 m en paralelismo con líneas de tensión igual o inferior a 66 kV y a 3 m para tensiones superiores.

Las líneas eléctricas de B. T. podrán ir en los mismos apoyos que las de A. T., cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- Los conductores de la línea de A. T. tendrán una carga mínima de rotura de 480 kg e irán colocados por encima de los de B. T.
- La distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será por lo menos, igual a la separación de los conductores de la línea de A. T.
- Entre las líneas de Alta y Baja tensión deberá situarse en cada apoyo una indicación que advierta el peligro que supone para el personal que ha de realizar trabajos sobre los conductores de B. T. la presencia de una línea de A. T. por encima.
- El aislamiento de la línea de B. T. no será inferior al correspondiente de puesta a tierra de la línea de A. T.

#### **16.2 Con otras líneas de B. T. o de telecomunicación**

La distancia horizontal de los conductores más próximos de las dos líneas será como mínimo 1 m.

Cuando las líneas vayan sobre los mismos apoyos, dicha distancia será la establecida en el Capítulo 4, con relación a otras líneas de B. T., y de 0.5 m para líneas de telecomunicación. En todo caso el aislamiento de la línea de telecomunicación será igual al de la línea de B. T.

#### **16.3 Con calles y carreteras nacionales, provinciales y comarcales**

Las líneas aéreas con conductores desnudos podrán establecerse sobre estas vías públicas debiendo en su instalación mantener la distancia mínima de 6 metros cuando vuelen sobre las mismas en zonas o espacios de posible circulación rodada y de 5 metros en los demás casos. Cuando se trate de conductores aislados esta altura podrá reducirse a lo indicado en el Capítulo 5 cuando no vuelen sobre zonas o espacios de posible circulación rodada.

#### **16.4 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses**

La distancia horizontal de los conductores a la instalación de la línea de contacto será de 1,5 metros como mínimo.

# INSTRUCCIÓN MI BT 004

## REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CONDUCTORES EN INSTALACIONES AL AIRE Intensidades máximas admisibles

### INDICE

1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
2. **CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE Y ALUMINIO.**
3. **CABLES AISLADOS DE COBRE Y DE ALUMINIO DEL TIPO TRENZADO EN HAZ.**
  - 3.1 **Intensidades máximas admisibles.**
  - 3.2 **Factores de corrección.**
4. **CABLES AISLADOS NO TRENZADOS.**
  - 4.1 **Conductores de cobre. Intensidades máximas admisibles.**
  - 4.2 **Conductores de aluminio. Intensidades máximas admisibles.**
  - 4.3 **Factores de corrección.**
    - 4.3.1 **Generalidades.**
    - 4.3.2 **Agrupación de varios cables.**
    - 4.3.3 **Cables expuestos directamente al sol.**
    - 4.3.4 **Cable instalado dentro de un tubo.**
    - 4.3.5 **Factores de corrección en función de la temperatura ambiente.**
5. **CABLES CONCÉNTRICOS DE COBRE.**
6. **OTROS CABLES.**

#### 1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Las intensidades máximas admisibles que figuran en los siguientes apartados de esta Instrucción se aplican a los conductores desnudos o a los cables aislados de tensión nominal de aislamiento de 1.000 V, instalados según sistemas de instalación normalmente utilizados en redes aéreas o sistemas de instalación, que por las condiciones existentes de disipación de calor puedan considerarse como equivalentes.

A estos efectos, para los cables aislados, se consideran como equivalentes los siguientes sistemas de instalación:

- Al aire, sobre postes o apoyos, poleas o aisladores o con cable fiador.
- En bandejas perforadas.
- Directamente empotrados bajo el enlucido, albañilería o en muros o suelos de hormigón, etc. Los valores de las tablas no son válidos para el caso en que el cable esté directamente empotrado en materiales de construcción de características de aislamiento térmico muy elevadas, tales como lana de vidrio, poliestireno, u otros aislantes térmicos.

- Directamente graneados sobre las paredes o muros.
- En zanjas o atarjeas abiertas o ventiladas. Se considera en este caso que la sección transversal de la zanja o atarjea es muy grande comparada con la sección total de todos los cables instalados.

## 2. CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE Y ALUMINIO

Las intensidades máximas admisibles en régimen permanente serán las obtenidas por aplicación de la tabla siguiente:

**TABLA I — DENSIDAD DE CORRIENTE EN A/mm<sup>2</sup> PARA CONDUCTORES DESNUDOS AL AIRE**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Densidad de corriente. Amperios/mm <sup>2</sup>	
	Cobre	Aluminio
6	9,00	—
10	8,75	—
16	7,50	6,00
25	6,35	5,00
35	5,75	4,55
50	5,10	4,00
70	4,50	3,55
95	4,05	3,20
125	3,70	2,90
160	3,40	2,70
200	3,20	2,50
250	2,90	2,30
300	2,75	2,15
400	2,50	1,95
500	2,30	1,80
600	2,10	1,65

Para conductores de otra naturaleza, la densidad de corriente máxima admisible se obtendrá multiplicando la fijada en la tabla anterior, para la misma sección de cobre, por un coeficiente igual a:

$$\sqrt{\frac{1,759}{\rho}}$$

siendo  $\rho$  la resistividad a 20° C del conductor de que se trate, expresada en microohmios-centímetro.

## 3. CABLES AISLADOS DE COBRE Y DE ALUMINIO DEL TIPO TRENZADO EN HAZ

### 3.1 Intensidades máximas admisibles

En la Tabla II figuran las intensidades máximas admisibles en régimen permanente para este tipo de cables en condiciones normales de instalación.

Las condiciones normales de instalación se definen como un solo cable tripular, o tetrapolar, instalado al aire libre en una disposición que permita una eficaz renovación de aire, y a una temperatura ambiente de 40 ° C.

Para otras condiciones diferentes, en el apartado 3.2 figuran los factores de corrección apropiados.

**TABLA II—INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES AISLADOS TRENZADOS EN HAZ (servicio permanente)**

$$t = 40^{\circ} \text{ C}$$

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Naturaleza del conductor			
	Cobre		Aluminio	
	Tipo de aislamiento			
	V	Ril	V	Ril
4	36	41	—	—
6	47	52	—	—
10	64	72	50	58
16	86	95	67	75
25	115	130	89	100
35	140	155	110	120
50	170	190	135	150
70	220	245	170	190
95	265	295	205	230
120	—	—	240	265
150	—	—	275	305

V = Policloruro de vinilo.  
R = Polietileno reticulado.  
I = Polietileno clorosulfonado.

### 3.2 Factores de corrección

En la Tabla III figuran los factores de corrección, de la intensidad máxima admisible, en caso de agrupación de varios cables tri o tetrapolares del tipo trenzado en haz, al aire. Estos factores se aplican a cables separados entre sí una distancia comprendida entre un cuarto de diámetro y un diámetro, tendidos sensiblemente en horizontal y en un mismo plano vertical.

TABLA III—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CASO DE AGRUPACIÓN DE CABLES AISLADOS DEL TIPO TRENZADO EN HAZ

Número de cables	1	2	3	más de 3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75



Se considera como diámetro de un cable trenzado el de su círculo circunscrito.

En la Tabla IV figuran los factores de corrección para temperaturas diferentes de 40° C.

TABLA IV—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA CABLES AISLADOS DEL TIPO TRENZADO EN HAZ EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Temperatura °C	20	25	30	35	40	45	50
Aislados con policloruro de vinilo	1,23	1,18	1,12	1,06	1,00	0,93	0,86
Aislados con polietileno reticulado o clorosulfonado	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89

## 4. CABLES AISLADOS NO TRENZADOS

Las prescripciones y tablas de los apartados siguientes se refieren a los cables aislados no trenzados instalados en redes aéreas o sistemas de instalación equivalentes.

### 4.1 Conductores de cobre. Intensidades máximas admisibles

Las condiciones normales de instalación para un cable tri o tetrapolar, un terno de cables unipolares en contacto mutuo, un cable bipolar o dos unipolares en contacto mutuo, instalados

al aire, o sistema de instalación equivalente, consisten en considerar una temperatura ambiente de 40° C, y una disposición que permita una eficaz renovación del aire. La intensidad máxima admisible para estas condiciones figura en la Tabla V, según el tipo de aislamiento. Para los cables aislados con papel impregnado, los valores de la tabla se refieren al caso en que los cables constitutivos de un mismo terno, estén separados una distancia igual a un diámetro.

#### **4.2 Conductores de aluminio. Intensidades máximas admisibles**

Las condiciones normales de instalación son las mismas que las definidas en el apartado 4.1 para los cables con conductores de cobre. La intensidad máxima admisible figura en la Tabla VI, según el tipo de aislamiento.



TABLA VI — INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES AISLADOS CON CONDUCTORES DE ALUMINIO INSTALADOS AL AIRE (servicio permanente) t = 40 °C

Sección nominal (mm²)	1 línea de cables unipolares (1)						1 cable tripolar o tetrapolar						2 cables unipolares						1 cable bipolar										
	TIPO DE AISLAMIENTO						TIPO DE AISLAMIENTO						TIPO DE AISLAMIENTO						TIPO DE AISLAMIENTO										
	V	B	D	H	P	F	V	B	D	R	F	P	V	B	D	R	F	P	V	B	D	R	F	P	V	B	D	R	F
10	41	47	48	50	62	39	44	47	48	55	39	55	62	66	66	66	66	66	66	66	66	66	51	58	62	62	62	62	
16	55	63	65	67	80	55	59	63	64	74	55	74	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	66	74	82	82	82	82	
25	75	86	90	93	101	68	78	82	86	70	68	87	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	66	101	108	108	108	108	
35	90	105	110	115	123	82	94	100	105	86	82	121	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	66	125	133	133	133	133	
50	115	130	135	140	152	100	113	125	130	109	100	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	66	148	156	156	156	156	
70	145	165	175	180	195	130	150	155	165	140	130	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	66	167	199	199	199	199	
95	180	210	215	220	238	160	185	195	205	172	160	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	66	230	242	242	242	242	
120	215	245	250	260	273	185	215	225	235	195	185	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	66	269	281	281	281	281	
150	245	280	290	300	320	215	245	260	275	230	215	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	66	304	320	320	320	320	
185	285	330	345	350	363	245	285	300	315	261	245	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	66	351	371	371	371	371	
240	340	380	400	420	413	290	340	360	370	296	290	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	66	413	437	441	441	441	
300	390	445	465	480	472	335	385	405	425	343	335	452	452	452	452	452	452	452	452	452	452	452	66	480	507	515	515	515	
400	455	515	545	560	527	385	450	475	505	390	385	519	519	519	519	519	519	519	519	519	519	519	66	556	583	583	583	583	
500	520	595	625	645	581	—	—	—	—	—	—	583	583	583	583	583	583	583	583	583	583	583	66	—	—	—	—	—	
630	600	680	715	740	632	—	—	—	—	—	—	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	66	—	—	—	—	—	
800	—	—	—	—	683	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	—	—	—	—	—	
1000	—	—	—	—	722	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	—	—	—	—	—	

Tipos de aislamiento

- V = Polietileno de baja densidad
- B = Etileno propileno
- D = Etileno propileno reticulado
- H = Polipropileno reticulado
- P = Papel impregnado

(1) Incluye alambres, el conductor neutro, el escape.

### 4.3 Factores de corrección

#### 4.3.1 Generalidades

La intensidad máxima admisible deducida de las tablas V y VI, deberá corregirse teniendo en cuenta las características de la instalación que difieran de las condiciones normales, de forma que el incremento de temperatura provocado por la corriente eléctrica, no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la admitida por el aislamiento y que se expresa en la Tabla VII.

**TABLA VII—TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR SEGÚN EL TIPO DE AISLAMIENTO**

TIPO DE AISLAMIENTO	V	B	D	R	P
TEMPERATURA MÁXIMA EN EL CONDUCTOR °C	75	85	90	90	80

V = Policloruro de vinilo.  
 B = Goma butílica.  
 D = Etileno - propileno.  
 R = Polietileno reticulado.  
 P = Papel impregnado.

#### 4.3.2 Agrupación de varios cables




En la Tabla VIII se indican los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para una agrupación de ternos de unipolares en contacto mutuo o de cables multipolares, con una separación comprendida entre un cuarto de diámetro y un diámetro, suponiendo su instalación en bandeja perforada de forma que el aire pueda circular libremente entre los cables. Se considera como diámetro de un terno de cables el de la circunferencia circunscrita al mismo.

**TABLA VII—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR AGRUPACIÓN DE CABLES AISLADOS EN BANDEJA PERFORADA**

Número de cables o ternos dispuestos verticalmente	Número de cables o ternos dispuestos horizontalmente			
	1	2	3	más de 3
1	1.00	0.93	0.87	0.83
2	0.89	0.83	0.79	0.75
3	0.80	0.76	0.72	0.69
más de 3	0.75	0.70	0.66	0.64

En la Tabla IX se indican los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para otras agrupaciones de cables aislados al aire, en contacto mutuo o separados un diámetro en bandeja continua o perforada.

**TABLA IX—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA OTRAS AGRUPACIONES DE CABLES AISLADOS**

Disposición	Número de cables o ternos		
	2	3	más de 3
En contacto mutuo 	0.85	0.80	0.75
Separados un diámetro sobre bandeja continua 	0.90	0.85	0.80
Separados un diámetro sobre bandeja perforada 	0.95	0.90	0.85

#### 4.3.3 Cables expuestos directamente al sol

El factor de corrección en este caso es muy variable ya que depende del diámetro del cable, disposición horizontal o vertical del mismo, tiempo de insolación, latitud del lugar, etc. Como factor medio recomendable en los casos en que sea necesario, puede tomarse el valor de 0,90.

#### 4.3. Cable instalado dentro de un tubo



Para cables instalados bajo tubo, tanto si éste se instala al aire (por ejemplo, sobre paredes o muros) o empotrado o en huecos de la construcción, etc., el factor de corrección será de 0,80. Este valor no es válido en el caso en que el tubo esté empotrado en materiales de características de aislamiento térmico muy elevados tales como lana de vidrio, poliestireno u otros aislantes térmicos.

#### 4.3.5 Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

En la Tabla X se indican los factores de corrección en función de la temperatura ambiente, según el tipo de aislamiento.

**TABLA X—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE**

TIPO DE AISLAMIENTO	TEMPERATURA °C									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
V	1,33	1,28	1,23	1,18	1,12	1,06	1,00	0,93	0,86	
B	1,30	1,25	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	
D	1,26	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	
R	1,26	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	
P	1,33	1,28	1,23	1,18	1,12	1,06	1,00	0,93	0,86	

#### 5. CABLES CONCÉNTRICOS DE COBRE

En la Tabla XI figuran los valores de la intensidad máxima admisible para cables concéntricos de conductores de cobre con aislamiento de policloruro de vinilo.

**TABLA XI—INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES CONCÉNTRICOS CON CONDUCTORES DE COBRE Y AISLAMIENTO DE PVC**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Un cable al aire	Un cable bajo tubo
1,5	17	14
2,5	23	19
4	31	25
6	40	32
10	55	44

Para este tipo de cables es válido todo lo referente a factores de corrección de la intensidad máxima admisible explicado en el apartado 4.3 de esta misma Instrucción.

#### 6. OTROS CABLES

Para cualquier otro tipo de cables no contemplado en esta Instrucción, otras composiciones u otros sistemas de instalación así como para cables de secciones superiores a la máxima que figura en las tablas anteriores, deberá consultarse la última edición publicada por el IRANOR de la norma UNE correspondiente: En caso de no existir norma UNE aplicable, pueden utilizarse los valores que figuran en las tablas de la Instrucción MI BT 017.

# INSTRUCCIÓN MI BT 005

## REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### Materiales

#### INDICE

#### 1. CONDICIONES GENERALES

#### 2. CONDUCTORES.

#### 1. CONDICIONES GENERALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento en la Instrucción MI BT 044 y con lo indicado en la presente Instrucción.

#### 2. CONDUCTORES

Los conductores utilizados en las redes subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con papel impregnado o materias plásticas o elastómeros adecuadas. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los conductores podrán ser unipolares o no y su tensión nominal no será inferior a 1.000 voltios. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 milímetros cuadrados para conductores de cobre, y a 10 milímetros cuadrados para los de aluminio.

La sección mínima del conductor neutro será la que a continuación se especifica:

a) En distribuciones monofásicas o de corriente continua:

— A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.

— A tres hilos: hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones superiores, mitad de la sección de los conductores de fase o polares, con un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.

b) En distribuciones trifásicas:

— A dos hilos (fase y neutro): igual a la del conductor de fase.

— A tres hilos (dos fases y neutro): igual a la sección de los conductores de fase.

— A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la sección de los conductores de fase; para secciones superiores, mitad de la sección de los conductores de fase, con

un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.

# INSTRUCCIÓN MI BT 006

## REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### Ejecución de las instalaciones

#### INDICE

1. EMPALMES Y CONEXIONES.
2. INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES.
3. PROTECCIÓN. SECCIONAMIENTO.
4. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO Y CONEXIÓN DE ESTE A LAS ENVOLVENTES METÁLICAS DE PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES.
5. CONTINUIDAD DEL NEUTRO.
6. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.
7. CRUZAMIENTOS.
8. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

#### 1. EMPALMES Y CONEXIONES

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, así como de su envolvente metálica, cuando exista. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

#### 2. INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores se instalarán en el fondo de zanjas convenientemente preparadas que, en zonas urbanizadas, se abrirán preferentemente a lo largo de vías públicas y, siempre que sea posible, en los paseos o aceras. Se rodearán de arena o tierra cribada y se instalarán de forma que no pueda perjudicarles la presión o asientos del terreno. A unos 10 centímetros por encima de los conductores se colocará una cobertura de aviso y protección contra los golpes de pico, constituida por ladrillos, piezas cerámicas, placas de hormigón u otros materiales adecuados.

Podrán instalarse también en el interior de conductos enterrados. En este caso sólo deberá disponerse un cable (o un conjunto de conductores unipolares que constituyan un sistema) por conducto, y se establecerán registros suficientes y convenientemente dispuestos de modo que la sustitución, reposición o ampliación de los conductores pueda efectuarse fácilmente.

La profundidad mínima de instalación de los conductores directamente enterrados o dispuestos en conductos será de 0,60 metros, salvo lo dispuesto en el Capítulo 6 para los

cruzamientos. La profundidad indicada podrá reducirse en casos especiales debidamente justificados, sin perjuicio de mantener la conveniente protección de los conductores.

### **3. PROTECCIÓN. SECCIONAMIENTO**

Se colocarán cortacircuitos fusibles de calibre adecuado para la protección de las derivaciones en el arranque de las mismas, siempre que exista una reducción de la intensidad de corriente admisible en éstas, ya sea debido a cambio de tipo de conductor, a reducción de sección o a distintas condiciones de instalación y siempre que no exista protección anterior que, por sus características sirviera para la protección de la derivación. Únicamente en las derivaciones de pequeña longitud (por ejemplo, acometidas), y para facilitar su instalación y revisión, se admitirá que la protección esté confiada a los fusibles instalados en el extremo final de la derivación.

Los dispositivos de protección indicados anteriormente, serán considerados como elementos de seccionamiento de las redes a efectos de lo dispuesto en el Reglamento vigente de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

Cuando los fusibles sean exteriores a locales afectos a un servicio eléctrico, se instalarán en cajas apropiadas dispuestas sobre el suelo o enterradas, y podrán ser metálicas o de otros materiales adecuados con la resistencia mecánica y estanquidad necesarias. Sus dimensiones y disposición deberán permitir la fácil maniobra en los fusibles.

### **4. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO Y CONEXIÓN DE ESTE A LAS ENVOLVENTES METÁLICAS DE PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES**

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión. Fuera del centro de transformación es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

Para las puestas a tierra del conductor neutro en cables subterráneos con envueltas metálicas en puntos exteriores a los centros de transformación o centrales generadoras, deberá tenerse presente lo dispuesto para las citadas instalaciones en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, en relación con la tierra del neutro de Baja Tensión y la tierra de protección con las envolturas metálicas de los conductores subterráneos para Baja Tensión.

Cuando las puestas a tierra del neutro y de protección para las envueltas metálicas de los conductores de Baja Tensión, sean comunes en el centro de transformación o central generadora, el neutro se conectará a tierra a lo largo de la red por lo menos cada 200 metros, preferentemente en las cajas de seccionamiento. La envoltura metálica de protección de los cables cuando exista, se conectará al neutro y a la masa en todas las cajas de seccionamiento.

Cuando el citado Reglamento de Alta Tensión imponga la separación entre las tierras mencionadas, el conductor neutro deberá mantenerse aislado de la envoltura metálica del cable. Su puesta a tierra podrá realizarse en las cajas de seccionamiento o de empalmes, separándola de las tomas de tierra que puedan presentar las citadas cajas o envolturas metálicas del cable.

### **5. CONTINUIDAD DEL NEUTRO**

La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

## **6. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS**

Los conductores subterráneos deberán cumplir, además de las condiciones señaladas en los Capítulos 7 y 8 de la presente Instrucción, las condiciones que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponer otros organismos competentes cuando sus instalaciones fueran afectadas por los tendidos de conductores subterráneos de B. T.

## **7. CRUZAMIENTOS**

A continuación se fijan, para cada uno de los casos que se indican, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de conductores subterráneos. Es de aplicación lo dispuesto en la Instrucción MI BT 003, sobre condiciones especiales que puedan imponer otros organismos.

### **CRUZAMIENTOS**

### **CONDICIONES**

*Con calles y carreteras* Los conductores se colocarán en conductos a una profundidad mínima de 0,80 metros. Los conductos serán resistentes y duraderos y tendrán un diámetro que permita deslizar fácilmente por su interior los conductores.

*Bajo aguas permanentes* Los conductores se colocarán en el fondo del lecho, debiendo emplearse conductores de constitución apropiada y dispuestos de forma que no perturben la circulación de las embarcaciones, ni pongan en peligro la seguridad de las personas que las utilicen o transiten por las márgenes.

*Bajo aguas circunstanciales* - Se seguirá lo indicado para calles y carreteras, aumentando a profundidad a 1 metro.

*Con ferrocarriles* Los cruzamientos se efectuarán en conductos, siempre que sea posible, normalmente a la vía y a una profundidad mínima de 1.30 metros con respecto a la cara inferior de la traviesa.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril.

*Con otros conductores de energía subterráneos* En los cruzamientos de los conductores de Baja Tensión con otros de Alta Tensión, la distancia entre ellos debe ser igual o superior a 0,25 metros. En caso de que esta distancia no pueda respetarse, los conductores de Baja Tensión irán separados de los de Alta mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia.

En los cruzamientos entre los conductores de Baja Tensión de empresas de distribución diferentes, se observará lo dispuesto en el párrafo anterior, considerando a este efecto como de Alta Tensión los de la empresa que los hubiese instalado anteriormente.

*Con cables de telecomunicación-* Los conductores de Baja Tensión se instalarán en tubos o conductos, de adecuada resistencia mecánica, a una distancia mínima de 0,20 metros de los cables de telecomunicación.

*Con canalizaciones de gas y agua* Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 metros.

## 8. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los conductores subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que a continuación se indican:

### PROXIMIDAD

### CONDICIONES

*Con otros conductores de energía eléctrica* Los conductores de Baja Tensión podrán instalarse paralelamente a otros de Alta Tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 metros. Cuando esta distancia no pueda respetarse se establecerá, entre los cables de Alta y Baja Tensión, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles, de adecuada resistencia mecánica, o bien se establecerá alguno de ellos por el interior de tubos o conductos de iguales características.

*Con cables de telecomunicación-* Los conductores de Baja Tensión deberán estar separados de los cables de telecomunicación a una distancia de 0,20 metros. Cuando esta distancia sea inferior al valor citado, los conductores de Baja Tensión deberán establecerse en el interior de tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

*Con canalizaciones de gas y agua* Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de las canalizaciones no inferior a 0,20 metros. Si por motivos especiales, esta distancia no pudiera respetarse, los conductores se establecerán en el interior de tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán, además, las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos, galerías y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos.

# INSTRUCCIÓN MI BT 007

## REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### Intensidades máximas admisibles

#### INDICE

1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
2. **CONDUCTORES DE COBRE.**
3. **CONDUCTORES DE ALUMINIO.**
4. **FACTORES DE CORRECCIÓN.**
  - 4.1 **Generalidades.**
  - 4.2 **Varios cables en la misma zanja.**
  - 4.3 **Cable entubado.**
  - 4.4 **Cables en conductos multitubulares.**
  - 4.5 **Factores de corrección en función de la temperatura del terreno.**
  - 4.6 **Factores de corrección en función de la resistividad térmica.**
5. **OTROS CABLES.**

#### 1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Esta Instrucción se refiere a los cables aislados, de tensión nominal de aislamiento de 1.000 V y sistemas de instalación normalmente empleados en las redes subterráneas para distribución de energía eléctrica.

Las condiciones normales de instalación consisten en un solo cable tri o tetrapolar o un terno de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable bipolar o dos cables unipolares en contacto mutuo, enterrados en un terreno a una temperatura de 25° C y con una resistividad térmica de  $100 \frac{^{\circ}C \text{ cm}}{W}$

Las tablas que figuran en los apartados siguientes han sido calculadas de acuerdo con estas condiciones, excepto los valores referentes a los cables de papel impregnado, en los que se supone que los cables unipolares constitutivos de un mismo terno, están separados una distancia equivalente a un ladrillo (7-8 cm).

#### 2. **CONDUCTORES DE COBRE**

Los valores de la intensidad máxima admisible para cables con conductores de cobre, en instalación enterrada, según sea su tipo de aislamiento, figuran en la Tabla I.

#### 3. **CONDUCTORES DE ALUMINIO**

Los valores de la intensidad máxima admisible para cables con conductores de aluminio, en instalación enterrada, según sea su tipo de aislamiento, figuran en la Tabla II.



TABLA I — INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE, EN INSTALACION ENTERRADA (servicio permanente)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	1 Torno de cables unipolares (1)						1 cable triaxial o tetrapolar						2 cables unipolares						1 cable bipolar																
	V		B		D		R		P		V		B		D		R		P		V		B		D		R		P						
	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P					
6	63	68	70	72	75	56	61	64	66	54	90	98	103	105	75	80	84	86	86	86	75	80	84	86	86	86	86	86	86	86	86				
10	85	91	94	96	98	75	82	85	88	72	120	130	135	140	96	105	112	115	115	115	96	105	112	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115		
16	110	115	120	125	125	97	105	110	115	95	160	170	180	185	125	140	148	150	150	150	125	140	148	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		
25	140	150	155	160	160	125	135	140	150	125	205	225	230	240	165	185	195	200	200	200	165	185	195	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200		
35	170	180	185	190	190	150	165	175	180	150	245	270	280	290	185	210	225	230	230	230	185	210	225	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230		
50	200	215	225	230	235	180	195	205	210	190	285	310	325	335	210	240	260	270	270	270	210	240	260	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270		
70	245	260	270	280	285	220	240	250	260	230	355	385	400	415	260	290	310	315	315	315	260	290	310	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315		
95	290	315	325	335	340	265	290	305	310	270	425	465	480	500	310	350	380	400	400	400	310	350	380	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
120	335	360	375	380	375	305	335	350	355	305	485	530	545	565	355	400	440	460	460	460	355	400	440	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	
150	370	400	415	425	430	340	370	390	400	350	545	595	610	630	400	450	500	520	520	520	400	450	500	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	
185	420	450	470	480	480	385	420	440	450	395	610	665	690	715	450	500	550	570	570	570	450	500	550	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	
240	465	500	540	550	540	445	485	505	520	445	710	775	800	830	520	580	630	650	650	650	520	580	630	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
300	550	590	610	620	600	505	550	565	590	500	800	870	900	935	590	660	710	730	730	730	590	660	710	730	730	730	730	730	730	730	730	730	730	730	730
400	615	670	690	705	660	570	615	645	665	555	910	995	1025	1060	660	740	800	820	820	820	660	740	800	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820
500	685	745	775	790	720	—	—	—	—	—	1015	1095	1135	1175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
630	770	840	870	885	770	—	—	—	—	—	1165	1270	1315	1350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
800	—	—	—	—	820	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1000	—	—	—	—	870	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tiempo de aislamiento:

- V = Protección de suelo
- B = Coroa buñica (bun)
- D = Protección propiamente
- R = Protección enterrado
- P = Pared enterrado

(1) Incluye además el conductor neutro si es necesario.

**TABLA II — INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES CON CONDUCTORES DE ALUMINIO EN INSTALACION ENTERRADA (servicio permanente)**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	1 Tema de cables entrelazados (1)				1 cable tripoor o tetrapolar				2 cables unipolares				1 cable bipolar					
	V	B	D	R	F	V	B	D	R	P	V	B	D	R	V	B	D	R
10	56	71	73	75	76	58	64	66	69	55	94	101	105	109	76	82	87	90
16	86	90	94	97	98	76	82	86	90	74	125	133	140	144	97	109	115	117
25	110	115	120	125	125	98	105	110	115	98	160	175	179	187	129	137	144	148
35	130	140	145	150	148	120	130	135	140	117	191	211	218	226	152	168	176	179
50	155	165	175	180	183	140	150	160	165	148	222	242	254	261	179	195	203	211
70	190	205	215	220	222	170	190	200	205	179	277	300	312	324	218	238	246	254
95	225	240	255	260	265	210	225	235	240	211	331	363	374	390	265	285	293	300
120	260	280	290	295	293	235	260	270	275	238	378	413	425	441	300	324	335	343
150	290	310	325	330	335	265	290	305	310	273	425	464	476	491	335	363	374	386
185	325	350	365	375	374	300	330	345	350	308	476	519	538	558	374	406	421	433
240	380	405	420	430	421	350	380	395	405	347	554	605	624	647	433	472	488	495
300	430	460	475	485	468	395	430	445	460	390	624	679	702	729	491	530	550	562
400	480	525	540	550	515	445	480	500	520	433	710	776	800	827	554	605	624	636
500	535	580	605	615	561	—	—	—	—	—	792	854	885	917	—	—	—	—
630	600	655	680	690	601	—	—	—	—	—	909	990	1026	1053	—	—	—	—
800	—	—	—	—	640	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	679	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tipo de aislamiento:

- V = Polietileno de baja densidad
- B = Goma butílica (Burler)
- D = Etileno-propileno
- R = Polipropileno reticulado
- P = Papel impregnado

(1) Incluye, además, el conductor neutro, si existe.

## 4. FACTORES DE CORRECCIÓN

### 4.1 Generalidades

La intensidad máxima admisible deducida de las Tablas I y II, deberá corregirse teniendo en cuenta las características de la instalación que difieran de las condiciones normales, de forma que el incremento de temperatura provocado por la corriente eléctrica no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la admitida por el aislamiento y que figura en la Tabla III.

**TABLA III—TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR SEGÚN EL TIPO DE AISLAMIENTO**

TIPO DE AISLAMIENTO	V	B	D	R	P
TEMPERATURA MAXIMA EN EL CONDUCTOR °C	75	85	90	90	80

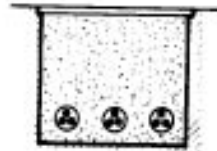
**Tipos de aislamiento:**

- V = Policloruro de vinilo
- R = Goma butilica (butil)
- D = Etileno - propileno
- R = Polietileno reticulada
- P = Papel impregnado

**4.2 Varios cables en la misma zanja**

En la Tabla IV figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para varios cables multipolares o ternos de unipolares en contacto mutuo enterrados en la misma zanja, en un mismo plano horizontal, con una separación entre sí de un ladrillo (7-8 cm).

**TABLA IV—FACTORES DE PROTECCIÓN PARA VARIOS CABLES ENTERRADOS EN LA MISMA ZANJA**



Número de cables o de ternos	2	3	4	5
Factor de corrección	0,85	0,75	0,70	0,60

En caso de instalarse cables o ternos en más de un plano horizontal, se aplicará un coeficiente de 0,90 sobre los valores de la tabla anterior por cada plano horizontal además del primero, suponiendo una separación entre planos de unos 10 centímetros.

**4.3 Cable entubado**

Para un cable o terno instalado dentro de un tubo directamente enterrado el factor de corrección de la intensidad máxima admisible será de 0,80. Igual factor

de corrección se aplicará, sea cual fuere la protección aplicada al cable, siempre que la disposición de la misma dé origen a que el cable no quede en íntimo contacto con la tierra.

**4.4 Cables en conductos multitubulares**

El factor de corrección depende del tipo de agrupación empleado y varía para cada cable según esté colocado en un tubo central o en la periferia. No obstante, puede estimarse, en general, un factor igual a 0,80 aplicado a los valores de la Tabla IV.

**4.5 Factores de corrección en función de la temperatura del terreno**

En la Tabla V se indican los factores de corrección en función de la temperatura del terreno, según el tipo de aislamiento.

**TABLA V—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERRENO**

Tipo de Aislamiento	TEMPERATURA °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
V	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
B	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,81	0,76
D	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
R	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
P	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74

**Tipos de aislamiento:**

- V = Policloruro de vinilo
- B = Goma butílica (butil)
- D = Etileno - propileno
- R = Polietileno reticulada
- P = Papel impregnado

**4.6 Factores de corrección en función de la resistividad térmica del terreno**

En la Tabla VI se indican los factores de corrección de la intensidad máxima admisible que

expresada en  $\frac{^{\circ}\text{C cm}}{\text{W}}$

deben aplicarse en función de la resistividad térmica del terreno,

**TABLA VI—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO**

Resistividad térmica $\frac{^{\circ}\text{C cm}}{\text{W}}$	85	100	120	140	165	200	230	260
Factor de corrección	1,06	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

**5. OTROS CABLES**

Para cualquier otro tipo de cable no contemplado en esta Instrucción, otras composiciones u otros sistemas de instalación así como para cables de secciones superiores a la máxima que figura en las tablas anteriores, deberá consultarse la última edición publicada por el IRANOR de la norma UNE correspondiente.

# INSTRUCCIÓN MI BT 008

## PUESTA A NEUTRO DE MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### INDICE

1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.
2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ESQUEMA TN.

#### 1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro,

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separadas.

C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

##### 1.1. Esquema TN.

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

— Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (fig. 1 ).

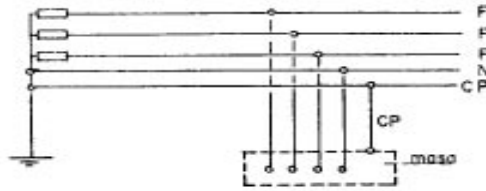


Fig. 1. Esquema TN-S.

— Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (fig. 2).

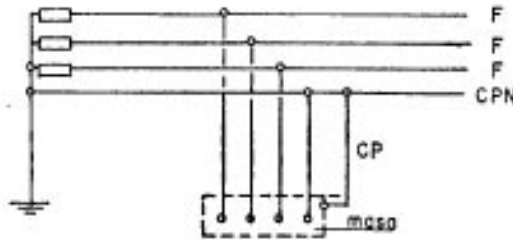


Fig. 2. Esquema TN-C.

— Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (fig. 3).

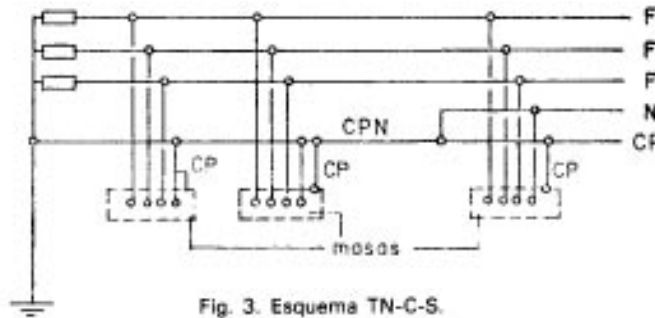


Fig. 3. Esquema TN-C-S.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

## 1.2. Esquema TT.

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación (fig. 4).

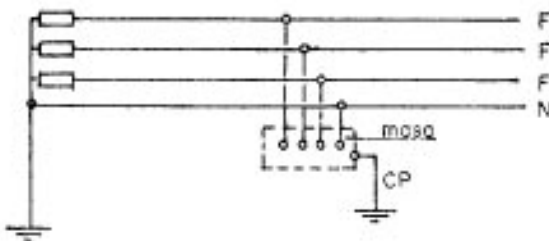


Fig. 4. Esquema TT

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas, voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

### 1.3. Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra (fig. 5).

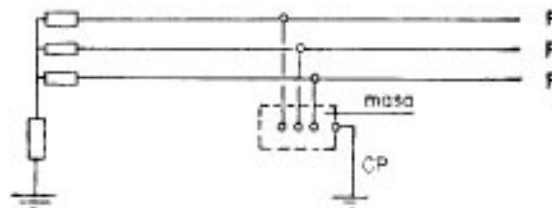


Fig. 5. Esquema IT.

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene, bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

### 1.4. Aplicación de los tres tipos de esquemas.

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios:

a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red.

El esquema posible para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión será el esquema TT.

b) En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

c) No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de

transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado 1.3

## 2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ESQUEMA TN

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indirectos, la red de alimentación debe cumplir las siguientes prescripciones especiales:

a) La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser igual a la indicada en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores de fase.

Sección de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección nominal del conductor neutro (mm <sup>2</sup> )	
	Redes aéreas	Redes subterráneas
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

b) En las redes de distribución subterráneas, cuando se utilicen conductores con envuelta protectora de aluminio, podrá utilizarse ésta como conductor neutro, siempre que su sección sea por lo menos eléctricamente equivalente a la sección de los conductores de fase.

c) En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.

d) Además de las puestas a tierra de los neutros señaladas en las Instrucciones MI BT 003 y MI BT 006, para las líneas principales y derivaciones serán puestas a tierra igualmente en los extremos de éstas cuando la longitud de las mismas sea superior a 200 metros.

e) La resistencia de tierra del neutro no será superior a cinco ohmios en las proximidades de la central generadora o del centro de transformación, así como en los 200 últimos metros de cualquier derivación de la red.

f) La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a dos ohmios.

g) Debe procurarse en las redes subterráneas la unión del conductor neutro en las cajas de empalme, terminales, etc., con las canalizaciones metálicas de agua próximas al emplazamiento de estas cajas y terminales.

h) Las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.



# INSTRUCCIÓN MI BT 009

## INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO

### INDICE

#### 1. INSTALACIONES.

##### 1.1 Modalidades.

###### 1.1.1 Redes subterráneas.

###### 1.1.2 Redes aéreas con conductores desnudos.

###### 1.1.3 Redes sobre fachada.

##### 1.2 Capacidad.

###### 1.2.1 Redes de alimentación para lámparas de incandescencia.

###### 1.2.2 Redes de alimentación para lámparas o tubos de descarga.

###### 1.2.3 Puntos de luz.

##### 1.3 Conexión con las redes de distribución pública.

#### 2. COLUMNAS Y BRAZOS DE LUMINARIAS. ARMADURAS.

##### 2.1 Características y protección.

##### 2.2 Colocación.

##### 2.3 Armaduras.

##### 2.4 Instalaciones eléctricas.

##### 2.5 Puestas a tierra.

#### 3. LUMINARIAS.

##### 3.1 Características.

##### 3.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas.

##### 3.3 Protección y corrección del factor de potencia de las luminarias.

##### 3.4 Conexión a la red de alumbrado público.

#### 1 INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO

##### 1.1 Modalidades

Las redes para el alumbrado público serán de una de las tres modalidades siguientes:

#### **1.1.1 Redes subterráneas**

Se emplearán los sistemas y materiales normales de las redes subterráneas de distribución. Los conductores se situarán a una profundidad de 0,40 metros, como mínimo, y su sección no será inferior a 6 milímetros cuadrados.

#### **1.1.2 Redes aéreas con conductores desnudos**

Se procurará que su tendido sea independiente del de la red de distribución pública y en todo caso no podrá utilizarse ningún conductor de dicha red conjuntamente para ambas. La sección mínima será de 7 milímetros cuadrados.

#### **1.1.3 Redes sobre fachada**

Se emplearán los sistemas y materiales adecuados para esta clase de instalaciones. La sección mínima de los conductores será de 2,5 milímetros cuadrados.

### **1.2 Capacidad**

Las redes de alumbrado público se calcularán según los casos siguientes:

#### **1.2.1 Redes de alimentación para lámparas de incandescencia**

Se considerará la potencia total en vatios, dimensionándose la red para que no se originen calentamientos ni caldas de tensión superiores a los que se señalan en la Instrucción MI BT 017.

#### **1.2.2 Redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga**

Estas redes estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta.

#### **1.2.3 Puntos de luz**

Para fijar su número, potencia y situación, se recomienda seguir las NORMAS que, para las instalaciones de ALUMBRADO PUBLICO, tiene editadas el Ministerio de la Vivienda.

### **1.3 Conexión con las redes de distribución pública**

En los puntos de conexión de las redes de alumbrado público con las de distribución pública, se instalarán los dispositivos de protección señalados en la Instrucción MI BT 020.

Si en dichos puntos se colocan interruptores horarios o fotoeléctricos para accionamiento del sistema de alumbrado, se dispondrá, además, un interruptor manual que permita el accionamiento de este sistema con independencia de los dispositivos citados.

## **2. COLUMNAS Y BRAZOS DE LUMINARIAS, ARMADURAS**

### **2.1 Características y protección**

Las columnas y brazos que soportan las luminarias serán de material resistente a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidos contra éstas. Se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones previstas en la Instrucción MI BT 003 con un coeficiente de

seguridad no inferior a 3,5, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento. No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 metros del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección del agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

## **2.2 Colocación**

Los brazos se fijarán a los paramentos de fachadas o a las columnas, y éstas quedarán debidamente empotradas en el suelo, de manera que ofrezcan las condiciones de seguridad necesarias.

## **2.3 Armaduras**

Las armaduras deberán ser resistentes a las acciones de la intemperie y además, asegurarán que los conductores y elementos de conexión queden resguardados de estas acciones.

## **2.4 Instalación eléctrica**

En la instalación eléctrica de las columnas o brazos se observará lo siguiente:

- Se utilizarán conductores aislados, de tensión nominal por lo menos igual a 1.000 voltios.
- La sección mínima de los conductores será de 1,5 milímetros cuadrados.
- Los conductores no tendrán empalmes en el interior de las columnas o brazos.
- En los puntos de entrada, los conductores tendrán una protección suplementaria de material aislante.
- La conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerzan sobre los conductores esfuerzos de tracción.

## **2.5 Puesta a tierra**

Las columnas y los apoyos accesibles que soportan las luminarias, estarán unidos a tierra si son metálicos.

# **3 LUMINARIAS**

## **3.1 Características**

Para la elección, exigencias mínimas generales y características de las luminarias, se recomienda seguir las "NORMAS E INSTRUCCIONES PARA ALUMBRADO URBANO" del Ministerio de la Vivienda, anteriormente citadas.

## **3.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas**

Cuando se trate de luminarias suspendidas, su conexión se realizará mediante conductores flexibles, que penetren en la luminaria, con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los conductores y en los terminales de conexión.

La suspensión de las luminarias se realizará mediante cables de acero de una sección suficiente para que su resistencia mecánica represente amplias garantías de seguridad. Cuando esta suspensión quede sobre líneas de otras instalaciones eléctricas y especialmente sobre líneas de contacto de tranvías, trolebuses, etc., se dispondrán dos cables de igual sección, uno de los cuales será considerado como fiador y colocados ambos de tal forma que no puedan ser afectados en el caso de salida de las pértigas de toma de corriente de tales vehículos.

### **3.3 Protección y corrección del factor de potencia de las luminarias**

Cada luminaria estará dotada de dispositivos de protección contra cortocircuitos. Además, se tomarán las medidas necesarias para la compensación del factor de potencia, cuando el sistema de alumbrado que se utilice lo requiera.

La protección podrá hacerse por grupos de lámparas, siempre que la intensidad total sea menor de 6 amperios, debiendo hacerse individualmente para cada lámpara de intensidad superior a 6 amperios.

### **3.4 Conexión a la red de alumbrado público**

En la conexión de las luminarias, columnas o brazos a la red se emplearán como mínimo, las secciones siguientes:

- Conductores aislados de cobre para modalidad aérea: 1,5 milímetros cuadrados, o sección mecánica equivalente si es de otro material.
- Conductores para modalidad subterránea: 2,5 milímetros cuadrados.

Esta conexión se hará en una caja que contenga los dispositivos de conexión, protección y compensación. Si la caja está en el exterior, su distancia al suelo no será inferior a 0,30 metros o 2,50 metros, según tenga puerta dotada o no de cerradura, debiendo, en el primer caso, estar empotrada en una pared.

# INSTRUCCIÓN MI BT 010

## SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN Previsión de cargas

### INDICE

1. **CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO.**
2. **GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS.**
  - 2.1 Electrificación “Mínima”.
  - 2.2 Electrificación “Media”.
  - 2.3 Electrificación “Elevada”.
  - 2.4 Electrificación "Especial”.
  - 2.5 Determinación del Grado de Electrificación.
3. **CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS.**
  - 3.1 Carga correspondiente al conjunto de viviendas.
  - 3.2 Carga correspondiente a los servicios generales del edificio.
  - 3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales del edificio.
4. **CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS, O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS.**
  - 4.1 Edificios comerciales o de oficinas.
  - 4.2 Edificios destinados a concentración de industrias.
5. **PREVISIÓN DE CARGAS.**
6. **SUMINISTROS MONOFÁSICOS.**

#### 1. **CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO**

Se establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas.

- Edificios comerciales o de oficinas.
- Edificios públicos (teatros, cines, etc.).
- Edificios destinados a una industria específica.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

## 2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS

La carga por vivienda depende del grado de electrificación que quiera alcanzarse. A efectos de la previsión de carga por vivienda, se establecen los siguientes grados de electrificación:

### 2.1 Electrificación «Mínima»

Permite la utilización de alumbrado, lavadora sin calentador eléctrico de agua incorporado, nevera, plancha, radio, televisor y pequeños aparatos electrodomésticos. Previsión de demanda máxima total: 3.000 vatios.

### 2.2 Electrificación «Media»

Permite la utilización de alumbrado, cocina eléctrica, cualquier tipo de lavadora, calentador eléctrico de agua, nevera, radio, televisor y otros aparatos electrodomésticos. Previsión de demanda máxima total: 5.000 vatios.

### 2.3 Electrificación «Elevada»

Permite además de la utilización de los aparatos correspondientes a la electrificación «Media», la instalación de un sistema de calefacción eléctrica y de acondicionamiento de aire. Previsión de demanda máxima total: 8.000 vatios.

### 2.4 Electrificación «Especial»

Es la que corresponde a aquellas viviendas dotadas de aparatos electrodomésticos en gran número o de potencias unitarias elevadas, o de un sistema de calefacción eléctrica y de acondicionamiento de aire de gran consumo. Previsión de demanda máxima total: a determinar en cada caso.

### 2.5 Determinación del grado de electrificación

El grado de electrificación de las viviendas será el que, de acuerdo con las utilidades anteriores determine el propietario del edificio. Sin embargo, como mínimo, dependerá de la superficie de la vivienda de acuerdo con el siguiente cuadro:

Grados de electrificación	Límite de aplicaciones (superficie máxima en m <sup>2</sup> )
Minima	80
Media	150
Elevada	200

## 3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS

La carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas, resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de la de los servicios generales del edificio y de la correspondiente a los locales comerciales. Cada una de estas cargas se calculará de la forma siguiente:

### 3.1 Carga correspondiente al conjunto de viviendas

Se obtendrá multiplicando el número de ellas por la demanda máxima prevista por vivienda, señalada en el Capítulo 2. Este valor vendrá afectado por un coeficiente de simultaneidad que corresponde aplicar por razón de la no coincidencia de las demandas máximas de cada vivienda. En el cuadro que sigue se dan los valores de este coeficiente en función del número de viviendas.

Número de abonados	Coeficiente de simultaneidad	
	Electrificación mínima y media	Electrificación elevada y especial
2 a 4	1	0,8
5 a 15	0,8	0,7
16 a 25	0,6	0,5
> 25	0,5	0,4

### 3.2 Carga correspondiente a los servicios generales del edificio

Será la suma de la potencia instalada en ascensores, montacargas, alumbrado de portal, caja de escalera y en todo servicio eléctrico general del edificio.

### 3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales del edificio

Se calculará a base de 100 vatios por metro cuadrado, con un mínimo por abonado, de 3.000 vatios.

## 4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS, O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS

En general, la demanda de potencia determinará la carga a prever en estos edificios. En ausencia de datos sobre esta potencia, se tomarán como mínimo los siguientes valores:

### 4.1 Edificios comerciales y de oficinas

100 vatios por metro cuadrado y por planta, con un mínimo por abonado de 5.000 vatios.

### 4.2 Edificios destinados a concentración de industrias

125 vatios por metro cuadrado y por planta.

## 5. PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de los consumos y cargas a que se hace referencia en los Artículos 16 y 17 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se hará de acuerdo con lo dispuesto en los Capítulos 2, 3 y 4 de la presente Instrucción.

## 6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS

Las Empresas distribuidoras vendrán obligadas, siempre que lo solicite el abonado, a efectuar el suministro de la energía de forma que permita el funcionamiento de cualquier receptor monofásico de hasta 3 kilovatios de potencia, a la tensión de 220 V.



# **INSTRUCCIÓN MI BT 011**

## **INSTALACIONES DE ENLACE** **Esquemas acometidas**

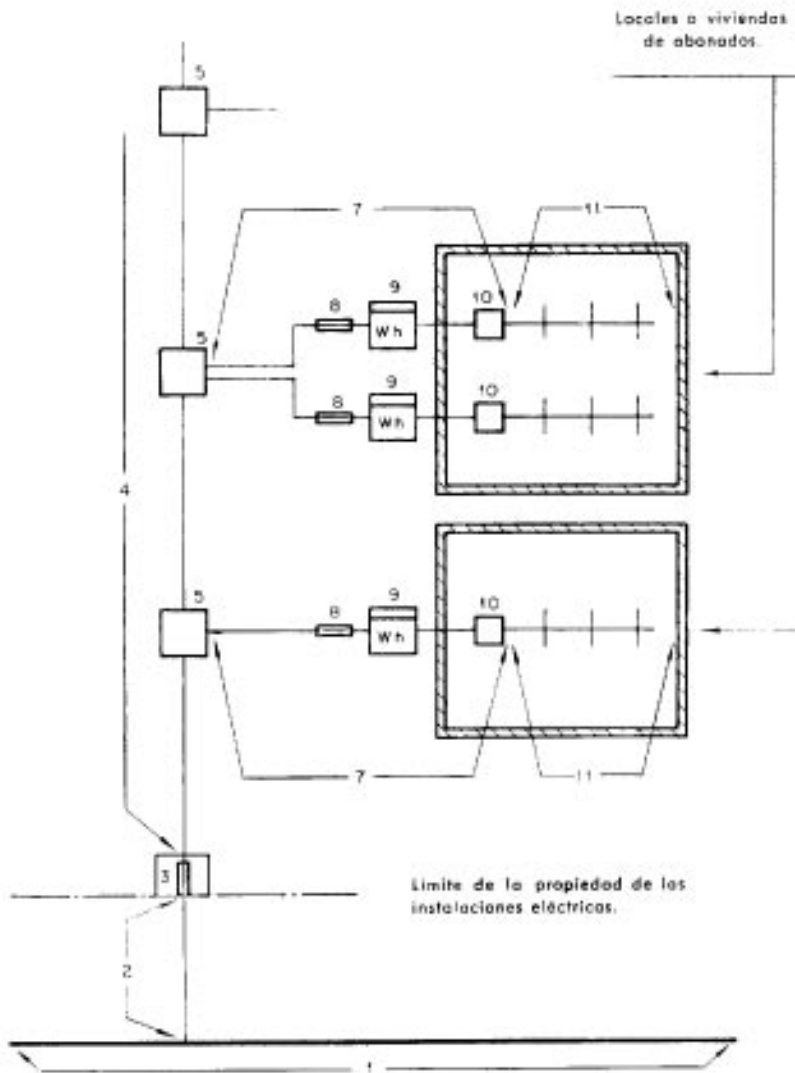
### **INDICE**

- 1. ESQUEMAS.**
- 2. ACOMETIDAS.**
  - 2.1 Definición.**
  - 2.2 Instalación.**
  - 2.3 Tipos.**
  - 2.4 Características de los conductores.**

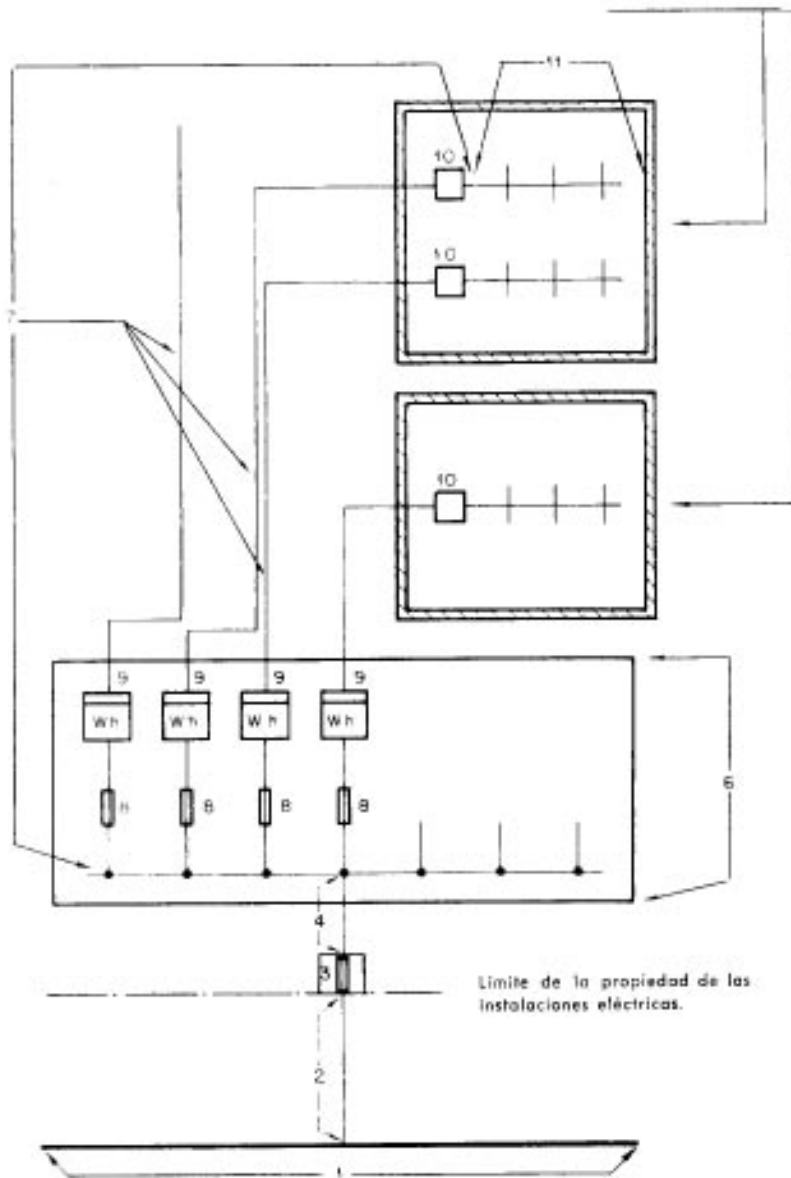
#### **1. ESQUEMAS**

Las instalaciones de enlace entre la red de distribución pública y las instalaciones interiores, se ajustarán. en principio a los siguientes esquemas según la colocación de los contadores:

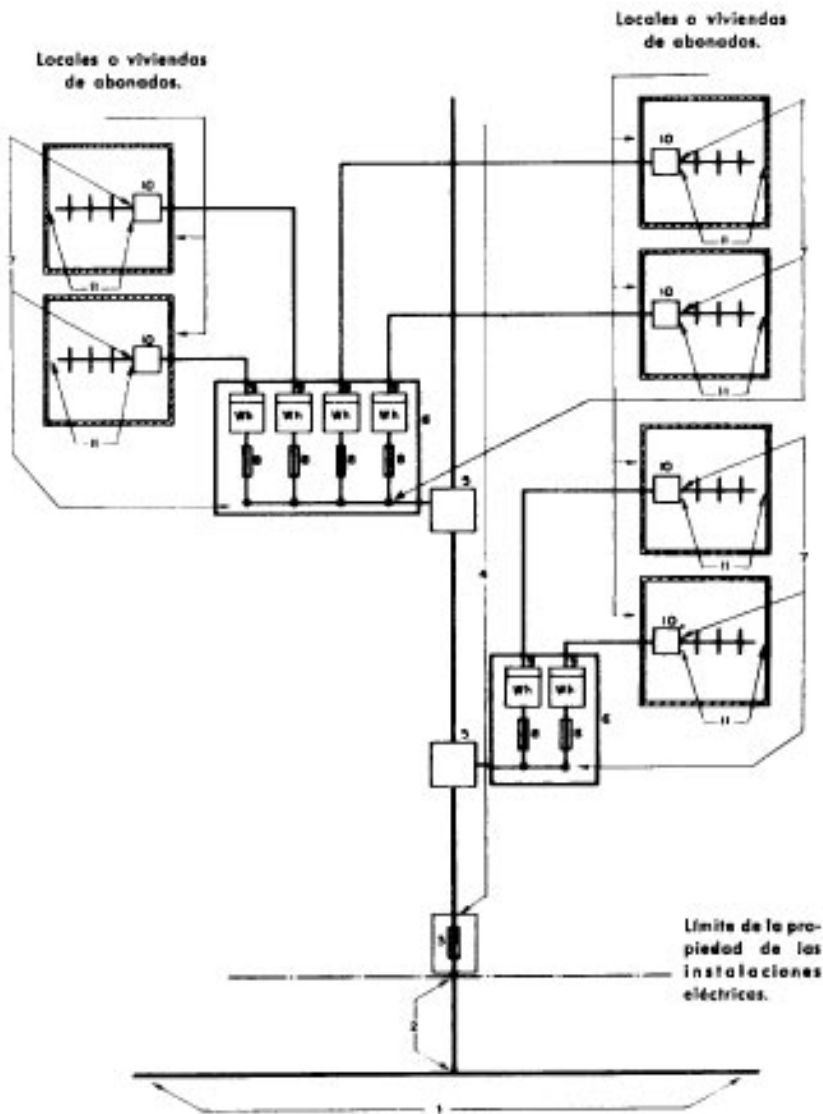
#### **COLOCACIÓN DE CONTADORES EN FORMA INDIVIDUAL**



**COLOCACIÓN DE CONTADORES EN FORMA CONCENTRADA EN UN SOLO PUNTO**



# CONCENTRACIÓN DE CONTADORES EN FORMA CONCENTRADA POR PLANTAS



1. Red de distribución.
  2. Acometida.
  3. Caja general de protección de la línea repartidora,
  4. Línea repartidora.
  5. Caja de derivación.
  6. Centralización de contadores.
  7. Derivación individual.
  8. Fusible de seguridad (estos fusibles por drán colocarse en las cajas de derivación).
  9. Contador.
  10. Interruptor automático.
  11. Instalación Interior.
- El conjunto de derivación individual e Instalación Interior constituye la Instalación privada

## **2. ACOMETIDAS**

### **2.1 Definición**

Se denomina así a la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja o cajas generales de protección.

### **2.2 Instalación**

En general se dispondrá una sola acometida por edificio; sin embargo, podrán establecerse acometidas independientes para suministros cuyas características especiales así lo aconsejen.

### **2.3 Tipos**

Las acometidas podrán ser aéreas o subterráneas. Los materiales utilizados y su instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en las Instrucciones MI BT para las redes aéreas o subterráneas de distribución de energía eléctrica.

Las acometidas, en todo caso, se realizarán de tal forma que lleguen con conductores aislados a la caja general de protección.

### **2.4 Características de los conductores**

El tipo y naturaleza de los conductores a emplear serán los fijados por las Empresas distribuidoras en sus normas particulares. El número de conductores que forman la acometida será determinado, asimismo, por las citadas empresas en función de las características e importancia del suministro a efectuar.

En lo que se refiere a las secciones de los conductores se calcularán teniendo en cuenta:

- La demanda máxima prevista determinada de acuerdo con la Instrucción MI BT 010.
- La tensión de suministro.
- Las densidades máximas de corriente admisibles para el tipo y condiciones de instalación de los conductores.
- La caída de tensión máxima admisible. Esta caída de tensión será la que la Empresa tenga establecida en su reparto de caídas de tensión en los elementos constitutivos de la red, para que la tensión en la caja o cajas generales de protección esté dentro de los límites establecidos por el vigente Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de la Energía.

# INSTRUCCIÓN MI BT 012

## INSTALACIONES DE ENLACE Cajas generales de protección

### INDICE

#### 1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.

##### 1.1 Colocación.

##### 1.2 Tipos.

#### 1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas repartidoras.

##### 1.1 Colocación

Se fijarán, en cada caso, de acuerdo entre el constructor del edificio, propietario o abonado y la Empresa distribuidora, los puntos de colocación de las cajas generales de protección. Estos puntos serán siempre elegidos en el lugar de tránsito general y de fácil y libre acceso.

Se procurará que la situación elegida sea lo más próxima posible a la red general de distribución y que quede alejada de otras instalaciones, tales como de agua, gas, teléfono, etc., pudiendo colocarse sobre la fachada del inmueble.

##### 1.2 Tipos

Las cajas serán de uno de los tipos establecidos por la Empresa distribuidora en sus normas particulares. Serán precintables y responderán al grado de protección que corresponda, según el lugar de su instalación. Dentro de las cajas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte por lo menos igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación. Dispondrán también de un borne de conexión para el conductor neutro, que estará aislado o no, según el sistema de protección contra los contactos indirectos aprobado por la Empresa distribuidora y otro borne para la puesta a tierra de la caja en caso de ser ésta metálica.

## INSTALACIONES DE ENLACE

### Líneas repartidoras

#### INDICE

#### 1. LÍNEA REPARTIDORA.

##### 1.1 Instalación.

**1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales de oficinas o destinados a una concentración de industrias.**

**1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado.**

##### 1.2 Conductores.

#### 1. LÍNEA REPARTIDORA

Cuando esta línea está instalada verticalmente en el interior de un edificio de varias plantas y de la cual se derivan conexiones para los distintos pisos, recibe también el nombre de "columna montante".

##### 1.1 Instalación

**1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias**

Cuando los contadores se coloquen en forma individual o se prevea su concentración por plantas, la línea repartidora se instalará siguiendo la caja de la escalera, utilizando preferentemente para ello las correspondientes a las escaleras de servicio. En los rellanos de entrada a las viviendas o locales, se dispondrán cajas precintables de derivación, de las cuales partirán las derivaciones individuales que enlazarán con el contador o contadores de cada abonado. En estas cajas de derivación podrán colocarse los fusibles de seguridad.

Cuando los contadores se instalen en forma concentrada en locales o espacios adecuados a este fin, la línea repartidora enlazará la caja general de protección con el lugar de concentración de contadores. La línea repartidora terminará en un embarrado o en unos bornes que quedarán protegidos contra cualquier manipulación indebida. De este embarrado o bornes partirán las conexiones a los fusibles de seguridad de cada derivación individual. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros abonados, no admitiéndose en un mismo tubo ni en cajas de paso o de derivación, circuitos correspondientes a distintos abonados.

En todos los casos, las líneas repartidoras deberán discurrir, siempre que sea posible, por lugares de uso común.

Las líneas repartidoras podrán estar constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos de montaje superficial.
- Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial.

Los tubos que se destinen a contener los conductores de una línea repartidora deberán ser de un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100.

Se recomienda alojar las líneas repartidoras en el interior de una canaladura, preparada exclusivamente con ese fin en la caja de la escalera, que tenga una sección de 30 x 30 centímetros, carezca de cambios de dirección o rotaciones, y esté cerrada convenientemente, pero de forma que sea practicable en todas las plantas desde lugares de uso común.

### 1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado

En el caso de suministro a un solo abonado, como edificios públicos o destinados a una industria específica, no existen líneas repartidoras; la caja general de protección enlazará directamente con el contador o contadores del abonado. Cada contador enlazará con el correspondiente dispositivo privado de mando y protección.

## 1.2 Conductores

Las líneas repartidoras destinadas a la conexión de contadores instalados en forma individual o concentrados por plantas y cuando la alimentación a las mismas se realice por su parte inferior, podrán estar constituidas por tramos de diferentes secciones y composición. El número de conductores en cada uno de los tramos será el conveniente a fin de establecer un reparto lo más equilibrado posible de las cargas previsibles sobre los conductores de acometida. Cuando las líneas repartidoras sean alimentadas por su parte superior, deberán tener sección y composición constantes en todo su recorrido.

Los conductores utilizados serán de cobre.

Para el cálculo de la sección de los conductores, se tendrá en cuenta la máxima caída de tensión admisible, que será:

- Para líneas repartidoras destinadas a contadores instalados en forma individual o concentrados por plantas: 1 por 100.
- Para líneas repartidoras destinadas a contadores totalmente concentrados: 0,5 por 100.

Para la sección del conductor neutro se tendrá en cuenta el máximo desequilibrio que pueda preverse y su adecuado comportamiento, en función de las protecciones establecidas, ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse.

La caída de tensión se entiende desde la caja general de protección hasta el arranque de las derivaciones individuales para cada uno de los abonados conectados a la línea repartidora, considerando como carga previsible de cada abonado la correspondiente al grado de electrificación de su vivienda y aplicando los coeficientes de simultaneidad indicados en la Instrucción MI BT 010.



# INSTRUCCIÓN MI BT 014

## INSTALACIONES DE ENLACE Derivaciones individuales

### INDICE

#### 1. DERIVACIONES INDIVIDUALES.

##### 1.1 Instalación.

##### 1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias.

##### 1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado.

##### 1.2 Conductores.

#### 1. DERIVACIONES INDIVIDUALES

##### 1.1 Instalación

##### 1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias

Las derivaciones individuales enlazarán el contador o contadores de cada abonado con los dispositivos privados de mando y protección, no permitiéndose el empleo de un neutro común para distintos abonados.

En todos los casos, las derivaciones individuales deberán discurrir, siempre que sea posible, por lugares de uso común.

Las derivaciones individuales podrán estar constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial.

Los tubos que se destinen a contener los conductores de una derivación individual, deberán ser de un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 23 milímetros en el caso de edificios destinados principalmente a viviendas. En los edificios comerciales destinados a una concentración de industrias, se instalarán dos tubos por abonado, que deberán ser, como mínimo, de 29 milímetros de diámetro.

En cualquier caso es recomendable disponer algún tubo de reserva desde la concentración de contadores hasta las viviendas o locales para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Se recomienda alojar las derivaciones individuales en el interior de una canaladura, preparada exclusivamente con ese fin en la caja de la escalera, que tenga una sección de 30 x 30 centímetros, carezca de cambios de dirección o rotaciones, y esté cerrada convenientemente, pero de forma que sea practicable en todas las plantas desde lugares de uso común.

### 1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado

En el caso de suministro a un solo abonado, como edificios públicos o destinados a una industria específica, no existen derivaciones individuales la caja general de protección enlazará directamente con el contador o contadores del abonado. Cada contador enlazará con el correspondiente dispositivo privado de mando y protección.

## 1.2 Conductores

El número de conductores vendrá fijado por el de fases necesarias para la utilización de los receptores del abonado, así como por la importancia del suministro. A este respecto se tendrá en cuenta la potencia que en suministro monofásico está obligada a efectuar la Empresa distribuidora si el abonado así lo desea, de acuerdo con la Instrucción MI BT 010.

Los conductores utilizados serán de cobre y, para el cálculo de su sección, se tendrá en cuenta:

- a) La demanda prevista de cada abonado, que será, como mínimo, la fijada por la Instrucción MI BT 010.
- b) La máxima caída de tensión admisible, que será:
  - Para el caso de contadores instalados en forma individual o concentrados por planta: 0,5 por 100.
  - Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1 por 100.

La caída de tensión se entiende desde el punto de arranque de la derivación individual en una línea repartidora hasta el punto de conexión del dispositivo privado de mando y protección.

# INSTRUCCIÓN MI BT 015

## INSTALACIONES DE ENLACE Contadores

### INDICE

#### 1. CONTADORES.

##### 1.1 Condiciones generales. Fusibles de seguridad.

##### 1.2 Colocación en forma individual.

##### 1.3 Colocación en forma concentrada.

##### 1.4 Elección de la forma de colocación.

#### 1. CONTADORES

##### 1.1 Condiciones generales. Fusibles de seguridad

Con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior del abonado, señaladas en la Instrucción MI BT 016, se colocarán fusibles de seguridad. Estos fusibles se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al contador: tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que pueda presentarse y estarán precintados por la Empresa distribuidora. Cuando la caja general de protección esté prevista para alimentar a un solo abonado con un solo contador, podrán suprimirse los fusibles de seguridad correspondientes a este contador, ya que su función queda cumplida por los fusibles de la caja general de protección.

Los contadores se instalarán sobre bases constituidas por materiales adecuados y no inflamables, y podrán disponerse en forma individual o en forma concentrada.

##### 1.2 Colocación en forma individual

Dentro o fuera del local del abonado se colocará el contador o contadores correspondientes, en sitio inmediato a su puerta de entrada y a una altura comprendida entre los 1,50 y 1,80 metros, y de forma que sea accesible por todos sus lados.

Dentro del local del abonado, y en instalaciones antiguas, podrá tolerarse la instalación en la cocina, pasillo, etc., pero nunca en cuartos de baño, retretes, dormitorios y demás habitaciones de uso reservado. Fuera del local se colocarán preferentemente en los descansillos de las escaleras, en cajas empotradas o de obra de fábrica, dispuestas de forma que su puerta sea precintable y se pueda leer el contador sin necesidad de abrirla. En el caso de viviendas tipo chalet o apartamentos aislados, los contadores podrán estar empotrados en las obras de fábrica de las vallas o cercas, colocándose en el interior de hornacinas adecuadas a este fin. En electrificaciones rurales, obras, etc., podrán instalarse sobre postes en el interior de cajas estancas.

Los contadores se fijarán sobre la pared, nunca sobre tabique. Sobre sus bases podrán colocarse los fusibles de seguridad. Las dimensiones y forma de dichas bases corresponderán a diseños adoptados por las Empresas distribuidoras en sus normas particulares, y sobre ellas podrán colocarse cajas o cubiertas precintadas que permitan la lectura de las indicaciones de los contadores y den carácter jurídico a la inaccesibilidad del aparato para el abonado.

El abonado será responsable del quebrantamiento de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las Empresas, así como de la rotura de cualquiera de los elementos que queden bajo su custodia, cuando el contador esté instalado dentro de su local o vivienda. En el caso de que el contador se instale fuera, será responsable el propietario del edificio.

### **1.3 Colocación en forma concentrada**

Los contadores podrán concentrarse en uno o varios puntos, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un local o espacio adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación. En este local, y en el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, se colocarán los contadores correspondientes a éstas, a los servicios generales del edificio y a los locales comerciales. En el caso de edificios comerciales o destinados a una concentración de industrias, se colocarán los contadores correspondientes a cada uno de los abonados y a los servicios generales del edificio. La concentración de contadores se hará de acuerdo con las normas particulares de la Empresa distribuidora.

El local utilizado será de fácil y libre acceso, tal como portal, recinto del portero o un departamento o habitación especialmente dedicado a ello, pero nunca en cuartos de calderas de calefacción, de concentración de contadores de agua, de maquinaria de ascensores o de otros servicios. El local no ha de ser húmedo, estará suficientemente ventilado e iluminado y si la cota del suelo es inferior o igual a la de los pasillos y locales colindantes, deberá disponerse sumideros de desagüe para que, en el caso de avería, descuido o rotura de tubería de agua, no puedan producirse inundaciones en el local destinado a centralización de contadores. El local será de dimensiones suficientes para trabajar en él con garantía y comodidad.

Los contadores deberán colocarse de forma que se hallen a una altura mínima del suelo de 0,50 metros y máxima de 1,80 metros. Podrá, sin embargo, admitirse su instalación hasta una altura máxima de 3 metros, debiendo el propietario, en este caso, disponer en el local de elementos de acceso hasta esta altura que permitan la lectura de las indicaciones de los contadores. Entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 metros.

Los contadores estarán protegidos por dispositivos que impidan toda manipulación en ellos y dispuestos en forma que se puedan leer sus indicaciones con facilidad; cada contador y fusible de seguridad tendrá un rótulo indicativo del abonado o derivación individual a que pertenece.

En esta forma de montaje, las conexiones que partiendo de la línea repartidora alimentan a cada una de las derivaciones individuales, estarán protegidas contra toda manipulación.

El propietario del edificio tendrá, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las Empresas distribuidoras y de la rotura violenta de cualquiera de los elementos instalados que queden así bajo su custodia en el local o espacio en que se efectúe la concentración de contadores.

### **1.4 Elección de la forma de colocación**

De las dos formas de colocación de contadores indicadas en los números anteriores, se utilizará la fijada por la Empresa distribuidora en sus normas particulares.

# INSTRUCCIÓN MI BT 016

## INSTALACIONES DE ENLACE Dispositivos privados de mando y protección

### INDICE

#### 1. DISPOSITIVOS PRIVADOS DE MANDO Y PROTECCIÓN.

##### 1.1 Situación y composición.

##### 1.2 Características principales de los dispositivos de protección.

#### 1. DISPOSITIVOS PRIVADOS DE MANDO Y PROTECCIÓN

##### 1.1 Situación y composición

Lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado, se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. En este mismo cuadro se instalarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

Cuando en la instalación interior de la vivienda o local del abonado no existan circuitos diferentes bajo tubos o cubiertas de protección comunes a ellos, podrá no instalarse el interruptor general automático, en cuyo caso servirá como dispositivo general de mando el interruptor diferencial, quedando asegurada la protección contra sobreintensidades por los dispositivos que, independientemente entre sí, protegen a cada uno de los circuitos interiores.

Todos estos dispositivos de mando y protección se consideran independientes de cualquier otro que para control de potencia pueda instalar la Empresa suministradora de la energía, de acuerdo con lo previsto en la legislación vigente.

##### 1.2 Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá capacidad de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. En otro caso, será preciso la instalación, en el mismo cuadro de distribución, de cortocircuitos fusibles adecuados, cuyas características estarán coordinadas con las del interruptor automático general y con la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación y de no responder a esta condición estarán protegidos por cortocircuitos fusibles de características adecuadas. El nivel de sensibilidad de estos interruptores responderá a lo señalado en la Instrucción MI BT 021.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen.

# INSTRUCCIÓN MI BT 017

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS Prescripciones de carácter general

### INDICE

1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
2. **PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.**
  - 2.1 **Conductores activos.**
    - 2.1.1 **Naturaleza de los conductores.**
    - 2.1.2 **Sección de los conductores. Caída de tensión.**
    - 2.1.3 **Intensidades máximas admisibles.**
    - 2.1.4 **Factores de corrección.**
    - 2.1.5 **Cables flexibles para alimentación de aparatos electrodomésticos o similares.**
  - 2.2 **Conductores de protección.**
  - 2.3 **Subdivisión de las instalaciones.**
  - 2.4 **Reparto de cargas.**
  - 2.5 **Posible separación de la alimentación.**
  - 2.6 **Posibilidad de conectar y desconectar en carga.**
  - 2.7 **Medidas de protección contra contactos directos e indirectos.**
  - 2.8 **Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.**
  - 2.9 **Canalizaciones.**
    - 2.9.1 **Disposición.**
    - 2.9.2 **Accesibilidad.**
    - 2.9.3 **Identificación.**

#### 1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Las prescripciones contenidas en esta instrucción se refieren a instalaciones definidas por las siguientes tensiones:

- En sistemas unidos directamente a tierra:  
Corriente alterna: 250 V entre fase y tierra, y  
450 V entre fases.  
Corriente continua: 375 V entre conductor polar y tierra, y 650 V entre conductores polares.
  - En sistemas no unidos directamente a tierra y siempre que no sea utilizado el conductor neutro en la distribución de la energía:  
Corriente alterna: 450 V entre fases.  
Corriente continua: 675 V entre conductores polares.
- Para tensiones superiores a las señaladas, se seguirán las prescripciones particulares indicadas en la Instrucción MI BT 030.
- Las condiciones particulares para instalaciones de conexión de aparatos receptores, se fijan en las Instrucciones MI BT 031 a 038, inclusives.

## **2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL**

### **2.1 Conductores activos**

Se considerarán como conductores activos en toda instalación, los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

#### **2.1.1 Naturaleza de los conductores**

Los conductores rígidos que se empleen en las instalaciones, deberán ser de cobre o de aluminio. Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

#### **2.1.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión**

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 por 100 de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 por 100 para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones facilitadas por el usuario de la energía, o según una utilización racional de los aparatos.

#### **2.1.3 Intensidades máximas admisibles**

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores aislados en canalizaciones fijas, y a una temperatura ambiente de 40° C son las señaladas en las Tablas I y II de esta Instrucción, según sea el tipo de aislamiento y sistema de instalación. Estas tablas se refieren a los cables normalmente usados en instalaciones interiores o receptoras, es decir, de tensión nominal de aislamiento de hasta 750 voltios. Para los cables de tensión nominal de aislamiento de 1.000 voltios o para cables desnudos se aplicarán los valores de las Tablas de las Instrucciones MI BT 004 ó 007 según corresponda.

Para canalizaciones móviles, la intensidad máxima admisible en los conductores aislados será la correspondiente a los mismos en canalizaciones fijas, reducida en un 20 por 100.



En cuanto a los sistemas de instalación, en la Instrucción MI BT 018 se enuncian y se definen cada uno de ellos. Estos sistemas de instalación pueden clasificarse en dos grandes grupos a efectos de disipación térmica, que permita calcular la intensidad máxima admisible en los conductores: "Al aire o directamente empotrados", y «Bajo tubo o en conductos».

La expresión "al aire" se aplica a montajes de cables unipolares o multipolares, instalados según los siguientes sistemas de instalación:

- a) Grapeados directamente sobre paredes o muros.
- b) Colocados en huecos, atarjeas o en zanjas abiertas o ventiladas.
- c) Colocados sobre bandejas perforadas.
- d) Suspendidos de un cable fiador o colocados sobre aisladores o poleas.

Se supone que la sección de los huecos, atarjeas o zanjas, es muy grande comparada con la sección total de todos los cables instalados.

La expresión "directamente empotrados" se aplica a la instalación de cables directamente empotrados bajo el enlucido, albañilería o en muros o paredes de hormigón. Sin embargo, no son aplicables los valores dados en las Tablas cuando el cable está directamente empotrado en materiales de características de aislamiento térmico muy elevadas, tales como lana de vidrio, poliestireno u otros aislantes térmicos.

La expresión "bajo tubo" se aplica al montaje de cables bajo tubo de plástico o metálico o bajo molduras, cualquiera que sea el tipo de instalación del tubo: al aire graneado sobre pared o empotrado, o en atarjeas, huecos o zanjas ventiladas, etc. Sin embargo, no son aplicables los valores dados en las tablas cuando el tubo que aloja el cable está empotrado en materiales de características de aislamiento térmico muy elevadas, tales como lana de vidrio, poliestireno u otros aislantes térmicos.

La expresión «en conductos» se aplica al montaje de cables en conductos o canales abiertos o cerrados o en huecos formados en la estructura de los edificios. Se supone que la sección de estos canales, conductos o huecos es tal que la suma de las secciones totales de todos los cables instalados en ellos es la máxima compatible con un tendido fácilmente realizable.

TABLA 1 — INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE, EN AMPERIOS, PARA CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS CON GOMA, O CON POLICLORURO DE VINILO. (Servicio Permanente) - Temperatura ambiente = 40 °C

Sección nominal mm <sup>2</sup> (5)	AL AIRE O DIRECTAMENTE EMPOTRADOS						BAJO TUBO O CONDUCTO (4)					
	UN SOLO CABLE			VARIOS CABLES			UN SOLO CABLE			VARIOS CABLES		
	1 Unipolar	1 Bipolar	1 Tripolar (1)	2 Unipolares	3 Unipolares (3)	1 Unipolar (2)	1 Bipolar	1 Tripolar (1)	2 Unipolares	3 Unipolares (3)		
0.5	7.5	5.5	5	6	5.5	7	5	4.5	5.5	5		
0.75	10	8	6.5	8.5	7	9	7	6	7.5	6.5		
1	13	10.5	9.5	12	9	12	8.5	7.5	9.5	8.5		
1.5	17	13	12	15	12	15	12	10	12	11		
2.5	23	18	17	21	17	21	16	14	17	15		
4	31	25	23	28	23	28	22	19	23	20		
6	40	32	29	36	29	34	28	24	29	26		
10	55	44	40	50	40	49	38	34	40	36		
16	74	59	54	67	54	64	51	44	54	48		
25	97	78	71	88	73	85	68	59	71	64		
35	120	97	88	110	87	110	83	72	88	78		
50	145	115	105	130	110	130	98	85	110	95		
70	185	140	120	165	140	160	118	100	135	120		
95	225	166	145	200	180	200	140	120	165	145		
120	260	—	—	235	210	230	—	—	190	170		
150	300	—	—	270	240	265	—	—	220	195		

(1) Los mismos valores se aplican a los cables de 4 conductores, constituidos por tres fases y neutro, o tres fases y protección, y a los de 5 conductores, constituidos por tres fases, neutro y protección.

(2) Solo aplicable para corriente continua en cualquier clase de tubo o para corriente alterna en tubos de material no ferromagnético.

(3) Los mismos valores se aplican al agrupamiento de 4 ó 5 conductores para suministros trifásicos con neutro y/o protección.

(4) Ver apartado 2.1.4 "Factores de corrección".

(5) No todas las secciones nominales son de fabricación normal para todas las composiciones de cables en ambos tipos de aislamiento. Véanse las normas (UNE 21 027, I+R, y 21 031).

TABLA 11—INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES regidos CON CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS CON GOMA BUTÍLICA, ETILENO-PROPILENO O POLIETILENO RETICULADO.

(Servicio permanente) Temperatura ambiente 40 °C.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	TIPO DE INSTALACION			
	Al aire o directamente empotrados		Bajo tubo o conducto (3)	
	1 Bipolar 2 Unipolares agrupados	1 Tripolar (1) 3 Unipolares agrupados (2)	1 Bipolar 2 Unipolares agrupados	1 Tripolar (1) 3 Unipolares agrupados (2)
1	17	15	15	13
1,5	22	20	20	18
2,5	30	27	27	23
4	40	36	36	31
6	52	47	47	41
10	72	64	64	57
16	96	86	86	76
25	128	114	114	101
35	157	141	141	124
50	191	171	171	151
70	243	218	218	192
95	294	264	264	232

- (1) Los mismos valores se aplican a los cables de 4 conductores, constituidos por tres fases y neutro o tres fases y protección, y a los de 5 conductores, constituidos por tres fases, neutro y protección.
- (2) Los mismos valores se aplican al agrupamiento de 4 conductores para suministros trifásicos con neutro o 5 conductores para suministros trifásicos con neutro y protección.
- (3) Ver factores de corrección.

#### 2.1.4 Factores de corrección

La intensidad máxima admisible deducida de las Tablas I y II deberá corregirse teniendo en cuenta las características de la instalación de forma que el incremento de temperatura provocado por la corriente eléctrica, no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a 60° C, en los cables con aislamiento de policloruro de vinilo o de goma y 35° C en los cables con aislamiento de goma butílica, etileno - propileno o polietileno reticulada.

Cuando por un tubo o conducto tengan que pasar más de 3 conductores normalmente recorridos por la corriente, los valores de la intensidad máxima admisible se reducirán aplicando los factores de reducción siguientes:

de 4 a 7 conductores = 0,90

más de 7 conductores = 0,70

Para el cómputo de estos conductores no se tendrá en cuenta en ningún caso el conductor de protección ni el neutro en un suministro trifásico con neutro.

Para valores de la temperatura ambiente diferente de 40° C se aplicarán los factores de corrección de la Tabla III, según el tipo de aislamiento.

**TABLA III—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE**

Tipo de aislamiento	TEMPERATURA °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
V-G	1,57	1,49	1,40	1,30	1,22	1,13	1,00	0,87	0,71
B-D-R	1,30	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,89

#### Tipos de aislamiento:

V = Policloruro de vinilo.

G = Goma.

B = Goma butílica (butil).

D = Etileno - propileno.

R = Polietileno reticulado.

### 2.1.5 Cables flexibles para alimentación de aparatos electrodomésticos o similares

Los cables flexibles aislados con policloruro de vinilo no deben emplearse en aparatos cuyas partes metálicas exteriores puedan alcanzar una temperatura superior a 75° C y puedan entrar en contacto con el cable en servicio normal, a menos que sea un cable especialmente concebido para resistir dicha temperatura sin deterioro.

Los cables flexibles conectados permanentemente a un aparato receptor de Clase 1, tendrán un conductor verde/amarillo, conectado al borne interior de tierra del aparato y en el otro extremo, al contacto de tierra de la clavija de toma de corriente, si existe.

La sección nominal de los conductores de estos cables flexibles, será como mínimo la que se indica en la Tabla IV.

TABLA IV—SECCIONES NOMINALES DE LOS CABLES FLEXIBLES PARA ALIMENTACIÓN DE APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS O SIMILARES

Intensidad nominal del aparato $I_n$ , A	Sección del conductor $mm^2$
$I_n \leq 10$	0,75
$10 < I_n \leq 13,5$	1
$13,5 < I_n \leq 16$	1,5
$16 < I_n \leq 25$	2,5
$25 < I_n \leq 32$	4
$32 < I_n \leq 40$	6
$40 < I_n \leq 60$	10

### 2.2 Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada por la Tabla V, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Los valores de esta tabla solo son válidos cuando los conductores de protección están constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares.

TABLA V

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación $[mm^2]$	Secciones mínimas de los conductores de protección $[mm^2]$
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(\*) Con un mínimo de:  
2,5  $mm^2$  si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica;  
4  $mm^2$  si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 milímetros cuadrados, se puede admitir, para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de la Tabla V pero por lo menos iguales a 16 milímetros cuadrados y siempre que se justifique que el funcionamiento del dispositivo de corte

automático es tal que el paso de la corriente de defecto por el conductor de protección no provoca en éste un calentamiento capaz de perjudicar su conservación o su continuidad. En caso de defecto franco, el dispositivo de corte actuará antes de que los conductores de protección experimenten un incremento de temperatura de:

100 grados centígrados si los conductores son aislados.

150 grados centígrados si los conductores son desnudos.

Si los conductores de protección están constituidos por un metal diferente al de los conductores de fase o polares, sus secciones se determinarán de manera que presenten una resistencia eléctrica equivalente a la que resulte de la aplicación de la Tabla V,

Los conductores de protección conectados a un interruptor con bobina de tensión tendrán unas secciones mínimas, cualquiera que sea la sección de los conductores de la instalación de:

2,5 milímetros cuadrados en cobre, si los conductores de protección tienen protección mecánica.

4 milímetros cuadrados en cobre, si los conductores de protección no tienen protección mecánica.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto.
- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.
- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale independientemente de esta canalización, tiene, no obstante, que seguir el curso de la misma.
- Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techo estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviese partes combustibles del edificio.
- El conductor de protección de una canalización móvil, no será independiente de los demás conductores de esta canalización.
- En el caso de canalizaciones con conductores blindados con aislamiento mineral la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada.
- Cuando las canalizaciones están constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o de cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos conductores que los conductores activos
- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra las deterioraciones mecánicas y químicas, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido o por piezas de conexión de aprieto por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de aprieto, si se usan, estarán provistos de un dispositivo que evite su desaprieto.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar las deterioraciones causadas por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

### 2.3 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados con los dispositivos generales de protección que le precedan. Además, esta subdivisión se establecerá de forma que permita localizar las averías, así como controlar los aislamientos de la instalación por sectores.

### 2.4 Reparto de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

### 2.5 Posibilidad de separación de la alimentación

Se podrán separar de la fuente de alimentación de energía:

- a) Toda instalación cuyo origen esté en una red de distribución.
- b) Toda instalación cuyo origen esté en una línea general de distribución.
- c) Toda instalación con origen en un cuadro de mando o de distribución.

Los dispositivos admitidos para esta separación son:

- los cortacircuitos fusibles
- los seccionadores
- los interruptores
- los bornes de conexión.

Los dispositivos de separación se situarán y actuarán en un mismo punto de la instalación, y cuando esta condición resulte de difícil cumplimiento, se colocarán instrucciones o avisos aclaratorios. Los dispositivos deberán ser accesibles y estarán dispuestos de forma que permitan la fácil identificación de la parte de la instalación que separan.

### 2.6 Posibilidad de conectar y desconectar en carga

Se instalarán dispositivos apropiados que permitan conectar y desconectar en carga en una sola maniobra, en:

- a) Toda instalación interior o receptora en su origen. Podrán exceptuarse de esta prescripción los circuitos destinados a relojes, a rectificadores para instalaciones telefónicas cuya potencia nominal no exceda de 500 voltamperios y los circuitos de mando o control, siempre que su desconexión impida cumplir alguna función importante para la seguridad de la instalación. Estos circuitos podrán desconectarse mediante dispositivos independientes del general de la instalación.
- b) Cualquier receptor.
- c) Todo circuito auxiliar para mando o control, excepto los destinados a la tarificación de la energía
- d) Toda instalación de aparatos de elevación o transporte, en su conjunto.
- e) Todo circuito de alimentación en Baja Tensión destinado a una instalación de tubos de descarga en Alta Tensión.
- f) Toda instalación de locales que presente riesgo de incendio o de explosión.
- g) Las instalaciones a la intemperie.

- h) Los circuitos con origen en cuadros de distribución.
- i) Las instalaciones de acumuladores.
- j) Los circuitos de salida de generadores.

Los dispositivos admitidos para la conexión en carga, son:

- Los interruptores.
- Los cortacircuitos fusibles accionados por empuñaduras, o cualquier otro sistema aislado que permita esta maniobra.
- Las tomas de corriente de intensidad nominal no superior a 10 amperios. Deberán ser de corte omnipolar los dispositivos siguientes:
- Los situados en el origen de toda instalación interior o receptora.
- Los destinados a circuitos polifásicos en que el conductor neutro o compensador no esté puesto directamente a tierra.
- Los destinados a aparatos de utilización cuya potencia sea superior a 1.000 vatios, salvo que prescripciones particulares admitan corte no omnipolar.
- Los situados en circuitos que alimenten a instalaciones de tubos de descarga en Alta Tensión.
- Los destinados a circuitos que alimenten lámparas de arco o autotransformadores.

En los demás casos, los dispositivos podrán no ser de corte omnipolar, siempre que el corte interrumpa simultáneamente a todos los conductores de fase o polares. Esta prescripción no es aplicable a las instalaciones interiores de las viviendas alimentadas con dos fases, de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 024.

En principio, el conductor neutro o compensador no podrá ser interrumpido salvo cuando el corte se establezca por interruptores omnipolares. Se exceptuarán los conductores neutros que unan entre sí generadores o transformadores funcionando en paralelo, cuando la interrupción de este conductor pueda ser necesaria para evitar corrientes de circulación importantes.

## **2.7 Medidas de protección contra contactos directos e indirectos**

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para las personas (y eventualmente para los animales domésticos) tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos, las instalaciones deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

Estas medidas de protección son las señaladas en la Instrucción MI BT 021.

## **2.8 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica**

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios. Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en canalizaciones de, aproximadamente, 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar el aislamiento que corresponda.

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador, que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1.000 voltios y, como mínimo, 250 voltios con una carga externa de 100.000 ohmios.

Durante la medida, los conductores, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual estén unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndolas una vez terminada ésta.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los aparatos de utilización conectados, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los aparatos de interrupción se pondrán en posición de «cerrado» y los cortacircuitos, instalados como en servicio normal. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenido resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato de utilización presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierna o en su defecto 0,5 mega-ohmios
- Desconectados los aparatos de utilización, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda.

La medida de aislamiento entre conductores, se efectúa después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente, para la medida del aislamiento con relación a tierra.

La medida de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2 U + 1.000$  voltios a frecuencia industrial, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores. Durante este ensayo los aparatos de interrupción se pondrán en la posición de «cerrado» y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

## **2.9 Canalizaciones**

### **2.9.1 Disposición**

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:



- a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción MI BT 021, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
  - La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente,
  - La condensación.
  - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstos.
  - La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo,
  - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

### 2.9.2 **Accesibilidad**

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Son admitidas las canalizaciones establecidas en las viviendas con conductores aislados instalados directamente bajo enlucido, así como los conductores aislados enterrados aún cuando no cumplan la última condición prescrita.

### 2.9.3 **Identificación**

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, así como por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales .

# INSTRUCCIÓN MI BT 018

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS Sistemas de instalación

### INDICE

1. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.
2. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES DESNUDOS SOBRE AISLADORES.
3. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SOBRE AISLADORES.
4. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.
  - 4.1 Reunión de conductores bajo una cubierta de protección común.
5. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SIN TUBOS PROTECTORES.
  - 5.1 Conductores colocados directamente sobre las paredes.
  - 5.2 Conductores aislados enterrados.
  - 5.3 Conductores en el interior de huecos de la construcción.
  - 5.4 Conductores bajo molduras.
  - 5.5 Conductores aislados colocados directamente bajo enlucido.
6. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN.

#### 1. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Los principales sistemas de instalación de los conductores que puedan formar parte de una canalización fija, son:

- Conductores desnudos colocados sobre aisladores.
- Conductores aislados colocados sobre aisladores.
- Conductores aislados bajo tubos protectores.
- Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.
  - Conductores aislados enterrados.
- Conductores aislados colocados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados bajo molduras.
- Conductores aislados directamente bajo enlucido.

Las canalizaciones movibles y amovibles pueden estar constituidas por:

- Conductores aislados sin fijación alguna.

- Conductores aislados fijados a elementos de sustentación o apoyos por medio de ataduras aislantes.

## 2. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES DESNUDOS SOBRE AISLADORES

Siempre que su instalación responda a las prescripciones contra los contactos directos señalados en la Instrucción MI BT 021, se permitirá el empleo de conductores desnudos colocados sobre aisladores en los casos siguientes:

- En fábricas, talleres u otros locales industriales construidos con materiales incombustibles que no contengan polvos, gases o, en general, materias inflamables o explosivas.
- En los mismos locales, aunque en ellos se produzcan vapores corrosivos, siempre que los conductores estén recubiertos por una sustancia inalterable a los citados vapores.
- Excepcionalmente, en los locales no construidos totalmente con materias incombustibles cuando los conductores deban servir de líneas de contacto.
- Cuando estén colocados en el interior de canaladuras, envolventes o cajas, totalmente cerradas y reservadas exclusivamente para la instalación de estos conductores.
- En locales en que por sus características no sea posible la conservación del aislamiento de los conductores. Tal ocurre, por ejemplo, en los locales o emplazamientos a elevada temperatura.
  - Cuando la tensión no pase de 24 voltios.

Los conductores utilizados pueden estar constituidos por alambres, cables o perfiles de cobre, de aluminio o de sus aleaciones. La temperatura máxima admisible en la superficie de estos conductores es de 80° C y la de sus conexiones con aparatos de utilización no excederá en más de 35 grados centígrados la temperatura ambiente.

Las secciones de los conductores se elegirán en cada caso particular teniendo en cuenta las medidas adoptadas para asegurar su ventilación y de forma que el coeficiente de seguridad, habida cuenta de los esfuerzos mecánicos que soporta, no sea inferior a 3.

Las canaladuras, envolventes, cajas, etc., donde puedan estar instalados estos conductores, permitirán el control de las conexiones y la limpieza periódica de los aisladores.

En su instalación se cuidará que los conductores no puedan aproximarse entre sí ni tampoco a las paredes, muros o techos y, en consecuencia, debe preverse la distancia entre aisladores, la separación entre conductores y la de éstos con las paredes, muros o techos próximos. Se tendrá también en cuenta los esfuerzos electrodinámicos que se presenten en caso de cortocircuito. A los efectos anteriores se cumplirán los requisitos siguientes:

- Para canalizaciones establecidas con alambres o cables, la separación con las paredes, muros o techos o cualquier otro objeto, así como con las canalizaciones destinadas a otros usos, no deberá ser inferior a 10 centímetros. En caso de necesidad, se admitirá una separación menor, siempre que se hayan previsto medidas evitando el riesgo de los contactos bien por aproximación de los aisladores que sustentan los conductores, bien por interposición de materias aislantes, etc. No obstante, esta separación no será nunca inferior a 5 centímetros.

Para la distancia entre conductores se seguirá lo dispuesto en la Instrucción MI BT 003.

Los empalmes y derivaciones se realizarán de acuerdo con las prescripciones señaladas en la Instrucción MI BT 003.

- Para canalizaciones establecidas con perfiles, se tendrá en cuenta los esfuerzos que pueden producirse por dilatación y que pudieran originar el contacto entre conductores o entre éstos y las paredes, muros o techos, así como la destrucción de los aisladores, debiendo prever para estos casos adecuadas juntas de dilatación. Se tendrá en cuenta, además, las vibraciones a las que parecen estar sometidos los conductores, para lo cual los aisladores estarán suficientemente dimensionados y próximos entre sí. Las

conexiones entre los conductores o las derivaciones de los mismos se realizarán mediante dispositivos a base de uniones por tornillo adaptados a la naturaleza y sección de los conductores.

Cuando se establezcan conexiones entre conductores desnudos y aislados, será admisible, en un tramo de estos últimos próximo a la conexión, que la temperatura alcanzada por el aislamiento sea superior a la admisible siempre que se considere en dicho tramo a los conductores como si fueran desnudos. Se recomienda suprimir el aislamiento en esta longitud.

Para la identificación del conductor neutro se seguirán las prescripciones establecidas en la Instrucción MI BT 003.

### **3. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SOBRE AISLADORES**

Estas canalizaciones se utilizarán únicamente cuando los conductores no estén expuestos a deterioros por riesgo mecánico, debiendo situarse en principio a una distancia del suelo no inferior a 2.5 metros.

Los conductores utilizados serán de tensión nominal no inferior a 250 voltios.

Para su instalación se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Los conductores se tensarán de forma que el coeficiente de seguridad no sea inferior a 3, no considerando el aislamiento, a estos efectos, como elemento resistente.
- La distancia entre aisladores consecutivos será tal que los conductores no puedan entrar en contacto entre sí, con las paredes, muros, techos o cualquier otro objeto próximo a ellos.

Estas distancias serán, como máximo, de:

1,20 metros para conductores de cobre de sección inferior o igual a 10 milímetros cuadrados, colocados horizontalmente.

1,50 metros para conductores de cobre de sección superior a 10 milímetros cuadrados colocados horizontalmente y para los instalados verticalmente, cualquiera que sea su sección.

Puede admitirse, en caso necesario, distancias mayores de las indicadas cuando, sin inconveniente alguno, pueda aumentarse la flecha alcanzada por los conductores.

- La distancia entre conductores de polaridades diferentes será, como mínimo, de 1,5 centímetros en locales o emplazamientos secos, y de 3 centímetros en otros locales o emplazamientos.
- La distancia entre conductores y las paredes, muros o cualquier otro objeto próximo, no será inferior a 1 centímetro en locales o emplazamientos secos, y de 5 centímetros cuando se trate de otros locales o emplazamientos.
- Las conexiones entre conductores se realizarán de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 003.
- Las derivaciones se efectuarán en la proximidad inmediata a uno de los soportes de la canalización y no originarán tracción mecánica sobre la misma.
- Las piezas utilizadas para los empalmes y derivaciones deberán aislarse:
  - a) Cuando la distancia entre estas piezas sin aislar y las paredes, techos u objetos próximos a ellos resultara inferior a 3 centímetros.
  - b) Cuando la distancia entre estas piezas sin aislar y los conductores aislados próximos a ellos resultara inferior a 1 centímetro.

El aislamiento de estas piezas se efectuará disponiendo sobre las mismas varias capas de cinta aislante adecuadas al aislamiento de los conductores, y que ofrezcan en conjunto un espesor equivalente al de este aislamiento.

#### **4. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES**

Este tipo de canalización podrá colocarse directamente sobre las paredes o techos, en montaje superficial, o bien empotrada en los mismos.

Los conductores utilizados serán de tensión nominal no inferior a 440 voltios

Los tubos se elegirán en cada caso teniendo en cuenta las acciones a que han de estar sometidos, las condiciones de su puesta en obra y las características del local donde la instalación se efectúe.

##### **4.1 Reunión de conductores bajo una cubierta de protección común**

Para la instalación de circuitos bajo tubos o cubiertas de protección común, se tendrá en cuenta:

- a) Un tubo o cubierta protectora sólo contendrá, en general, conductores de un mismo y único circuito.
- b) Un tubo o cubierta protectora podrá contener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:
  - Todos los conductores estarán igualmente aislados para la máxima tensión de servicio.
  - Todos los circuitos partirán de un mismo aparato general de mando y de protección, sin interposición de aparatos que transformen la corriente (transformadores, autotransformadores, rectificadores, baterías de acumuladores, etc.).
  - Cada circuito estará protegido por separado contra las sobreintensidades.
- c) Si por los conductores circula una corriente alterna y están colocados bajo tubos o cubiertas de protección de material ferromagnético, todos los conductores de un mismo circuito se colocarán dentro de la misma protección.

Las prescripciones particulares para las instalaciones en locales de pública concurrencia, locales con riesgo de incendio o explosión y las de otros de características especiales, señalan para cada uno de ellos las limitaciones para este tipo de canalizaciones.

#### **5. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SIN TUBOS PROTECTORES**

##### **5.1 Conductores colocados directamente sobre las paredes**

Estas canalizaciones se establecerán con conductores de tensiones nominales no inferiores a 750 voltios, y podrán estar constituidas por: conductores rígidos bajo cubiertas estancas, conductores blindados con aislamiento mineral, o conductores flexibles.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Los conductores se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los conductores no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar y 0,75 metros para conductores armados.
- Los conductores aislados con papel impregnado deberán utilizarse en trayectos sensiblemente horizontales, excepto cuando se trate de conductores aislados con papel impregnado en materias no migrantes.
- Cuando los conductores deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán conductores bajo tubos de plomo armados o con cubiertas de protección a base de policloropreno o

similares. En caso de no utilizar estos conductores, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Cuando los conductores deban estar en contacto con materias usuales de construcción (yeso, cal, cemento, etc.) no se utilizarán conductores con cubierta de plomo que no lleve un revestimiento de protección contra la acción corrosiva de los citados materiales. Se recomienda que los conductores bajo cubierta de plomo sin revestimiento protector no entren en contacto con ciertas maderas, tales como las cupulíferas (encina, castaño, etc.).
- Cuando los conductores puedan estar sometidos a vibraciones importantes, se evitará el empleo de éstos con cubierta de tubo de plomo.
- Se evitará curvar los conductores con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contrario fijada en la Norma UNE correspondiente al conductor utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior de conductores con aislamiento seco y de 15 veces cuando se trate de conductores aislados con papel impregnado.
- Los cruces de los conductores con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior de éstas, dejando una distancia de, como mínimo, 3 centímetros entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los conductores cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

Los puntos de fijación de los conductores estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida. Cuando el cruce de los conductores se efectúe por la parte posterior de la canalización no eléctrica, se seguirá lo dispuesto en el apartado 5.4 de esta Instrucción.

- Los extremos de los conductores serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. Cuando se trate de conductores con aislamiento seco, la estanquidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

Los conductores blindados con aislamiento mineral, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas de estos conductores.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

## **5.2 Conductores aislados enterrados**

Estas canalizaciones se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 006.

## **5.3 Conductores en el interior de huecos de la construcción**

Estas canalizaciones están constituidas por conductores aislados colocados en el interior de huecos de la construcción, bien sobre aisladores fijados directamente a las paredes o bajo tubos protectores. En su instalación cumplirán, según corresponda, lo dispuesto en los Capítulos 3 y 4 de esta Instrucción, en el apartado 5.1 y en la Instrucción MI BT 019.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los conductores o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco conteniendo canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en número elevado o de pequeño radio de curvatura.

Se procurará que la canalización pueda ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los conductores serán accesibles, disponiéndose para ellos los registros necesarios.

Normalmente, como los conductores solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo aplicado en el extremo inferior de un conductor con un recorrido vertical libre no superior a 3 metros, aproximadamente, queda dentro de límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer los puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, para los conductores, cuando se suelten de bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que estén en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

#### **5.4 Conductores bajo molduras**

Estas canalizaciones están constituidas por conductores alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos.

Los conductores rígidos serán de tensión nominal no inferior a 750 voltios y los flexibles de tensión nominal no inferior a 440 voltios.

Las molduras podrán ser reemplazadas por guarniciones de puertas, astrágalos o rodapiés ranurados, siempre que cumplan las condiciones impuestas para las primeras.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir conductores rígidos de sección igual o inferior a 6 milímetros cuadrados serán, como mínimo, de 6 milímetros.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 centímetros por encima del suelo.
- En el caso de utilizar rodapiés ranurados, el conductor más bajo estará, como mínimo, a 5 centímetros por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso, agua, gas, etc., se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce.

La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo:

1 centímetro en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce.

3 centímetros en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión a tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otra materia, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que ésta está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

### **5.5 Conductores aislados colocados directamente bajo enlucido**

Estas canalizaciones sólo se utilizarán para las instalaciones de viviendas a las que corresponda el grado de electrificación mínima, según Instrucción MI BT 022.

Los conductores serán de tipo especialmente construido para este fin, de tensión nominal no inferior a 750 voltios, aislados con policloruro de vinilo o polietileno, bajo una cubierta plana de policloruro de vinilo o de caucho vulcanizado, y estarán formados por dos o tres conductores de cobre dispuestos en paralelo, entre los cuales la cubierta presentará una o varias hendiduras en sentido longitudinal, para permitir la fácil separación de los conductores en las curvas y en los extremos próximos a las conexiones en las cajas de mecanismo, así como la fijación de los conductores sobre las paredes.

Para la ejecución de estas instalaciones se tendrá en cuenta:

- Los conductores se colocarán en los tabiques y muros únicamente en recorridos horizontales y verticales.  
Nunca se colocarán sobre los suelos, pero si podrán situarse dentro de las bovedillas o en los espacios huecos del forjado entre el techo y el suelo, siempre que los materiales utilizados sean totalmente incombustibles.
- Los conductores para interruptores o mecanismos situados junto a puertas, se colocarán a 10 centímetros del cerco de éstas, pudiendo, desde las cajas del mecanismo, continuar el conductor en la misma línea vertical; los conductores que se coloquen para unir líneas horizontales situadas en las partes altas y baja de un local o habitación, se situarán en las esquinas a 10 centímetros de éstas.
- Los conductores que hayan de colocarse horizontalmente estarán situados a 30 centímetros debajo de los techos o sobre los suelos, manteniéndose estas distancias en todo su recorrido.
- Los conductores se colocarán a 10 centímetros, al menos, por encima de ventanas, puertas, etc. Asimismo se prohíbe la colocación de conductores a lo largo de los cercos de las ventanas, puertas, etc.
- Para pasar de la colocación vertical a la horizontal o viceversa en un mismo plano, se rasgarán las hendiduras de los conductores en una longitud aproximada de 10 centímetros como mínimo, utilizando para ello cuchillo o herramienta adecuada. Uno de los hilos, el exterior de la curva formará la curva normal y el otro o los otros se curvarán en forma invertida para adaptar el conjunto en forma plana al tabique, muro o techo y de modo que el grueso no sea superior al del conductor.
- Los medios que se empleen para fijar los conductores, no producirán en ellos ninguna deformación o deterioro.

Son admisibles las sujeciones con bandas de escayola o yeso y con grapas aislantes o metálicas provistas de aislamiento protector y adecuadas a la forma y dimensiones de los conductores.

También puede realizarse la fijación por medio de clavos de acero de cabeza redonda, inoxidable y provistos de un ovalillo de cartón aislante o plástico de diámetro mayor que



la cabeza del clavo. La longitud y temple de estos clavos serán los adecuados a la naturaleza de los muros, tabiques y techos.

Para la fijación de los conductores por medio de clavos, éstos se colocarán precisa y únicamente utilizando las hendiduras que los conductores tengan en los espacios planos entre cada dos hilos y sirviendo el ángulo de estas ranuras como guía a la punta del clavo.

- Los conductores se apoyarán firmemente en los tabiques, muros o techos, en toda su extensión, sujetándolos con clavos, grapas o bandas colocadas a distancia de unos 25 a 30 centímetros en tabiques de ladrillo si el conductor se coloca verticalmente, y en todos los ladrillos si la colocación es horizontal o sobre techo.

La fijación con bandas de escayola, podrá realizarse efectuando previamente la sujeción del conductor con clavos en forma provisional, que después serán retirados, pero utilizando siempre para clavar éstos las hendiduras de los conductores.

- Si hubiera necesidad de colocar juntamente varios conductores, se dejará entre ellos una separación de 20 milímetros para que la unión de la masa del enlucido con el tabique y recibido de los conductores se haga debidamente. Se prescindirá del mantenimiento de esta distancia al llegar los conductores a las cajas de registro o de mecanismo, así como a los cuadros.

- Las cajas de registro, así como las de mecanismo, estarán construidas por completo con materiales aislantes; estarán previstas para una tensión de utilización de 750 voltios y dispondrán de aberturas o espesores debilitados en lugares convenientes, para que puedan ser practicadas con facilidad al colocarlas y permitir así el acceso de los conductores planos con sus cubiertas exteriores. En su interior tendrán alojados convenientemente los bornes que permitirán la introducción y fijación de los conductores por tornillos de presión, pudiendo realizarse así las conexiones necesarias.

- En ningún caso se permitirá en esta clase de instalaciones la unión de los conductores por medio de empalmes, ni en las cajas ni fuera de ellas.

- Los conductores serán desprovistos de su envoltura protectora exterior solamente dentro de la caja y los conductores con su aislamiento, se colocarán ordenadamente en su interior hasta los bornes correspondientes.

- Cuando se prevea derivación de líneas o alimentación de otros mecanismos, se utilizarán cajas especiales provistas de bornes que permitan la introducción de los conductores planos con sus cubiertas exteriores; los conductores con su aislamiento se colocarán ordenadamente en el interior de la caja hasta los bornes correspondientes. Los mecanismos se colocarán en las cajas con facilidad y sin presionar ni arrollar en modo alguno los conductores.

- Si las cajas de mecanismo sólo se utilizaran para éstos, no será necesario que posean bornes especiales, pero sí aberturas adecuadas para la introducción de los conductores planos sin obligarlos ni curvarlos fuertemente.

- Durante la ejecución del enlucido, estas cajas estarán debidamente protegidas para impedir la penetración del mismo, y los conductores se introducirán antes en las cajas. Las conexiones se efectuarán después de ejecutar el enlucido.

- Al realizar la instalación no se recibirán u ocultarán los conductores mientras la totalidad de éstos y las cajas de registro y de mecanismos no se hallen colocados en cada habitación o local y de este modo sea posible la revisión,

Para asegurar un buen asiento del enlucido y un buen recubrimiento del conductor, el espesor del enlucido por encima del conductor será por lo menos de 4 milímetros. Esta condición conduce a un espesor del enlucido de aproximadamente 10 milímetros en las proximidades del conductor,

## **6. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de conductores.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los conductores en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 centímetros y si excede se dispondrán tubos blindados. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que este último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica.

No necesitan protección suplementaria:

- Los conductores provistos de una armadura metálica.
  - Los conductores rígidos aislados con polietileno reticulada llevando una envolvente de protección de policloropreno o producto equivalente cuando sean de 1.000 voltios de tensión nominal.
  - Los conductores blindados con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por los materiales de los elementos a atravesar.
- 
- Si los conductores son desnudos, los pasos se efectuarán mediante aisladores pasantes o mediante forros de materia aislante hidrófuga; en este último caso se utilizará un forro por conductor y la separación de éstos en el paso será la misma que la adoptada para los conductores fuera del mismo.
  - Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
  - Los conductores aislados colocados bajo molduras no se admiten para pasos, salvo que éstos no excedan de 20 centímetros, en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
  - En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, a 10 centímetros en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible y aislante, sin que esta obturación deba ser completamente estanca, aunque se opondrá a la caída de objetos y a la propagación del fuego.

# INSTRUCCIÓN MI BT 019

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

### Tubos protectores

#### INDICE

#### 1. TUBOS PROTECTORES.

##### 1.1 Clase de tubos protectores.

##### 1.2 Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos.

#### 2. COLOCACIÓN DE TUBOS.

#### 1. TUBOS PROTECTORES

##### 1.1 Clases de tubos protectores

Los tubos protectores comprenden las clases siguientes:

- Tubos metálicos rígidos blindados, normalmente de acero, de aleación de aluminio y magnesio, de cinc o de sus aleaciones. Estos tubos son estancos y no propagadores de la llama.
- Tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior. Están constituidos por los tubos anteriormente indicados disponiendo en su interior un forro aislante de papel impregnado.
- Tubos metálicos rígidos normales con aislamiento interior constituidos por un forro aislante de papel impregnado y una cubierta generalmente de hierro emplomado (tubo Bergman) formado por una chapa dispuesta alrededor del mismo con los bordes unidos por solapa a lo largo de una generatriz.
- Tubos aislantes rígidos normales curvables en caliente, fabricados con un material aislante, generalmente policloruro de vinilo o polietileno. Estos tubos son estancos y no propagadores de la llama.
- Tubos aislantes flexibles normales, que pueden curvarse con las manos.
- Tubos metálicos flexibles, constituidos por una cubierta metálica con un fileteado especial para poder curvar el tubo con las manos. Pueden ser normales o blindados, y a su vez disponer o no de aislamiento interior, constituido por un forro aislante de papel impregnado.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

## **1.2 Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos**

En las tablas que siguen figuran los diámetros interiores nominales mínimos en milímetros para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, según sistema de instalación y clase de los tubos.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.







TABLA IV

TUBOS										MONTAJE	
Metálicos rígidos blindados .....										Al aire o empotrados	
Aislados rígidos normales curvables en caliente ...										Al aire	
Diámetro interior nominal mínimo, en mm, recomendado para los tubos en función del número y sección de los conductores que han de alojar											
Sección nominal de los cables (mm <sup>2</sup> )	1 conductor		2 conductores		3 conductores		4 conductores		5 conductores		
	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	
<b>I — TRAMOS RECTOS (*)</b>											
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
2,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11
4	9	9	9	9	9	9	9	11	9	9	11
6	9	9	9	11	9	11	11	11	11	11	16
10	9	9	11	13	11	13	13	16	16	16	21
16	9	9	13	16	13	21	16	21	21	21	29
25	11	11	21	21	21	21	21	29	29	29	29
35	11	13	21	29	21	29	29	29	29	29	36
50	13	16	29	29	29	29	29	36	36	36	36
70	16	21	29	36	36	36	36	36	36	36	48
95	21	21	36	36	36	36	36	48	48	48	48
120	21	29	36	36	48	48	48	48	48	48	
150	29	29	48	48	48	48	48				
185	29		48		48						
240	36										
300	36										
<b>II — TRAMOS CON CAMBIO DE DIRECCION O EMPOTRADOS (**)</b>											
1	9	9	9	9	9	9	9	11	9	9	11
1,5	9	9	9	9	9	9	9	11	9	9	11
2,5	9	9	9	9	9	11	9	11	9	9	11
4	9	9	9	11	9	11	11	11	11	13	13
6	9	9	11	11	11	13	11	16	13	21	21
10	9	9	13	16	13	21	16	21	21	29	29
16	9	11	16	21	21	21	21	29	29	29	29
25	11	13	21	29	29	29	29	29	29	29	36
35	13	16	29	29	29	36	29	36	36	36	36
50	16	21	29	36	36	36	36	36	36	36	48
70	21	21	36	36	36	48	48	48	48	48	48
95	29	29	36	48	48	48	48	48	48	48	48
120	29	29	48	48	48	48					
150	29	29	48	48							
185	36										
240	36										
300	48										
(*) Tramos hasta 3 m en recorrido horizontal o hasta 4 m en recorrido vertical, para tubos metálicos rígidos blindados y para tubos aislados rígidos normales curvables en caliente.											
(**) Empotrados sólo para tubos metálicos rígidos blindados.											



TABLA V

TUBOS							MONTAJE			
Metálicos flexibles blindados con/sin aisl. interior							Al aire o empotrados			
Diámetro interior nominal mínimo, en mm, para tubos en función del número y sección de los conductores que han de alojar										
Sección nominal de los cables (mm <sup>2</sup> )	1 conductor		2 conductores		3 conductores		4 conductores		5 conductores	
	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma
I — TRAMOS RECTOS										
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11
1,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11
2,5	9	9	9	9	9	9	9	11	9	11
4	9	9	9	11	9	11	9	11	11	13
6	9	9	9	11	11	11	11	16	13	21
10	9	9	11	16	16	21	16	21	21	21
16	9	11	16	21	21	21	21	21	21	29
25	11	13	21	21	21	29	29	29	29	29
35	11	16	21	29	29	29	29	36	36	36
50	16	21	29	36	29	36	36	36	36	36
70	21	21	36	36	36	36	36	48	48	48
95	21	29	36	36	36	48	48	48	48	48
120	29	29	48	48	48	48	48	48		
150	29	29	48	48	48	48				
185	36		48							
240	36									
300	36									
II — TRAMOS CON CAMBIO DE DIRECCION O EMPOTRADOS										
1	9	9	9	9	9	11	9	11	9	13
1,5	9	9	9	9	9	11	9	11	9	13
2,5	9	9	9	11	9	11	9	11	11	16
4	9	9	9	11	11	11	11	16	13	21
6	9	9	11	16	11	16	13	21	16	21
10	9	11	16	21	21	21	21	21	21	29
16	11	11	21	21	21	29	21	29	29	29
25	13	16	21	29	29	29	29	36	36	36
35	16	21	29	36	29	36	36	36	36	48
50	21	21	36	36	36	36	36	48	48	48
70	21	29	36	48	36	48	48	48	48	
95	29	29	48	48	48	48				
120	29	29	48	48	48					
150	36	36								
185	36									
240	48									
300	48									

## 2. COLOCACIÓN DE TUBOS

Para la ejecución de las canalizaciones, bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores .

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo son los indicados en la Tabla VI.

Para curvar tubos metálicos rígidos blindados con o sin aislamiento interior, se emplearán útiles apropiados al diámetro de los tubos. Los tubos metálicos rígidos normales con aislamiento interior de diámetro nominal hasta 29 milímetros se curvarán practicando con tenazas adecuadas el número de pliegues necesarios al diámetro de la curva. Cuando ésta sea de 90 grados, y para el radio mínimo de curvatura señalado en la Tabla VI, el número mínimo de pliegues será el señalado en la Tabla VII.

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo recto, situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá, cuando menos al diámetro del tubo mayor más un 50 por 100 del mismo, con un mínimo de 40 milímetros para su profundidad y 80 milímetros para el diámetro o lado interior. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación. Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de aprieto entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6,0 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

- Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización (aterrajado, curvado. etc.), se aplicará a las partes mecanizadas pinturas antioxidantes.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación previendo la evacuación del agua en los puntos más bajos de ella e, incluso, si fuera

necesario estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "T" cuando uno de los brazos no se emplea.

- Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la Instrucción MI BT 018.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 metros para tubos rígidos y de 0,60 metros para tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- La instalación de tubos normales será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Los tubos blindados podrán colocarse antes de terminar la construcción de la pared o techo que los ha de alojar, siendo necesario en este caso fijar los tubos de forma que no puedan desplazarse durante los trabajos posteriores de la construcción.
- En la Tabla VIII se recomiendan las condiciones para la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción. En cualquier caso, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se establecerán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores. Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, en estas condiciones, tubos blindados que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la

superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros, como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

TABLA VI

Diámetro nominal (mm)	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA (mm)						
	(1)	(2)	(4)	(3)	(5)	(6)	(7)
9	90			85	54	48	53
11	110			95	66	5R	65
13	120			105	75	65	71
16	135			120	86	75	79
21	170			—	—	—	100
23	—			165	115	100	—
29	200			200	140	125	130
36	250			225	174	150	165
48	300			235	220	190	210

(1) Tubos metálicos rígidos blindados.  
 (2) Tubos metálicos rígidos blindados, con aislamiento interior.  
 (3) Tubos metálicos rígidos normales, con aislamiento interior.  
 (4) Tubos aislantes rígidos normales.  
 (5) Tubos aislantes flexibles normales.  
 (6) Tubos metálicos flexibles normales, con/sin aislamiento interior.  
 (7) Tubos metálicos flexibles blindados, con/sin aislamiento interior.

TABLA VII

Diámetro nominal de los tubos (mm)	Número de pliegues
9	20 ± 2
11	20 ± 2
13	20 ± 2
16	25 ± 5
23	30 ± 5
29	30 ± 5

TABLA VIII

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Colocación del tubo antes de terminar la construcción y revestimiento (*)	Preparación de la roza o alojamiento durante la construc.	Ejecución de la roza después de la construcción y revestimiento
Muros de: ladrillo macizo .....	si	X	si
ladrillo hueco, siendo el n.º de huecos en sentido transv.: — uno .....	si	X	si
— dos o tres .....	si	X	si
— más de tres ...	si	X	si
bloques macizos de hormigón .....	si	X	X
bloques huecos de hormigón .....	si	X	no
hormigón en masa .....	si	si	X
hormigón armado ...	si	si	X
Forjados: placas de hormigón .....	si	si	no
forjados con nervios .....	si	si	no
forjados con nervios y elem. de relleno .....	si	si	no (**)
forjados con viguetas y bovedillas ...	si	si	no (**)
forjados con viguetas y tableros y revoltón .....	si	si	no (**)
de rasilla .....	si	si	no (**)

# INSTRUCCIÓN MI BT 020

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones

### INDICE

- 1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**
- 1.1 Protección contra sobreintensidades.**
- 1.2 Situación de los dispositivos de protección.**
- 1.3 Características de los dispositivos de protección.**
- 1.4 Cuadro de distribución.**
- 1.5 Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.**
- 1.6 Puestas a tierra.**

#### **1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

##### **1.1 Protección contra sobreintensidades**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

Para la protección del conductor neutro o compensador se tendrá en cuenta:

- Cuando el conductor neutro o compensador del circuito tenga una sección inferior a los conductores de fase o polares, y pueda preverse en él sobrecargas que no hagan actuar los dispositivos de protección destinados exclusivamente a aquellos, se colocará un dispositivo de protección general que disponga de un elemento que controle la corriente en el conductor neutro o compensador, de forma que haga

actuar el mismo cuando la sobrecarga en este conductor pueda considerarse excesiva.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

- En los demás casos, se admite que la protección del conductor neutro o compensador está convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

- b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

## 1.2 Situación de los dispositivos de protección

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

## 1.3 Características de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo

con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

#### **1.4 Cuadros de distribución**

En el origen de toda instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará un cuadro de distribución en el que se dispondrán un interruptor general de corte omnipolar, así como los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecarga de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

El cuadro estará construido con materiales adecuados no inflamables.

#### **1.5 Protección contra sobretensiones de origen atmosférico**

Cuando sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, las instalaciones deberán estar protegidas mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquellas.

En las redes con conductor neutro puesto a tierra, los descargadores deberán conectarse entre cada uno de los conductores de fase o polares y una toma de tierra unida al conductor neutro.

En las redes con neutro no puesto directamente a tierra, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador, y tierra.

En general, las instalaciones en las que sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, se establecerán de forma que quede suficiente separación entre las canalizaciones eléctricas, tanto en el interior como en el exterior de los edificios, en relación con las partes o elementos metálicos unidos a tierra.

La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada. La resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

#### **1.6 Puestas a tierra**

Las puestas a tierra de la instalación, cuando sean necesarias, se establecerán según se indica en la Instrucción MI BT 039.

# INSTRUCCIÓN MI BT 021

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS Protección contra contactos directos e indirectos

### ÍNDICE

1. **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.**
2. **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.**
  - 2.1 **Separación de circuitos.**
  - 2.2 **Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.**
  - 2.3 **Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.**
  - 2.4 **Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.**
  - 2.5 **Recubrimiento de masas con aislamientos de protección.**
  - 2.6 **Conexiones equipotenciales.**
  - 2.7 **Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.**
  - 2.8 **Empleo de interruptores diferenciales.**
  - 2.9 **Dispositivos de corte por tensión de defecto.**
  - 2.10 **Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

### 1. **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS**

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.

Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona puede estar situada, está a una distancia límite de 2,50 metros hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1,00 metros hacia abajo. En la figura 1 se señala gráficamente esta zona.



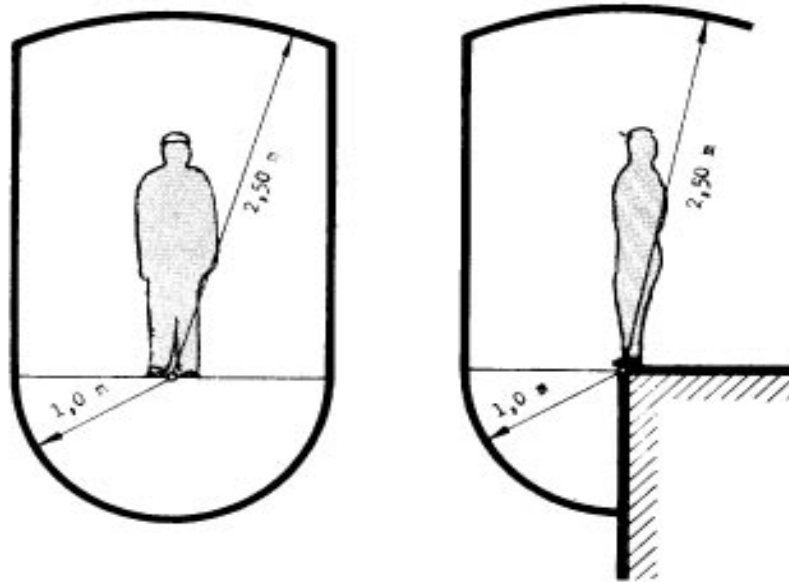


Figura 1

- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2.500 ohmios.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

## 2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección, se tendrá en cuenta:

- a) Instalaciones con tensiones de hasta 250 voltios con relación a tierra:
  - En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.
  - Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre, en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos, en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor; en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.
- b) Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra:
 

En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.

Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

### **Clase A**

Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de la Clase A, son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

### **Clase B**

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.



Los sistemas de protección de la Clase B, son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

## **2.1 Separación de circuitos**

Este sistema de protección consiste en separar los circuitos de utilización de la fuente de energía por medio de transformadores o grupos convertidores, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluso el neutro. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los transformadores o grupos convertidores deberán llevar una toma de corriente fija para el circuito de utilización, desprovista de contacto para conductor de protección. Los transformadores y grupos convertidores podrán ser de la Clase I o II, llevando en ambos casos la  marca y cumplirán, en relación con su aislamiento, lo señalado en la Instrucción MI  BT 035.

Las cubas o carcasas de los transformadores fijos y de los grupos convertidores, deberán estar provistos de un borne destinado a la conexión de conductor de protección. Los transformadores móviles deberán disponer del aislamiento de protección señalado en el apartado 2.3 de esta.

- El circuito de utilización no tendrá ningún punto común con el circuito de alimentación ni con cualquier otro circuito distinto.
- Las masas del circuito de utilización no estarán unidas a tierra ni a las masas de aparatos conectados a otros circuitos. En cambio, las masas de los aparatos pertenecientes al mismo circuito de utilización que puedan ser tocadas simultáneamente, estarán unidas entre sí por un conductor de protección.

- El límite superior de la tensión de utilización y de la potencia en los transformadores de separación monofásicos, será de 250 voltios y 10 kilovoltiamperios, respectivamente. En otros transformadores estos valores límites serán de 440 voltios y 16 kilovoltiamperios.
- En los trabajos a efectuar dentro de recipientes metálicos, tales como calderas, tanques, etc., los transformadores o grupos convertidores se instalarán fuera de estos recipientes.

El sistema de protección por separación de circuitos es aconsejable en las instalaciones a realizar en/o sobre calderas andamiajes metálicos, cascos navales, etc., o sea, en condiciones de trabajo especialmente peligrosas por tratarse de locales o emplazamientos muy conductores. Este sistema de protección dispensa de tomar otros contra los contactos indirectos en el circuito de utilización.

## **2.2 Empleo de pequeñas tensiones de seguridad**

Este sistema de protección consiste en la utilización de pequeñas tensiones de seguridad. Estas tensiones serán de 24 voltios, valor eficaz, para locales o emplazamientos húmedos o mojados, y 50 voltios en locales o emplazamientos secos. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- La tensión de seguridad será suministrada por transformadores, generadores o fuentes autónomas de energía, tales como baterías de pilas o acumuladores, que respondan a las normas UNE correspondientes para esta aplicación de los citados aparatos.
- El circuito de utilización no estará puesto a tierra, ni en unión eléctrica con circuitos de tensión más elevada, bien sea directamente o por intermedio de conductores de protección.
- No se efectuará transformación directa de alta tensión a la tensión de seguridad.
- Las prescripciones para la instalación de los circuitos de utilización que se fijan en la Instrucción MI BT 029.

El empleo de tensiones de seguridad es conveniente cuando se trate de instalaciones o de aparatos cuyas partes activas dispongan de aislamiento funcional y deban ser utilizadas en lugares muy conductores.

Este sistema de protección dispensa de tomar otros contra los contactos indirectos en el circuito de utilización.

## **2.3 Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección**

Este sistema de protección consiste en el empleo de materiales que dispongan de aislamientos de protección o reforzado entre sus partes activas y sus masas accesibles. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los materiales deben satisfacer las prescripciones señaladas para aparatos con aislamiento de la Clase II, según la Instrucción MI BT 031.
- Las partes metálicas accesibles de estos materiales no deben ser puestas a tierra.

La utilización exclusiva de estos materiales y aparatos en una instalación dispensa de tomar otras medidas de protección contra los contactos indirectos.

## **2.4 Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas**

Este sistema de protección consiste en disponer las masas y los elementos conductores de tal manera que no sea posible, en circunstancias habituales, tocar simultánea e involuntariamente una masa y un elemento conductor. Para la aplicación de este sistema se tendrá en cuenta la forma y dimensiones de los objetos conductores que puedan ser manipulados usualmente en el local o emplazamiento de la instalación.

Los medios para conseguir la inaccesibilidad señalada pueden consistir en separar convenientemente las masas de los elementos conductores o bien en la interposición entre ellos de obstáculos aislantes.

La aplicación de este sistema de protección sólo es realizable prácticamente para las masas de equipos fijos o de aparatos amovibles utilizados en situación fija, y, por tanto, en general, habrá de emplearse este sistema simultáneamente con otros.

## **2.5 Recubrimiento de masas con aislamiento de protección**

Este sistema de protección consiste en recubrir las masas con un aislamiento equivalente a un aislamiento de protección.

Al aplicar esta medida se tendrá en cuenta que las pinturas, barnices, lacas y productos similares, no tienen las cualidades requeridas para poder constituir tal aislamiento, a no ser que las normas UNE que se refieren a estos productos, lo señalen específicamente.

El empleo de esta medida de protección dispensa de tomar otras contra los contactos indirectos.

## **2.6 Conexiones equipotenciales**

Este sistema de protección consiste en unir todas las masas de la instalación a proteger, entre sí y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar que puedan aparecer, en un momento dado, diferencias de potencial peligrosas, entre ambos.

Esta medida puede comprender también la unión de las conexiones equipotenciales a tierra, evitando así, igualmente, las diferencias de potencial que puedan presentarse entre las masas o elementos conductores y el suelo lo que supondrá una medida de protección completa, pero solamente en el local donde es utilizada, ya que estas conexiones equipotenciales pueden dar lugar a poner bajo tensión elementos metálicos muy separados del lugar donde se haya producido un defecto a masa, alcanzando incluso a lugares desprovistos de instalación eléctrica.

En consecuencia, el empleo de esta medida de protección requiere el análisis previo, en cada caso, de las situaciones que puede crear su aplicación ya que será preciso, generalmente, insertar partes aisladas en los elementos conductores unidos eléctricamente a las masas, en particular, en railes y conducciones metálicas diversas, para evitar la propagación de un defecto a masa, a otros lugares desprovistos de una medida de protección adecuada. Por consiguiente, si la red de tierra no se prolonga por los locales próximos, incluso para aquellos donde no existan instalaciones eléctricas, es necesario asociar a la instalación eléctrica puesta a tierra con conexiones equipotenciales, un sistema de protección de la Clase B.

El empleo de las conexiones equipotenciales entre las masas y los elementos conductores no aislados de tierra, que puedan ser alcanzados simultáneamente, están indicadas para los locales o emplazamientos mojados, debiendo asociarse uno de los sistemas de protección de la Clase B.

## **2.7 Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

Este sistema de protección, consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- a) En instalaciones en que el punto neutro esté unido directamente a tierra:
  - La corriente a tierra producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
  - Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:
    - 24 voltios en los locales o emplazamientos conductores.

50 voltios en los demás casos.

— Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

b) En instalaciones en que el punto neutro esté aislado de tierra o unido a ella por intermedio de una impedancia que limite la corriente de defecto:

Se cumplirán las tres condiciones fijadas en a), si bien puede admitirse, cuando las condiciones de explotación lo exijan, que la primera condición no sea cumplida, siempre que, en cambio, se cumplan las siguientes:

— Un dispositivo de control debe señalar automáticamente la aparición de un solo defecto de aislamiento en la instalación.

— La segunda condición del apartado a) se cumplirá siempre, incluso en caso de un solo defecto franco de aislamiento.

— En caso de dos defectos de aislamiento simultáneos que afecten a fases distintas o a una fase y neutro, la separación de la instalación donde se presenten estos defectos ha de estar asegurada por un dispositivo de corte automático.

En las instalaciones en que el punto neutro de la red de alimentación esté directamente unido a tierra, pueden utilizarse como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto, los interruptores de máxima y los cortacircuitos fusibles siempre y cuando sus características intensidad" tiempo produzcan la apertura del circuito antes de que puedan excederse las condiciones señaladas en el apartado a).

Esta condición exige que la impedancia de cierre de defecto tenga un valor extraordinariamente bajo y, por otra parte, el valor de la resistencia a tierra de las masas, debe ser tal que no origine para las corrientes de corte de los dispositivos utilizados, tensiones a tierra superiores a los valores señalados en la segunda condición del apartado a). En general, sólo es posible conseguir estas condiciones cuando en la red exista un gran número de tomas de tierra en el neutro y el terreno, por otra parte, sea buen conductor.

Pueden utilizarse igualmente como dispositivos de corte automáticos Censé bias a la corriente de defecto los interruptores diferenciales a los que se refiere el apartado siguiente.

## 2.8 Empleo de interruptores diferenciales

En las instalaciones en que el valor de la impedancia de cierre de defecto a tierra sea tal que no puedan cumplirse las condiciones de corte señaladas en el apartado anterior, deberán utilizarse como dispositivos asociados de corte automático, los interruptores diferenciales. Estos aparatos provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato, alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual, el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas, debe cumplir la relación:

En locales o emplazamientos secos :  $R \leq 50 / I_s$

En locales o emplazamientos húmedos o mojados :  $R \leq 24 / I_s$

siendo  $I_s$  el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

De forma similar se emplean estos aparatos con el sistema de puesta a neutro de las masas a través de un conductor de protección de acuerdo con lo especificado en el apartado 2.10 de esta Instrucción.

Cuando el interruptor diferencial es de alta sensibilidad, esto es, cuando  $I$  es del orden de los 30 mA, puede utilizarse en instalaciones existentes en las que no haya conductores de protección para la puesta a tierra o puesta a neutro de las masas.

Conviene destacar que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad aportan una protección muy eficaz contra incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento.

## 2.9 Dispositivos de corte por tensión de defecto

Este sistema de protección consiste en el corte automático de la instalación en un tiempo lo más corto posible, a partir del momento en que aparezca una tensión peligrosa entre la masa y un punto de tierra que está a potencial cero. Este sistema comprende:

- Interruptor de protección con bobina de tensión.
- Conductor de protección.
- Dispositivo de control del sistema de protección.
- Toma de tierra auxiliar del interruptor.
- Conductor de tierra auxiliar.

La aplicación de este sistema de protección, no exige que las masas de una instalación deban estar unidas eléctricamente a tierra, ni que, por el contrario, deban estar aisladas de la misma. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- El interruptor deberá eliminar el defecto en un tiempo no superior a 5 segundos, mediante el corte de todos los conductores activos, cuando se alcance la tensión considerada como peligrosa.
- La bobina de tensión del interruptor se conectará entre la masa del aparato a proteger y una tierra auxiliar, con objeto de controlar la tensión que puede presentarse entre éstas.
- El conductor de tierra auxiliar estará aislado, con relación al conductor de protección, de la masa del aparato a proteger, de las partes metálicas del edificio y de cualquier estructura en unión eléctrica con el aparato, con objeto de que la bobina de tensión no pueda quedar puenteado. En consecuencia, el conductor de puesta a tierra auxiliar debe ser un conductor aislado .
- El conductor de protección no debe entrar en contacto con partes conductoras distintas de las masas de los aparatos eléctricos a proteger, cuyos conductores de alimentación quedarán fuera de servicio, al actuar el interruptor en caso de defecto.

En todos los casos, el conductor de protección será un conductor aislado.

- Los conductores, tanto el de protección como el de puesta a tierra auxiliar, estarán protegidos contra posibles daños de tipo mecánico. por medio de un revestimiento protector adecuado.
- Cuando las masas de varios aparatos estén conectadas a un solo interruptor de protección, existiendo entre estos aparatos alguno unido a una buena toma de tierra, equivalente a una tierra de protección, la sección del conductor de protección debe ser, por lo menos, igual a la mitad de la sección correspondiente a los conductores de alimentación del aparato que los tenga de mayor sección.
- La toma de tierra auxiliar será eléctricamente distinta a cualquier otra toma de tierra. Como aun en el caso de no haberse conectado expresamente a tierra las masas a proteger, pueden encontrarse unidas eléctricamente a un elemento de la construcción y ésta a tierra, es necesario, en este caso, establecer la tierra auxiliar a una distancia suficientemente

grande de todo el sistema metálico enterrado en la construcción, que constituye de hecho una puesta a tierra de las masas. Cuando las construcciones son metálicas, o abundan

en ellas los elementos metálicos, las distancias necesarias entre la toma de tierra auxiliar y la construcción puede ser frecuentemente superior a 50 metros, por lo que, para solucionar esta dificultad, deberá recurrirse al aislamiento de las masas con relación a tierra.

- Los interruptores de protección responderán a las dos primeras condiciones del punto a) del apartado 2.7 y, además, su funcionamiento deberá poder ser siempre comprobado por medio de un dispositivo de control que podrá llevar o no incorporado.

Para la aplicación de este sistema de protección, se exige el ensayo satisfactorio de su funcionamiento antes de la puesta en servicio de la instalación. Este ensayo se realizará conectando la masa del aparato a proteger, a un conductor de fase por intermedio de una resistencia regulable apropiada. Con la ayuda de un voltímetro de  $R = 2.500$  ohmios, se mide la tensión entre la masa del aparato y una toma de tierra, distante aproximadamente unos 15 metros. Se regula la resistencia de manera que la tensión sea sensiblemente igual a 24 ó 50 voltios, según corresponda. A partir de este momento, una reducción de la resistencia regulable, deberá hacer actuar inmediatamente el interruptor.

## **2.10 Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

Este sistema de protección consiste en unir las masas de la instalación al conductor neutro, de tal forma, que los defectos francos de aislamiento, se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el funcionamiento del dispositivo de corte automático, y en consecuencia, la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- La red de alimentación cumplirá los requisitos señalados para la misma en la Instrucción MI BT 008
- Los dispositivos de corte utilizados serán interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles.
- La corriente producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas al conductor neutro a través de un conductor de protección. La unión de este conductor con el conductor neutro se realizará en un solo punto situado inmediatamente antes del dispositivo general de protección de la instalación o antes de la caja general de protección (Instrucción MI BT 012). Las figuras 2 y 3 representan esquemas de estas conexiones
- Las secciones del conductor neutro y del conductor de protección, serán iguales entre sí y, como mínimo, las indicadas en la Tabla VI de la Instrucción MI BT 017 para estas últimas.
- El conductor neutro de la instalación deberá estar alojado e instalado en la misma canalización que los conductores de fase.
- El conductor de protección estará aislado, y cuando vaya junto a los conductores activos, su aislamiento y montaje tendrán las mismas características que el conductor neutro.
- El conductor neutro estará unido eficazmente a tierra, en forma tal que la resistencia global resultante de las puestas a tierra sea igual o inferior a 2 ohmios. La puesta a tierra del conductor neutro deberá efectuarse en la instalación, uniéndolo igualmente a las posibles buenas tomas de tierra.

próximas, tales como red metálica de conducción de agua, envoltura de plomo de los cables subterráneos de baja tensión etc. En el caso de que a pesar de las disposiciones adoptadas el potencial del conductor neutro con relación a tierra sea susceptible de exceder de 24 voltios en los locales o emplazamientos húmedos o mojados, y de 50 voltios en los demás casos, deberá asociarse este sistema de protección con el empleo simultáneo de interruptor de protección con bobina de tensión.

Se recomienda asociar el sistema de protección por puesta a neutro de las masas, con el empleo de interruptores diferenciales de alta sensibilidad, estableciendo la conexión del conductor neutro con el de protección detrás del interruptor diferencial.

La aplicación de la medida de protección por puesta a neutro de las instalaciones alimentadas por una red de distribución pública estará subordinada a la autorización de la Empresa distribuidora de la energía eléctrica, ya que la eficacia de esta medida de protección depende esencialmente de las condiciones de funcionamiento de la red de alimentación.

Este sistema de protección se realizará siguiendo los esquemas de principio que figuran a continuación.

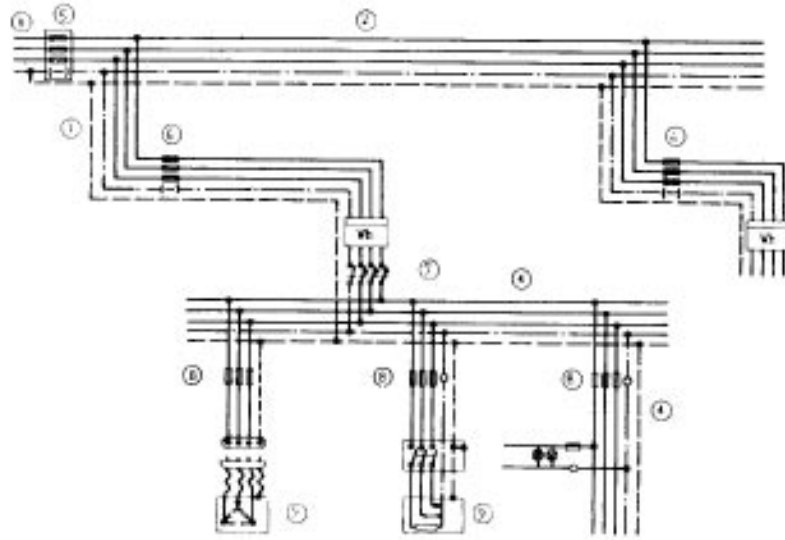


Figura 2

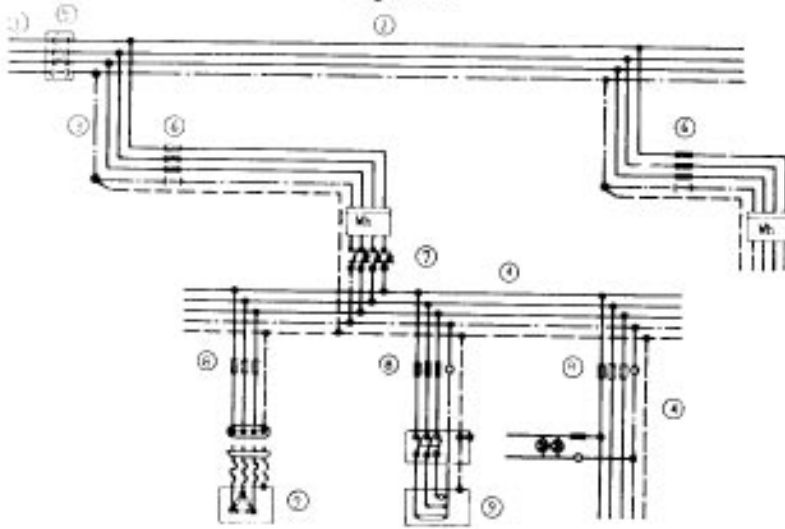


Figura 3

- 1. Armario de distribución general.
- 2. Línea repartidora.
- 3. Derivación individual.
- 4. Instalación interior.
- 5. Caja general de protección.
- 6. Fusibles de seguridad.
- 7. Interruptor automático.
- 8. Cortacircuitos en la instalación interior.
- 9. Envolvente sometida a protección.

- Conductor de fase.
- - - Conductor neutro.
- · - · Conductor de protección.
- ⊢ Seccionador de neutro.
- Borne.
- Cortacircuitos fusible.
- ⊢ Interruptor Paso sin protección.
- ⊢ Interruptor automático. Polo protegido.



## INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS

### Grado de electrificación de las viviendas

#### ÍNDICE

#### 1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN.

##### 1.1 Condiciones para su fijación.

##### 1.2 Número mínimo de circuitos.

##### 1.2.1 Electrificación mínima.

##### 1.2.2 Electrificación media.

##### 1.2.3 Electrificación elevada.

##### 1.3 Puntos de utilización según el grado de electrificación.

##### 1.3.1 Electrificación mínima.

##### 1.3.2 Electrificación media.

##### 1.3.3 Electrificación elevada.

#### 1. GRADO DE Electrificación

##### 1.1 Condiciones para su fijación

Independientemente de la capacidad que, como obligatoria, señalan las Instrucciones MI BT 011, 013 y 014 para las instalaciones de enlace con las redes de distribución, únicamente podrán las viviendas clasificarse como pertenecientes a uno de los grados de electrificación señalados en la Instrucción MI BT 010, cuando, a su vez, las instalaciones interiores respondan, como mínimo, a lo dispuesto en los apartados 1.2 y 1.3 de la presente Instrucción.

No obstante, podrán considerarse comprendidas en los grados de electrificación "Media" y "Elevada", aquellas viviendas en las cuales, no habiéndose establecido el circuito destinado a cocina, hubiera sido prevista su posible instalación, dejando dispuesto un tubo adecuado para los conductores correspondientes, desde el cuadro general de protección hasta el punto destinado a la posible instalación de una toma de corriente con destino a la utilización de la cocina.

##### 1.2 Número mínimo de circuitos

La instalación interior de las viviendas deberá comprender, a efecto de lo dispuesto en el apartado 1.1, los siguientes circuitos, como mínimo.

##### 1.2.1 Electrificación mínima

- Un circuito destinado a puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.
- Un circuito para las tomas de corriente destinadas a otras aplicaciones.

##### 1.2.2 Electrificación media

- Un circuito destinado a puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.
- Un circuito destinado a máquinas de lavar, calentador de agua y secador.
- Un circuito destinado a cocina.
- Un circuito para las tomas de corriente destinadas a otras aplicaciones.

### 1.2.3 Electrificación elevada

- Dos circuitos destinados a puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.
- Un circuito destinado a máquina de lavar, calentador de agua y secador.
- Un circuito destinado a cocina.
- Dos circuitos para las tomas de corriente destinadas a otras aplicaciones.

El cálculo para cada circuito se realizara tomando como base los siguientes valores:

Circuito	Potencia	Grado de electrificación de la vivienda
Alumbrado	66 % de la que resulta al considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 60 vatios cada uno.	Minima Media Elevada
Tomas de corriente	2.200 vatios en una de las tomas.	Minima
	2.200 vatios en dos de las tomas.	Media
	2.200 vatios en dos de las tomas de cada circuito.	Elevada
Cocina	4.400 vatios en la toma para cocina.	Media Elevada
Máquina de lavar, calentador de agua y secador	3.500 vatios en la toma de la máquina de lavar y de la secadora y 2.200 vatios en la toma del calentador.	Media Elevada

## 1.3 Puntos de utilización según el grado de electrificación

En las viviendas, y según el grado de electrificación que les corresponda, se deberán establecer, como mínimo, los siguientes puntos de utilización de la energía, que serán alimentados por los respectivos circuitos señalados en el apartado 1.2.

### 1.3.1 Electrificación mínima

#### Cuarto de estar

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios por cada 6 metros cuadrados de superficie.

#### Dormitorios

Un punto de luz y dos tomas de corriente de 10 amperios.

#### Cocina

Un punto de luz, tres tomas de corriente de 10 amperios. Todas estas tomas dispondrán de contacto de puesta a tierra.

#### Baño o aseo

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios con contacto de puesta a tierra.

#### Vestíbulo

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios.

#### Pasillos

Un punto de luz.

### 1.3.2 Electrificación media

#### Cuarto de estar

Un punto de luz, una toma de corriente por cada 6 metros cuadrados de superficie y de las cuales, una, como mínimo, será de 10 amperios.

### **Dormitorios**

Un punto de luz. Tres tomas de corriente de 10 amperios.

### **Cocina**

Uno o dos puntos de luz fijos según la capacidad y disposición de la cocina. Dos tomas de corriente de 10 amperios, provistas de contacto de puesta a tierra, destinadas a frigoríficos y pequeños aparatos. Si está prevista en la cocina la instalación de máquina de lavar o secadora, se establecerá una toma de corriente para cada una de ellas de 16 amperios, provista de contacto de puesta a tierra. Para la alimentación del calentador de agua, cuando su instalación esté prevista en la cocina, se instalará un interruptor de corte bipolar de 10 amperios.

Una toma de corriente tripolar de 25 amperios con contacto de puesta a tierra para cocina eléctrica.

### **Baños y aseos**

Un punto de luz. Una toma de corriente de 10 amperios con contacto de puesta a tierra. En caso de estar prevista la instalación de máquinas de lavar en alguno de estos cuartos, se instalará una toma de corriente de 16 amperios con contacto de puesta a tierra.

### **Vestíbulo**

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios por cada 12 metros cuadrados de superficie.

### **Pasillos**

Un punto de luz por cada 5 metros de longitud.

#### **1.3.3 Electrificación elevada**

Se establecerán los puntos de utilización señalados para las viviendas con grado de electrificación «Media», agregando, para cada habitación, las tomas de corriente necesarias con contactos de puesta a tierra, si se prevé la instalación de radiadores de calefacción o de acondicionadores de aire cuya alimentación haya de establecerse a través de tomas de corriente.

# INSTRUCCIÓN MI BT 023

## INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS Prescripciones generales

### ÍNDICE

1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
2. **TENSIONES DE UTILIZACIÓN.**
3. **TOMAS DE TIERRA.**
  - 3.1 **Instalación.**
  - 3.2 **Elementos a conectar a tierra.**
  - 3.3 **Puntos de puesta a tierra.**
  - 3.4 **Líneas principales de tierra. Derivaciones.**
4. **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.**
  - 4.1 **Sistemas de protección.**
  - 4.2 **Elección del sistema de protección.**
5. **CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.**
6. **CONDUCTORES.**
  - 6.1 **Conductores activos**
    - 6.1.1 **Naturaleza. Secciones.**
    - 6.1.2 **Caídas de tensión.**
  - 6.2 **Conductores de protección.**
  - 6.3 **Identificación de los conductores.**

#### 1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Las presentes prescripciones son aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro destinado a fines análogos.

#### 2. **TENSIONES DE UTILIZACIÓN**

La tensión nominal de utilización no será superior a 250 voltios con relación a tierra.

Se admite utilizar tensiones superiores únicamente para alimentación de aparatos receptores especiales cuyas características así lo aconsejen.

### **3. TOMAS DE TIERRA**

#### **3.1 Instalación**

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección siguiéndose para ello uno de los siguientes sistemas:

- a) Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 milímetros cuadrados, o un cable de acero galvanizado de 95 milímetros cuadrados, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.
- b) Situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga a base de zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán por soldadura autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto para los puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la Instrucción MI BT 039.

#### **3.2 Elementos a conectar a tierra**

A la toma de tierra establecida se conectará todo el sistema de tuberías metálicas accesibles, destinadas a la conducción, distribución y desagüe de agua o gas del edificio, toda masa metálica importante existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra podrán conectarse, para su puesta a tierra, los depósitos de fuel-oíl, calefacción general, antenas de radio y televisión, y, eventualmente, el conductor neutro.

#### **3.3 Puntos de puesta a tierra**

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- a) En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc.
- b) En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- d) En el punto de ubicación de la caja general de protección.

- e) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

### **3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones**

Al punto o puntos de puesta a tierra a) y b) indicados en el apartado anterior, se conectarán las líneas principales de tierra. Estas líneas podrán instalarse por los patios de luces o por canalizaciones interiores, con el fin de establecer a la altura de cada planta del edificio su derivación hasta el borne de conexión de los conductores de protección de cada local o vivienda.

Las líneas principales y sus derivaciones pueden establecerse en las mismas canalizaciones que las de las líneas repartidoras y derivaciones individuales, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de las Empresas distribuidoras de la energía.

Únicamente es admitida la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cocinas y cuartos de aseo, cuando, por la fecha de construcción del edificio, no se hubiese previsto la instalación de conductores de protección. En este caso, las masas de los aparatos receptores, cuando sus condiciones de instalación lo exijan, podrán ser conectadas a la derivación de la línea principal de tierra directamente, o bien a través de tomas de corriente que dispongan de contacto de puesta a tierra.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción MI BT 017 y, como mínimo, de 16 milímetros cuadrados. Pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo disponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos, paredes, etc.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la línea principal de tierra, será la señalada en la Instrucción MI BT 017 para los conductores de protección.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de aprieto u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquellos.

## **4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

### **4.1 Sistemas de protección**

En toda instalación se dispondrá uno de los siguientes sistemas de protección contra contactos indirectos:

- a) Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Este sistema de protección es admitido exclusivamente cuando la capacidad nominal del interruptor automático, señalado en la Instrucción MI BT 016, sea como máximo de 6 amperios, debiendo cumplirse, además, las siguientes condiciones:

- La impedancia máxima del circuito recorrido por la corriente de defecto será de 6,3 ohmios cuando la tensión de utilización sea de 127 voltios, y 11 ohmios cuando la tensión de utilización sea de 220 voltios.
- La resistencia de tierra medida desde el punto de conexión a tierra en los aparatos receptores será, como máximo, de 3,7 ohmios.

- b) Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Este sistema de protección podrá ser utilizado cualquiera que sea la capacidad nominal del interruptor automático señalado en la Instrucción MI BT 016, debiendo este interruptor, así como la red de alimentación cumplir los requisitos fijados en la Instrucción MI BT 021.

c) Puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales.

Cuando no sean de aplicación los sistemas de protección anteriormente citados, deberá instalarse un interruptor diferencial que proteja la instalación en su conjunto y que tendrá, para la corriente de defecto a tierra, una sensibilidad que dependerá del valor máximo de la resistencia obtenido de puesta a tierra, de acuerdo con lo indicado en la Instrucción MI BT 021. Esta resistencia a tierra se procurará no sea superior a 37 ohmios, con objeto de que puedan ser utilizados interruptores diferenciales de 650 miliamperios de sensibilidad.

En los casos en que la instalación no disponga de puesta a tierra, los interruptores diferenciales de alta sensibilidad podrán ser utilizados como dispositivos de protección, aunque esta disposición pueda disminuir el grado de protección conseguido cuando se utiliza conjuntamente con la puesta a tierra de las masas.

Cuando las instalaciones interiores sean de gran extensión, o cuando para conseguir mayor selectividad se desee establecer protección especial para un receptor o grupo de receptores para un determinado sector o sectores de la instalación, no será obligatoria la instalación de un interruptor diferencial que proteja la instalación en su conjunto, debiendo en este caso, utilizarse diferentes interruptores diferenciales situados en los puntos a partir de los cuales se precise establecer esta protección.

d) Dispositivos de corte por tensión de defecto.

Este sistema de protección podrá ser utilizado siempre que se cumplan para el mismo los requisitos señalados en la Instrucción MI BT 021.

## 4.2 Elección del sistema de protección

Para la protección de viviendas no podrá utilizarse, en una misma red de distribución, los sistemas de protección por puesta a neutro y por puesta a tierra, de las masas.

Sin otra limitación que la anteriormente expuesta y la que resulte de las condiciones de aplicación de cada uno de los sistemas admitidos, las empresas distribuidoras de energía eléctrica fijarán en sus normas particulares el sistema o sistemas de protección admisibles en sus redes.

## 5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

De acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 020, se colocarán en el cuadro general de distribución los interruptores automáticos así como, en caso necesario, el dispositivo o dispositivos especiales de protección contra contactos indirectos. En este mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador colocará sobre el cuadro de distribución una placa metálica impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como el grado de electrificación que, de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 022, corresponda a la vivienda.

## 6. CONDUCTORES

### 6.1 Conductores activos

#### 6.1.1 Naturaleza. Secciones

Los conductores activos serán de cobre; estarán aislados, como mínimo para la tensión nominal de 750 voltios los rígidos, y 440 voltios los flexibles. Los conductores previstos para su instalación directa bajo enlucidos responderán a las especificaciones señaladas en la Instrucción MI BT 018.

Las secciones utilizadas serán, como mínimo, las siguientes:

- 1 milímetro cuadrado para los circuitos de alimentación a los puntos de utilización para alumbrado.
- 1,5 milímetros cuadrados para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente en viviendas de grado de electrificación mínima.
- 2,5 milímetros cuadrados para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente en las viviendas de grado de electrificación media y elevada.
- 4 milímetros cuadrados para el circuito de alimentación a máquina de lavar y calentador de agua.
- 6 milímetros cuadrados para el circuito de alimentación para cocina, frigorífico y secador.

### 6.1.2 Caídas de tensión

No obstante lo dicho anteriormente, la sección de los conductores vendrá impuesta por la carga de tensión desde el origen de la instalación interior a los puntos de utilización. Esta caída de tensión será, como máximo, 1,5 por 100, considerando alimentados los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

## 6.2 Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI BT 017.

## 6.3 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su paso posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo verde. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.



# INSTRUCCIÓN MI BT 024

## INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS

### Ejecución de las instalaciones

#### 1. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

##### 1.1 Sistemas de instalación.

##### 1.2 Condiciones.

##### 1.3 Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido.

#### 2. INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO.

#### 3. CIRCUITOS DERIVADOS. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.

#### 1. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

##### 1.1 Sistemas de instalación

Las instalaciones se realizarán mediante alguno de los siguientes sistemas:

- Conductores aislados bajo tubo, empotrado o en montaje superficial.
- Conductores aislados bajo molduras o rodapiés.
- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido. Este sistema sólo está autorizado en viviendas de grado de electrificación mínima y con sujeción a lo dispuesto en el apartado 1.3 de esta Instrucción.

##### 1.2 Condiciones

En la ejecución de las instalaciones deberá tenerse en cuenta:

- El cuadro general de distribución se situará en lugar fácilmente accesible y de uso general, y su emplazamiento no podrá, en consecuencia, corresponder a cuartos de baño, retretes, dormitorios, etc. Este cuadro estará realizado con materias no inflamables.
- Las canalizaciones admitirán, como mínimo, dos conductores activos de igual sección, uno de ellos identificado como conductor neutro y, eventualmente, un conductor de protección cuando sea necesario.
- La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase o en caso de circuitos con dos fases, sobre el conductor no identificado como conductor neutro.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación.

- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. Cuando resulte impracticable cumplimentar esta disposición, las tomas de corriente que se conecten a la misma fase deben estar agrupadas y se establecerá una separación entre tomas de corriente conectadas a fases distintas, de por lo menos 1.5 metros.
- Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- Los aparatos para instalación saliente, deben fijarse a las paredes sobre una base aislante. No obstante, los aparatos que, por construcción, dispongan de una base o dispositivo equivalente, pueden fijarse directamente a las paredes sin interposición de otra base.
- La instalación de aparatos empotrados se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente.
- La instalación de aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico.
- La utilización de aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, no exige la instalación de cajas especiales para su empotramiento, pero el hueco reservado al mismo deberá permitir alojar los conductores con toda holgura.

### 1.3 Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido

Este sistema de instalación queda limitado de acuerdo con lo indicado en la Instrucción MI BT 018, a las instalaciones para viviendas con grado de electrificación mínima.

## 2. INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

- Volumen de prohibición.—Es el volumen limitado por planos verticales tangentes a los bordes exteriores de la bañera, baño-aseo o ducha, y los horizontales constituidos por el suelo y por un plano situado a 2,25 metros por encima del fondo de aquellos o por encima del suelo, en el caso de que estos aparatos estuviesen empotrados en el mismo.
- Volumen de protección.—Es el comprendido entre los mismos planos horizontales señalados para el volumen de prohibición y otros verticales situados a 1,00 metro de los del citado volumen. La figura 1 señala estos volúmenes.

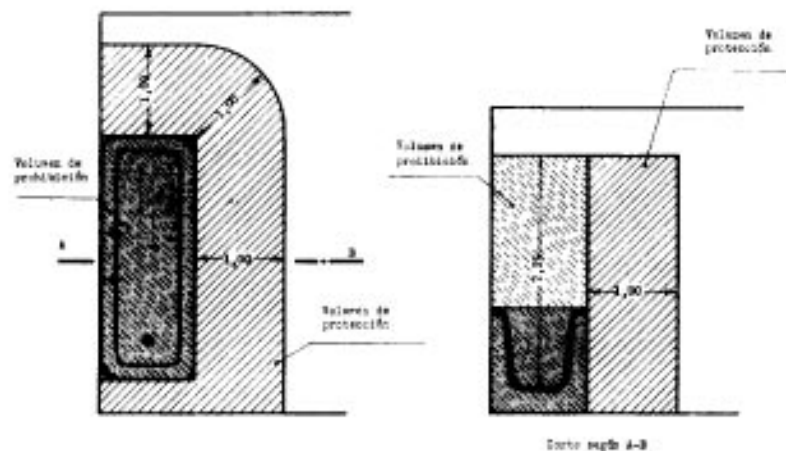


Figura 1

En el volumen de prohibición no se instalarán interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación. Se admiten por encima de este volumen, contactores de mando de sonería accionados por un cordón o cadena de material aislante no higroscópico.

En el volumen de protección no se instalarán interruptores, pero podrán instalarse tomas de corriente de seguridad. Podrán instalarse aparatos de alumbrado de instalación fija, preferentemente de la Clase II de aislamiento, o, en su defecto, no presentarán ninguna parte metálica accesible y en los portalámparas no se podrán establecer contactos fortuitos con partes activas al poner o quitar las lámparas. En estos aparatos de alumbrado no se podrán disponer interruptores ni tomas de corriente, a menos que estas últimas sean de seguridad.

No obstante, se admite en el volumen de protección la instalación de radiadores eléctricos de calefacción con elementos de caldeo protegidos, siempre que su instalación sea fija, estén conectados a tierra y se haya establecido una protección exclusiva para estos radiadores a base de interruptores diferenciales de alta sensibilidad. El interruptor de maniobra de estos radiadores estará situado fuera del volumen de protección.

Tanto en el interior de los volúmenes de prohibición como de protección, las canalizaciones se realizarán exclusivamente a base de conductores aislados colocados bajo tubos aislantes, admitiéndose para éstos tanto el montaje empotrado como el superficial.

El calentador de agua deberá instalarse, a ser posible, fuera del volumen de prohibición, con objeto de evitar las proyecciones de agua al interior del aparato. Sobre el mismo calentador, o en sus proximidades, deberá colocarse un cartel de advertencia que señale la necesidad de cortar la corriente antes de abrir la caja de conexiones del calentador, así como de no restablecerla hasta que esta caja esté nuevamente cerrada.

Fuera del volumen de protección podrán instalarse interruptores, tomas de corriente y aparatos de alumbrado. Las tomas de corriente estarán provistas de un contacto de puesta a tierra, a menos que sean tomas de seguridad. Los aparatos de alumbrado no podrán ser colocados suspendidos de conductores, ni podrán utilizarse portalámparas ni soportes metálicos para éstos. En el calentador eléctrico de agua deberá colocarse el mismo cartel de advertencia señalado anteriormente.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta conexión debe estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores o, si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado, a base de metales no féreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI BT 017 para los conductores de protección.

### **3. CIRCUITOS DERIVADOS. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES**

Para establecer esta protección se seguirá lo dispuesto en la Instrucción MI BT 020, debiendo tener en cuenta que el interruptor automático o cortacircuito fusible deberá instalarse sobre el conductor de fase, cuando se trate de alimentación entre fase y neutro o sobre el conductor no identificado como neutro, cuando se trate de alimentación entre fases.

Puede exceptuarse la protección contra sobrecorrientes para las derivaciones que, aun teniendo su origen en una línea de mayor sección, no alimenten más que a un solo interruptor o toma de corriente con fusibles incorporados. La intensidad nominal de este fusible será, como máximo, igual al valor de la intensidad máxima admisible de servicio del conductor derivado, fijado para cada sistema de instalación en la Instrucción MI BT 017.

# INSTRUCCIÓN MI BT 025

## INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA Prescripciones particulares

### ÍNDICE

1. **LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA.**
  - 1.1 Locales de espectáculos.
  - 1.2 Locales de reunión.
  - 1.3 Establecimientos sanitarios.
2. **ALUMBRADOS ESPECIALES.**
  - 2.1 Alumbrado de emergencia.
  - 2.2 Alumbrado de señalización.
  - 2.3 Alumbrado de reemplazamiento.
  - 2.4 Instrucciones complementarias.
  - 2.5 Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales.
    - 2.5.1 Con alumbrado de emergencia.
    - 2.5.2 Con alumbrado de señalización.
    - 2.5.3 Con alumbrado de reemplazamiento.
3. **FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.**
4. **PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.**
5. **PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS.**
6. **PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN.**
7. **PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS**
  - 7.1 Instalaciones eléctricas en quirófanos.
    - 7.1.1 Medidas de protección.
    - 7.1.2 Suministros complementarios.
    - 7.1.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión.
    - 7.1.4 Control y mantenimiento.
    - 7.1.5 Varios.

#### 1. **LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA**

A efectos de aplicación de la presente Instrucción, los locales de pública concurrencia comprenden:

### **1.1 Locales de espectáculo**

Se incluyen en este grupo toda clase de locales destinados a espectáculos cualquiera que sea su capacidad.

### **1.2 Locales de reunión**

Se incluyen en este grupo los centros de enseñanza con elevado número de alumnos, iglesias, salas de conferencias, salas de baile, hoteles, restaurantes, cafés, bibliotecas, museos, casinos, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos, establecimientos importantes, ya sean comerciales o de servicios y, en general, todos los locales con gran afluencia de público.

### **1.3 Establecimientos sanitarios**

Se incluyen en este grupo los hospitales, sanatorios, ambulatorios y, en general, todo local destinado a fines análogos.

## **2. ALUMBRADOS ESPECIALES**

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales, tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público, o iluminar otros puntos que se señalen (quirófanos, etc.).

Se incluyen dentro de estos alumbrados los de emergencia, señalización y reemplazamiento.

### **2.1 Alumbrado de emergencia**

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia se instalará en los locales y dependencias que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de éstas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. En el caso de que exista un cuadro principal de distribución, en el local donde éste se instale, así como sus accesos estarán provistos de alumbrado de emergencia.

### **2.2 Alumbrado de señalización**

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros sean ellos normal, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica de las admitidas en el Capítulo 3 de esta Instrucción. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

El alumbrado de señalización se instalará en los locales o dependencias que en cada caso se indiquen y siempre en las salidas de éstos y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deban iluminarse con este

alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización deberá pasar automáticamente al segundo suministro.

### **2.3 Alumbrado de reemplazamiento**

Este alumbrado debe permitir la continuación normal del alumbrado total durante un mínimo de dos horas y deberá, obligatoriamente, ser alimentado por fuentes propias de energía pero no por ningún suministro exterior. Si las fuentes propias de energía están constituidas por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, podrá utilizarse un suministro exterior para su carga.

### **2.4 Instrucciones complementarias**

Para las tres clases de alumbrados especiales mencionados en la presente Instrucción, se emplearán lámparas de incandescencia o lámparas de fluorescencia con dispositivo de encendido instantáneo, alimentadas por fuentes propias de energía cuando corresponda según los apartados anteriores.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones de los alumbrados especiales que se mencionan en la presente Instrucción, entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro central situado fuera de la posible intervención del público. No será precisa la instalación de este cuadro cuando los alumbrados especiales se hagan por medio de aparatos autónomos automáticos.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán cuando se instalen sobre paredes, o empotradas en ellas, a 5 centímetros como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

### **2.5 Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales**

#### **2.5.1 Con alumbrado de emergencia**

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

#### **2.5.2 Con alumbrado de señalización**

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

#### **2.5.3 Con alumbrado de reemplazamiento**

Establecimientos sanitarios: únicamente en quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva.

### **3. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA**

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos, o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas, distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 por 100 de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.1 de esta Instrucción.

En los establecimientos sanitarios, grandes hoteles, locales de espectáculos de gran capacidad, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos, aeropuertos y establecimientos comerciales con gran afluencia de público, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar además de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes e indispensables.

### **4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL**

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la Instrucción MI BT 016. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 15 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

- c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.
- d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.
- e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.

- f) Las canalizaciones estarán constituidas por:
- Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
  - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1.000 V, armados, colocados directamente sobre las paredes.
- 9) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

## 5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS

Además de las prescripciones generales señaladas en el Capítulo anterior, se cumplirán en estos locales las complementarias siguientes:

- a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:
- Sala de público.
  - Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle, y dependencias anexas a ellos.
  - Escenario y dependencias anexas a él, tales como camerinos, pasillos de acceso a éstos, almacenes, etc.
  - Cabinas cinematográficas o de proyectores para alumbrado.

Cada uno de los dos últimos grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los interruptores, conmutadores, combinadores, etc., que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.

- b) En las cabinas cinematográficas y en los escenarios, así como en los almacenes y talleres anexas a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores de tipo no propagador de la llama, con preferencia empotrados. Los dispositivos de protección contra sobreintensidades estarán constituidos siempre por interruptores automáticos, magnetotérmicos, de sensibilidad adecuada; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores del tipo de aislamiento reforzado, y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la clase II.
- c) Los cuadros secundarios de distribución, deberán estar colocados en locales independientes o en el interior de un recinto construido con material no combustible.
- d) Será posible cortar, mediante interruptores omnipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:
- Camerinos.
  - Almacenes.
  - Talleres.
  - Otros locales con peligro de incendio.
  - Los reostatos, resistencias y receptores móviles del equipo escénico.
- e) Las resistencias empleadas para efectos o juegos de luz o para otros usos, estarán montadas a suficiente distancia de los telones, bambalinas y demás material del decorado y protegidas suficientemente para que una anomalía en su funcionamiento no pueda producir daños. Estas precauciones se hacen extensivas a cuantos dispositivos eléctricos



se utilicen y especialmente a las linternas de proyección y a las lámparas de arco de las mismas.

- f) El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de señalización, conforme a las disposiciones del Capítulo 2, el cual funcionará constantemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.

## **6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN**

Además de las prescripciones generales señaladas en el Capítulo 4, se cumplirán en estos locales las complementarias siguientes:

- a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:
- Salas de venta o reunión, por planta del edificio.
  - Escaparates.
  - Almacenes.
  - Talleres.
  - Pasillos, escaleras y vestíbulos.

## **7. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS**

Además de las prescripciones generales, señaladas en el Capítulo 4, se cumplirán en estos locales las complementarias siguientes:

- Las salas de anestesia y demás dependencias donde puedan utilizarse anestésicos u otros productos inflamables, serán considerados como locales con riesgo de incendio Clase I, División 1, salvo indicación en contrario, y como tales, las instalaciones deben satisfacer las condiciones para ellas establecidas en la Instrucción MI BT 026.
- Las instalaciones de aparatos para usos médicos se realizaran de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI BT 037.

### **7.1 Instalaciones eléctricas en quirófanos**

Se prescribe el cumplimiento de las exigencias de tipo general de este Reglamento que pudieran afectar a las instalaciones eléctricas en este tipo de locales, señaladas entre otras, en la MI BT 037, salvo indicación en contrario.

Igualmente, es necesario que el equipo electromédico empleado en el quirófano, cumpla con las normas técnicas nacionales que le afecten y en caso de no existir éstas, con normas internacionales de reconocida garantía, tales como CEI, ISO, VDE, etc. Todos estos equipos habrán de disponer de una marca de conformidad a Normas concedida por el Ministerio de Industria, conforme se determina en el artículo 7 de este Reglamento, o por cualquier otra Entidad concesionaria de otras marcas de igual significado y que sean reconocidas a estos efectos por el indicado Ministerio.

Además de las condiciones generales anteriores, en estos locales se cumplirán las siguientes medidas complementarias.

#### **7.1.1 Medidas de protección**

##### **— Puesta a tierra de protección**

La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos, deberá disponer de un suministro trifásico con neutro y de conductor de protección. Tanto el neutro como el conductor de protección serán conductores de cobre, tipo aislado, a lo largo de toda la instalación.

Todas las masas metálicas de los equipos electromédicos deben conectarse a través de un conductor de protección a un embarrado común de puesta a tierra de protección (PT, ver fig. 1) y éste, a su vez, a la puesta a tierra general del edificio.

La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano y las conexiones a masa, o a los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios.

#### — **Conexión de equipotencialidad**

Todas las partes metálicas accesibles han de estar unidas al embarrado de equipotencialidad (EE, ver fig. 1) mediante conductores de cobre aislados e independientes. La impedancia entre estas partes y el embarrado (EE) no deberá exceder de 0,1 ohmios.

Se deberá emplear la identificación verde-amarillo para los conductores de equipotencialidad y para los de protección.

El embarrado de equipotencialidad (EE) estará unido al de puesta a tierra de protección (PT) por un conductor aislado con la identificación verde-amarillo, y de sección no inferior a 16 mm de cobre.

La diferencia de potencial entre las partes metálicas accesibles y el embarrado de equipotencialidad no deberá exceder de 10 mV eficaces en condiciones normales.

#### — **Suministro a través de un transformador de aislamiento (de separación de circuitos) para uso médico**

Se prescribe el empleo de un transformador de aislamiento (como mínimo, por quirófano) para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado y para limitar las corrientes de fuga que pudieran producirse (ver fig. 1).

Se realizará una adecuada protección contra sobreintensidades del propio transformador y de los circuitos por él alimentados. Se concede importancia muy especial a la coordinación de las protecciones contra sobreintensidades de todos los circuitos y equipos alimentados a través de un transformador de aislamiento, con objeto de evitar que una falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través del citado transformador.

Para la vigilancia del nivel de aislamiento de estos circuitos, se dispondrá de un monitor de detección de fugas, que encenderá una señalización óptica (color rojo) cuando se detecte una pérdida de aislamiento capaz de originar una corriente de fuga superior a 2 mA en instalaciones a 127 V y a 4 mA en instalaciones a 220 V siempre que se trate de medida por impedancia, o que sea inferior a 50.000 ohmios cuando se trate de medida por resistencia, accionando a la vez una alarma acústica. Deberá disponer, además, de un pulsador de detención de la alarma acústica y de un indicativo óptico (color verde) de correcto funcionamiento

La tensión secundaria del transformador de aislamiento no sobrepasará los 250 voltios eficaces. La potencia no excederá de 7,5 kVA.

El transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento, cumplirán la norma UNE 20 615.

Se dispondrá un cuadro de mando y protección por quirófano, situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en sus inmediaciones. Este deberá incluir la protección contra sobreintensidades, el transformador de aislamiento y el monitor de fugas. Es muy importante que en el cuadro de mando y panel indicador del estado del aislamiento todos los mandos queden perfectamente identificados, y de fácil acceso. El cuadro de alarma del monitor de fugas deberá estar en el interior del quirófano y fácilmente visible y accesible, con posibilidad de sustitución fácil de sus elementos.

#### — **Protección diferencial**

Se emplearán dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad ( $\leq 30$  mA) para la protección individual de aquellos equipos que no estén alimentados a través de un

transformador de aislamiento, aunque el empleo de los mismos no exime de la necesidad de puesta a tierra y equipotencialidad. Se dispondrán las correspondientes protecciones contra sobrecargas.

Los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el primario ni en el secundario del transformador.

— **Empleo de pequeñas tensiones de seguridad**

Las pequeñas tensiones de seguridad no deberán exceder de 24 V en c. a. y 50 V en c. c.

El suministro se hará a través de un transformador de seguridad, o de otros sistemas con aislamiento equivalente.

### 7.1.2 **Suministros complementarios**

El artículo 14 del vigente Reglamento para Baja Tensión exige disponer de un suministro general de reserva.

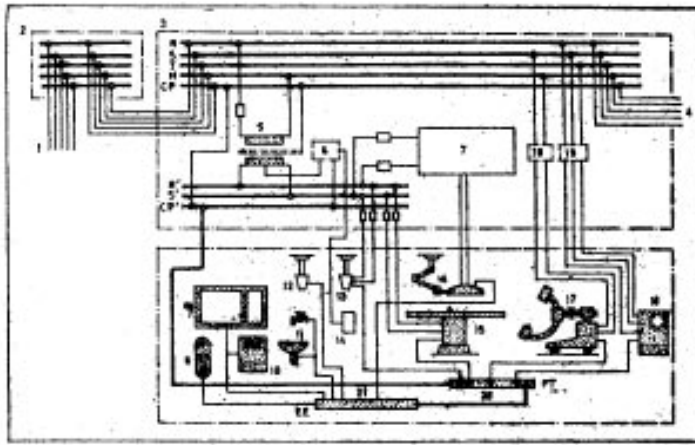


FIGURA 1

**Ejemplo de un esquema general de la instalación eléctrica de un quirófano.**

1. Alimentación general o

línea repartidora del edificio.

2. Distribución en la planta o derivación individual.

3. Cuadro de distribución en la sala de operaciones.

4. Suministro complementario.

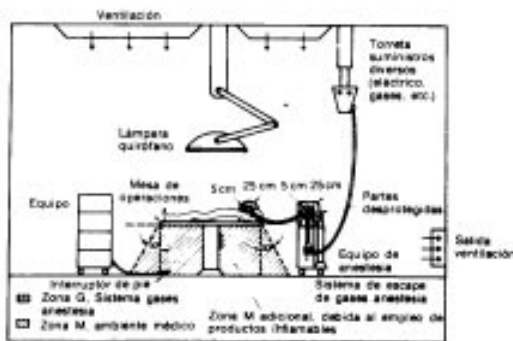
5. Transformador de aislamiento tipo-médico.

6. Dispositivo de vigilancia de aislamiento o monitor de detección de fugas.

7. Suministro normal y especial complementario para alumbrado de lámpara de quirófano.

8. Radiadores de calefacción central.

Se prescribe, además, disponer de un suministro especial complementario, a base de, por ejemplo, baterías, para hacer frente a las necesidades de la lámpara de quirófano y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio en menos de 0,5 segundos. La lámpara de quirófano siempre será alimentada a través de un transformador de seguridad (ver fig. 1).



9. Marco de protección de ventanas.

**10. Zonas con riesgo de incendio y explosión en el quirófano,**

cuando se emplean en ellas aparatos eléctricos que emiten gases o agentes desinfectantes inflamables.

12. Torreta área de tomas de corriente (con terminales para conexión equipotencial envolvente conectada al embarrado conductor de protección).

13. Torreta área de tomas de corriente (con terminales para conexión equipotencial envolvente conectada al embarrado conductor de protección).

14. Cuadro de alarmas del dispositivo de vigilancia de aislamiento.

15. Mesa de operaciones (de mando eléctrico).

16. Lámpara de quirófano.

17. Equipo de rayos X.

18. Esterilizador.

19. Interruptor de protección diferencial.

20. Embarrado de puesta a tierra.

21. Embarrado de equipotencialidad.

funcionar con idéntica fiabilidad tanto si la alimentación es realizada por el suministro normal como por el complementario.

### 7.1.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión

La figura 2 muestra las zonas G y M, que deberán ser consideradas como zonas de la Clase I división 1 y Clase I división 2, respectivamente, y tratadas como tales según el vigente Reglamento para Baja Tensión (MI BT 026). La zona M, situada debajo de la mesa de operaciones (ver fig. 2), podrá considerarse como zona sin riesgo de incendio o explosión cuando se asegure una ventilación de 15 renovaciones/hora de aire.

Los suelos de los quirófanos serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de un millón de ohmios, salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a  $100 M_{\Omega}$ , no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

En general, se prescribe un sistema de ventilación adecuado que evite las concentraciones peligrosas de los gases empleados para la anestesia y desinfección.

### 7.1.4 Control y mantenimiento

#### — Antes de la puesta en servicio de la instalación

El instalador deberá proporcionar un informe escrito sobre los resultados de los controles realizados al término de la ejecución de la instalación, y que comprenderá, al menos:

- funcionamiento de las medidas de protección
- continuidad de los conductores activos y de los conductores de protección y puesta a tierra
- resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad.
- resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito,
- resistencia de puesta a tierra
- resistencia de aislamiento de suelos antielectrostáticos, y
- funcionamiento de todos los suministros complementarios

#### — Instalaciones ya en servicio

Control, al menos semanal, del correcto estado de funcionamiento del dispositivo de vigilancia de aislamiento y de los dispositivos de protección.

Medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento, de los diversos circuitos en el interior de los quirófanos, (a realizar en plazos máximos de un mes)

El mantenimiento de los diversos equipos deberá efectuarse de acuerdo con las instrucciones de sus fabricantes. La revisión periódica de la instalación, en general, deberá realizarse anualmente (MI BT 042) incluyendo, al menos, lo indicado en el punto primero de este apartado 7.1.4.

### 7.1.5 Libro de Mantenimiento

Todos los controles realizados serán recogidos en un «libro de Mantenimiento» de cada quirófano, en el que se expresen los resultados obtenidos y las fechas en que se efectuaron, con firma del técnico que los realizó. En el mismo deberán reflejarse, con detalle, las anomalías observadas, para disponer de antecedentes que puedan servir de base en la corrección de deficiencias.

### 7.1.6 Varios

En los equipos electromédicos se exigirá el empleo de clavijas de toma de corriente del tipo acordado, o clavijas con dispositivo de retención del cable.

Las clavijas de toma de corriente para diferentes tensiones, tendrán separaciones o formas, también distintas entre los vástagos de toma de corriente.

Cuando la instalación de alumbrado general se sitúe a una altura del suelo inferior a 2,5 metros, o cuando sus interruptores presenten partes metálicas accesibles, deberá ser protegida mediante un dispositivo diferencial.

Las características de aislamiento, e identificación de los conductores, responderán a lo dispuesto en la Instrucción MI BT 023.

# INSTRUCCIÓN MI BT 026

## PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES DE LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

### ÍNDICE

#### 1. CAMPO DE APLICACIÓN

#### 2. TERMINOLOGÍA.

- 2.1 Emplazamiento peligroso.
- 2.2 Atmósfera explosiva.
- 2.3 Modos de protección.
- 2.4 Material Ex.
- 2.5 Temperatura de ignición.
- 2.6 Temperatura superficial máxima.
- 2.7 Grupos de material eléctrico.
- 2.8 Grados de protección de las envolventes.

#### 3. Clasificación DE EMPLAZAMIENTOS.

- 3.1 Emplazamientos de clase I.
- 3.2 Emplazamientos de clase II.
- 3.3 Emplazamientos de clase III.

#### 4. MODOS DE PROTECCIÓN.

- 4.1 Definiciones.
- 4.2 Certificados.
- 4.3 Marcas.

#### 5. CONDICIONES DE INSTALACIÓN PARA TODAS LAS ZONAS PELIGROSAS.

- 5.1 Reglas generales.
- 5.2 Selección del material.
- 5.3 Protección contra chispas peligrosas.
- 5.4 Protección eléctrica.
- 5.5 Seccionamiento y parada de emergencia.
- 5.6 Canalizaciones eléctricas.

#### 6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 0.

- 6.1 Generalidades.
- 6.2 Material electrico para zona 0.

**7. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 1.**

**7.1 Equipos eléctricos como modo de protección Ex p.**

**7.2 Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca.**

**7.3 Máquinas eléctricas rotativas.**

**7.4 Transformadores y condensadores.**

**7.5 Luminarias.**

**7.6 Equipos móviles y portátiles.**

**8. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 2.**

**8.1 Materiales eléctricos admisibles en zona 2.**

**9. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE II.**

**9.1 Empleo de los modos de protección normalizados.**

**10. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE III.**

**MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA**

***ORDEN de 13 de enero de 1988 por la que se modifica la Instrucción Complementaria MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.***

La Instrucción Complementaria MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, referente a las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión, precisa ser actualizada de acuerdo con los nuevos progresos de la técnica y con las actuales exigencias de seguridad. Además la entrada de España en la Comunidad Económica requiere poner nuestra legislación en consonancia con las directrices comunitarias.

Por ello, juntamente con el correspondiente grupo de trabajo y en colaboración con diversos Organismos y sectores interesados, se ha preparado el contenido de la presente disposición.

Se ha establecido una nueva clasificación de los emplazamientos y zonas y se han definido con más rigor los distintos modos de protección que en estos momentos deben exigirse a este tipo de instalaciones.

Igualmente se han tenido en cuenta las directivas 76/117/CEE, 79/196/CEE y 84/47CEE,

En su virtud este Ministerio ha dispuesto:

Primero.—La Instrucción Complementaria MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobada en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 31 de octubre de 1973, queda redactada en la forma que se indica en el anexo 1 a la presente Orden.

Segundo.—Con independencia de lo dispuesto en la mencionada Instrucción Complementaria, en todo el territorio español, no se podrá prohibir por motivos relacionados con su construcción, la venta, la libre circulación, o el uso conforme a la finalidad para la que estuviera destinado, del material eléctrico utilizable en atmósferas explosivas que cumpla alguna de las siguientes condiciones:

1.<sup>a</sup> Si el citado material es conforme con las normas armonizadas que figuran en el anexo 2, lo cual es garantizado mediante la expedición del oportuno certificado de conformidad y por la fijación de la correspondiente marca distintiva, ambos establecidos por las siguientes Directivas:



76/117/CEE del Consejo, de 18 de diciembre de 1975, publicada en el «Diario Oficial de las Comunidades Europeas», L24, de 30 de enero de 1976 (Edición especial en español, 1985, capítulo 13, volumen 04, Política Industrial y Mercado Interior).

79/196/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1979, publicada en dicho «Diario Oficial» L43, de 20 de febrero de 1979 (edición española 1985, capítulo 13, volumen 09, Política Industrial y Mercado Interior).

84/47/CEE de la Comisión, de 16 de enero de 1984, publicada en el mismo «Diario Oficial» L31, de 2 de febrero de 1984 (edición española 1985, capítulo 13, volumen 16, Política Industrial y Mercado Interior).

2.<sup>a</sup> Si el mencionado material no se ajusta a las aludidas normas armonizadas pero una inspección especial de su fabricación ha permitido establecer que ofrece una garantía de seguridad al menos equivalente al fijado por dichas normas, siendo ello garantizado por la expedición de un certificado de inspección y la fijación de la marca distintiva que se establece en las citadas normas CEE.

El procedimiento para la expedición y revocación de estos certificados y la colocación de las marcas distintivas, será igualmente el especificado en las mismas Directivas CEE.

Tercero La presente Orden será obligatoria a partir de los seis meses contados desde su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» pero podrá ser aplicada desde la fecha de publicación de la misma en el mismo Boletín».

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos, Madrid, 13 de enero de 1988.

CROISSIER BATISTA

Ilmo. Sr. Subsecretario.

## ANEXO 1

### 1. CAMPO DE APLICACIÓN

A efectos de aplicación de las presentes prescripciones se consideran emplazamientos con riesgo de incendio o explosión todos aquellos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas susceptibles de inflamarse o de hacer explosión.

Las presentes prescripciones son también aplicables a las instalaciones eléctricas de tensión superior a 1.000 V en corriente alterna o a 1.500 V en corriente continua.

En esta instrucción sólo se considera el riesgo de incendio o explosión originado al coincidir una atmósfera explosiva y una fuente de ignición de origen eléctrico (chispas, arcos y temperaturas superficiales del material eléctrico), incluyendo también la electricidad estática.

### 2. TERMINOLOGÍA

Con el fin de facilitar la comprensión de esta instrucción, se indican a continuación las definiciones siguientes:

#### 2.1 Emplazamiento peligroso

Es un espacio en el que una atmósfera explosiva está, o puede estar presente en tal cuantía, como para requerir precauciones especiales en la construcción, instalación y utilización del material eléctrico.

#### 2.2 Atmósfera explosiva

Es una mezcla con el aire de gases, vapores, nieblas, polvos o fibras inflamables, en condiciones atmosféricas, en la que después de la ignición, la combustión se propaga a través de toda la mezcla no consumida.

### **2.3 Modos de protección**

Medidas aplicadas en el diseño y construcción del material eléctrico para evitar que éste provoque la ignición de la atmósfera circundante.

### **2.4 Material Ex**

Denominación genérica aplicada a todo material eléctrico provisto de algún modo de protección.

### **2.5 Temperatura de ignición**

Es la temperatura más baja a la que se produce la ignición de una sustancia inflamable cuando se aplica el método de ensayo normalizado.

### **2.6 Temperatura superficial máxima**

Es la mayor temperatura alcanzada en servicio y en las condiciones más desfavorables (aunque dentro de las tolerancias) por cualquier pieza o superficie del material eléctrico que pueda producir la ignición de la atmósfera circundante.

Notas:

- 1) Las condiciones más desfavorables comprenden las sobrecargas, así como las situaciones de defecto reconocidas en la norma específica concerniente a los modos de protección.
- 2) El material eléctrico se clasifica en las clases de temperatura T1 a T6, según su temperatura superficial máxima. (Véase el punto 5 de esta instrucción.)

### **2.7 Grupos de material eléctrico**

El material eléctrico para emplazamientos peligrosos a que se refiere esta ITC incluye los grupos IIA, IIB y IIC, de material eléctrico destinado a emplazamientos peligrosos excepto minas grisúosas.

### **2.8 Grado de protección de las envolventes**

Medidas aplicadas a las envolventes del material eléctrico para asegurar:

La protección de las personas contra los contactos con piezas bajo tensión o en movimiento en el interior de la envolvente y la protección del material contra la entrada de cuerpos sólidos extraños.

La protección del material contra la penetración de líquidos.

La protección del material contra los golpes.

Nota: Véanse las normas UNE 20.324~78 y UNE 20.111-73.

## **3. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS**

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos peligrosos, estos se clasifican:

De acuerdo con las sustancias presentes, en clase I (gases, vapores y nieblas); clase II (polvos), y clase III (fibras).

Según la probabilidad de presencia de la atmósfera explosiva, en zona 0, zona 1 y zona 2 (para gases y vapores), zona Z (con posibilidad de formación de nubes de polvo) y zona Y (con posibilidad de formación de capas de polvo).

Para determinar las zonas de clase I, se seguirá la norma UNE 20.322-86.

### **3.1 Emplazamientos de clase I**

Son aquellos lugares en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

Se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos que produzcan vapores inflamables.

Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, según el procedimiento de UNE 20.322-86, se encuentran los siguientes:

Aquellos en los que se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro (P. E. estaciones de servicio).

Garajes y talleres de reparación de vehículos.

Los interiores de cabinas de pintura donde se utilicen pistolas de pulverización.

Las zonas próximas a los locales en que se realicen operaciones de pintura por cualquier sistema cuando en los mismos se empleen disolventes inflamables.

Los emplazamientos en los que existan tanques o recipientes abiertos que contengan líquidos inflamables.

Los secaderos o los compartimentos para la evaporación de disolventes inflamables.

Los locales en que existan extractores de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.

Los lugares de las lavanderías y tintorerías en los que se empleen líquidos inflamables.

Las salas de gasógenos.

Las instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.

Las salas de bombas y/o de compresores para gases o líquidos inflamables.

Los interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

Los emplazamientos de esta clase se clasifican a su vez, según UNE 20.322-86, en:

#### **3.1.1 Zona 0**

Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva está presente de forma continua, o se prevé que esté presente durante largos períodos de tiempo o cortos períodos pero que se producen frecuentemente.

#### **3.1.2 Zona 1**

Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva se prevé pueda estar de forma periódica u ocasional durante el funcionamiento normal.

#### **3.1.3 Zona 2**

Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva no se prevé pueda estar presente en funcionamiento normal y si lo está será de forma poco frecuente y de corta duración.

### **3.2 Emplazamiento de clase II**

Son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de polvo combustible, excluyendo los explosivos propiamente dichos. Es de destacar que si bien para los gases la clasificación distingue tres zonas (zona O, 1 y 2), se ha comprobado que una clasificación común para gases y polvos no es adecuada.

A diferencia de lo que sucede para los gases y vapores, no es posible en el caso de polvos distinguir, en el curso del tiempo, las situaciones correspondientes a situaciones normales o anormales. Se hace notar que, contrariamente a lo que ocurre generalmente en emplazamientos clase I, la ventilación puede resultar contraproducente. En cualquier caso para la clase II debe aplicarse sólo extracción.

Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, se encuentran los siguientes:

Las zonas de trabajo de las plantas de manipulación y almacenamiento de cereales.

Las salas que contienen molinos, pulverizadores, limpiadoras, descascarilladoras, transportadores o bocas de descarga, depósitos o tolvas, mezcladoras, básculas automáticas o de tolva, empaquetadoras, cúpulas o bases de elevadores, distribuidores, colectores de polvo o de productos (excepto los colectores totalmente metálicos con ventilación al exterior) y otras máquinas o equipos similares productores de polvo en instalaciones de tratamiento de grano, de almidón, de molturación de heno, de fertilizantes, etc.

Las plantas de pulverización de carbón, manipulación y utilización subsiguientes.

Plantas de coquización.

Plantas de producción y manipulación de azufre.

Todas las zonas de trabajo en las que se producen, procesan, manipulan, empaquetan o almacenan polvos metálicos.

Los almacenes y muelles de expedición, donde los materiales productores de polvo se almacenan o manipulan en sacos o contenedores.

Los demás emplazamientos similares en los que pueda estar presente en el aire y en condiciones normales de servicio, polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.

Los polvos inflamables conductores de la electricidad son más peligrosos. Por dicho motivo, cuando se trate de polvos conductores, el aparato eléctrico deberá ser siempre el adecuado para zona Z (ver 3.2.1). Entre los polvos combustibles conductores de la electricidad se encuentran los de carbón y coque. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son extremadamente peligrosos, debiendo adoptarse todo tipo de precauciones en su manipulación.

Entre los polvos combustibles no conductores de la electricidad están los polvos producidos en la manipulación de grano y sus derivados, azúcar y cacao pulverizados, leche y huevo en polvo, especias pulverizadas, harinas de semillas oleaginosas, heno seco y demás materiales orgánicos que pueden formar o desprender polvos combustibles cuando se procesan o manipulan.

Dentro de esta clase hay que distinguir:

### **3.2.1 Zona Z (con nubes de polvo)**

Es aquella en la que hay o puede haber polvo combustible, durante las operaciones normales de funcionamiento, puesta en marcha o limpieza, en cantidad suficiente para producir una atmósfera explosiva.

### **3.2.2 Zona Y (con capas de polvo)**

Es aquella que no está clasificada como zona Z, pero en la cual pueden aparecer acumulaciones de capas de polvo combustible a partir de las cuales pueden producirse atmósferas explosivas.

### 3.3 Emplazamientos de clase III

Son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de fibras o materias volátiles fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que estas fibras o materiales volátiles estén en suspensión en el aire en cantidad suficiente como para producir atmósferas explosivas.

3.3.1 Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, se encuentran los siguientes:

Algunas zonas de las plantas textiles de rayón, algodón, etc.

Las plantas de fabricación y procesado de fibras combustibles.

Las plantas desmotadoras de algodón.

Las plantas de procesado de lino.

Los talleres de confección.

Las carpinterías, establecimientos e industrias que presenten riesgos análogos.

Aquellos lugares en los que se almacenen o manipulen fibras fácilmente inflamables.

Entre las fibras y materiales volátiles fácilmente inflamables están el rayón y otras fibras sintéticas, algodón (incluidos borra y desperdicios), sisal, yute, estopa, estopa alquitranada, miraguano y otros materiales de naturaleza similar.

## 4. MODOS DE PROTECCIÓN

Contra el riesgo de explosión o inflamación que suponen los materiales eléctricos existen los siguientes modos de protección:

a) Respaldados por certificados de conformidad (véase el apartado 4.2).

Inmersión en aceite «o»: Norma UNE 20.326-70 y alternativamente EN 50.015, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-6, primera edición de 1968.

Sobrepresión interna «p»: Norma UNE 20.319-78 IR y alternativamente EN 50.016, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-2, tercera edición de 1983.

Relleno pulverulento «q»: Norma UNE 20.321-71 y alternativamente EN 50.017, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-5, primera edición de 1967, con complemento de 1969.

Envoltorio antideflagrante «d»: Norma UNE 20.320-80 y alternativamente EN 50.018, primera edición de marzo de 1977, con enmiendas 1 de julio de 1979 y 2 de diciembre de 1982 o CEI 79-1, segunda edición de 1971, con enmienda 1 de septiembre de 1979.

Seguridad aumentada «e»: Norma UNE 20.328-72 y alternativamente EN 50.019, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 y 2 de septiembre de 1983 o CEI 79-7, primera edición de 1969.

Seguridad intrínseca «d»: Norma EN 50.020, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-11, segunda edición de 1984.

Encapsulado «m»: Norma EN 50.028, primera edición de febrero de 1987.

Todas las normas UNE y CEI citadas estarán complementadas en las condiciones que en ellas se especifican por CEI 79-0, segunda edición de 1983 y UNE 20318-69.

Todas las normas EN anteriormente citadas estarán complementadas en las condiciones que en ellas se especifican por EN 50.014, primera edición de marzo de 1977, con sus enmiendas 1 de julio de 1979, 2 de junio de 1982, 3 de diciembre de 1982 y 4 de diciembre de 1982. No obstante, hasta el 1 de enero de 2005 se podrán aplicar las normas EN 50.014 a 50.020, en su primera edición de marzo de 1977, con la primera enmienda, siempre y cuando el certificado de conformidad se haya emitido antes del 31 de diciembre de 1987.

b) Respaldados por certificados de control (véase el apartado 4.2).

Otros modos de protección aún no normalizados en España, como, por ejemplo: Aparatos para zona 2, tipo «n», materiales con sellado hermético tipo «h» aparatos eléctricos con modos de protección distintos de los normalizados. Estos productos deben ser objeto de un certificado de control que garantice que disponen de un nivel de seguridad equivalente al que confieren los modos de protección normalizados. La letra código de marcado será «S».

## 4.1 Definiciones

### 4.1.1 Inmersión en aceite ««o»»

Se denomina protección por inmersión en aceite aquella en la que la protección del material eléctrico se realiza de forma que no puedan inflamarse los gases o vapores inflamables que se hallen por encima del nivel de aceite y en el exterior de la envolvente.

### 4.1.2 Sobrepresión interna ««p»»

Se denomina protección por sobrepresión interna aquella en la que las máquinas o materiales eléctricos están provistos de una envolvente o instalados en una sala en la que se impide la entrada de los gases o vapores inflamables, manteniendo en su interior aire u otro gas ininflamable a una presión superior a la de la atmósfera exterior.

### 4.1.3 Aislante pulverulento «q»

Se denomina protección por relleno de aislante pulverulento aquella en la que las partes bajo tensión del material eléctrico estén completamente sumergidas en una masa de aislante pulverulento que cumple con determinadas condiciones.

### 4.1.4 Seguridad aumentada «e»

Se denomina protección por seguridad aumentada aquella en la que se toman cierto número de precauciones especiales para evitar, con un coeficiente de seguridad elevado, calentamientos inadmisibles o la aparición de arcos.

### 4.1.5 Envolvente antideflagrante ««d»»

Se denomina protección por envolvente antideflagrante a la envolvente de un aparato eléctrico capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior, sin sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones a la atmósfera explosiva exterior compuesta por cualquiera de los gases o vapores para los que está prevista.

### 4.1.6 Seguridad intrínseca «i»

Se denomina protección por seguridad intrínseca de un circuito o una parte de él, aquella en la que cualquier chispa o efecto eléctrico que pueda producirse, normal o accidentalmente, es incapaz de provocar en las condiciones de ensayo prescritas, la ignición de la mezcla inflamable para la cual se ha previsto dicho circuito o parte del mismo.

### 4.1.7 Encapsulado «m»

Se denomina protección por encapsulado aquella en la que los elementos a proteger están encerrados (envueltos) en una resina, de tal manera que una atmósfera explosiva no pueda ser inflamada ni por chispa ni por contacto con puntos calientes internos del encapsulado.

## 4.2 Certificados

El material eléctrico a emplear en emplazamientos con atmósfera explosiva, dotado con alguno de los modos de protección citados en 4, a) deberá poseer un certificado de

conformidad extendido por un laboratorio acreditado de acuerdo con una norma UNE, con una norma europea EN o con una recomendación CEI.

Cuando lo anterior no sea posible [véase 4, b)], el material deberá contar con un «certificado de control», expedido por un laboratorio acreditado. En dicho certificado se atestiguará que este material eléctrico presenta un nivel de seguridad al menos equivalente al de los materiales conformes a las normas citadas.

#### 4.3 Marcas

Todo material eléctrico que comporte un modo de protección deberá estar marcado de acuerdo con las normas CEI 79-0 EN 50.014 y UNE 20.323-78 (ambas actualizadas en los términos definidos en el apartado 4) y la norma específica aplicable.

### 5. CONDICIONES DE INSTALACIÓN PARA TODAS LAS ZONAS PELIGROSAS

#### 5.1 Reglas generales

El diseño de las plantas e instalaciones donde se procesen o almacenen sustancias explosivas o inflamables deberá realizarse, en la medida de lo posible, minimizando el número y extensión de los emplazamientos con riesgo de explosión (véase UNE 20.322-86). Se evitara la instalación de material eléctrico en emplazamientos peligrosos. Cuando esto no sea posible, se situará en emplazamientos con el menor grado de peligrosidad.

La instalación del equipo eléctrico en emplazamiento peligroso cumplirá con las normas y recomendaciones para instalaciones industriales (en particular el proyecto de instalación deberá ser objeto de aprobación según lo prescrito en la Instrucción MIBT 041 y las instalaciones revisadas de acuerdo con la Instrucción MIBT 042) y además con las exigencias que se establecen a continuación.

#### 5.2 Selección del material

##### 5.2.1 Criterios de selección

Para la selección del material eléctrico apropiado para el emplazamiento peligroso se precisa la siguiente información:

- a) Clasificación del emplazamiento (zonas) (ver capítulo 3).
- b) Temperatura de ignición de los gases, vapores, polvos o fibras previstos.
- c) Las características de los gases o vapores referentes a:
  1. Para el material antideflagrante Exd, el grupo de explosión (IIA, IIB o IIC) definido a partir del intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS).
  2. Para el material e instalaciones de seguridad intrínseca Exi, el grupo de explosión (IIA, IIB o IIC) definido a partir de la relación corriente mínima de ignición (relación CMI)
- d) Las influencias externas y la temperatura ambiente a que se verá sometido el material eléctrico.

Para los materiales con modo de protección de: Seguridad aumentada Exe, sobrepresión interna Exp, inmersión en aceite Exo y aislante pulverulento Exq, sólo son necesarias la clasificación del emplazamiento (zonas) y la temperatura de ignición.

##### 5.2.1.1 Selección del material eléctrico en función de la clasificación del emplazamiento:

- a) Material eléctrico para zona 0.

En zona 0 sólo se admite el empleo de equipos o instalaciones eléctricas dotados del modo de protección Exia. Alternativamente podrán emplearse materiales o instalaciones eléctricas diseñadas para ser utilizadas en zona 0, siempre y cuando presenten al menos un nivel de seguridad equivalente al modo de protección citado, debiendo disponer del correspondiente certificado de control.

- b) Material eléctrico para zona 1.

En zona 1 deberán emplearse materiales eléctricos dotados con alguno de los modos de protección citados en 4a o en 4b.

c) Material eléctrico para zona 2.

En zona 2 puede emplearse el siguiente material:

c.1 Material eléctrico para zona 0 o para zona 1.

c.2 Material eléctrico de sobrepresión interna para zona 2.

c.3 Material eléctrico especialmente diseñado para zona 2.

c.4 Otro material eléctrico que en servicio normal no provoque chispas, arcos o calentamientos superficiales capaces de provocar la ignición de la atmósfera explosiva presente. Este material deberá también ir provisto del certificado de control que acredite su nivel de seguridad.

5.2.1.2 Selección del material eléctrico en relación a la temperatura de ignición.

El material eléctrico será seleccionado de tal modo que se asegure que su temperatura máxima superficial no exceda la temperatura de ignición de los gases, vapores, polvos o fibras que puedan estar presentes.

Los símbolos para las clases de temperatura que se marcarán en los aparatos tendrán el significado indicado en la tabla 1.

**Tabla I**

*Relación de la clase de temperatura del material eléctrico o partes de él con su temperatura*

Clase de temperatura del material eléctrico	Temperatura superficial máxima del material eléctrico	Temperatura de ignición del gas o vapor
T1	≤ 450 °C	> 450 °C
T2	≤ 300 °C	> 300 °C
T3	≤ 200 °C	> 200 °C
T4	≤ 135 °C	> 135 °C
T5	≤ 100 °C	> 100 °C
T6	≤ 85 °C	> 85 °C

*superficial* máxima y la temperatura de *ignición* de los *gases* y *vapores*

5.2.1.3 Selección del material eléctrico en función de los grupos BA, IIB, ilC.

La elección del grupo apropiado de la envolvente antideflagrante y del material e instalaciones de seguridad intrínseca se hará teniendo en cuenta el grupo de gas y vapor indicado en las normas que definen estos modos de protección.

5.2.1.4 Influencias externas.

Los materiales eléctricos estarán protegidos contra las influencias externas (por ejemplo, químicas, mecánicas y térmicas). Las exigencias de construcción asegurarán la conservación del modo de protección cuando el material se utilice en las condiciones específicas de servicio.

5.2.1.5 Temperatura ambiente.

El material eléctrico será utilizado en la gama de temperaturas para la que se ha diseñado y que deberá incluirse en su marcado. Si no se da ninguna referencia se considera que el margen de utilización está comprendido entre -20 °C y 40°C. Otras temperaturas deberán indicarse expresamente en el certificado del laboratorio.

### 5.3 Protección contra chispas peligrosas

#### 5.3.1 Protección contra contactos directos

Con objeto de evitar la formación de chispas susceptibles de inflamar la atmósfera gaseosa explosiva, debe evitarse cualquier contacto con partes desnudas en tensión diferentes de las de seguridad intrínseca.



### 5.3.2 Protección contra contactos indirectos

Para las configuraciones de las redes de baja tensión, objeto de la Instrucción MIBT 008, se observarán las siguientes prescripciones en el ámbito de la presente Instrucción:

- a) Redes con conductor neutro y conductor de protección puestos a tierra en un mismo punto y separados entre sí en el conjunto de la red (redes TN-S).  
No deberán conectarse entre sí ambos conductores, excepto en el punto de puesta a tierra de la red, ni combinarse neutro y protección en un solo conductor.
- b) Redes con funciones combinadas de neutro y protección en un solo conductor, en el conjunto de la red (redes TN-C).  
Este tipo de red no está permitido en el ámbito de la presente Instrucción.
- c) Redes con neutro conectado directamente a tierra y masas puestas a tierra en puntos diferentes al anterior (redes TT).  
Este tipo de red se admite para zona 1 siempre que esté protegido por un dispositivo de corriente diferencial residual, incluso si se trata de un circuito de pequeña tensión de seguridad (tensión inferior a 50 V). Este tipo de red no se permite en zona 0.
- d) Redes con neutro aislado o unido a tierra a través de una impedancia que limita la corriente de defecto (redes IT).  
Las instalaciones situadas en zona 0 deberán desconectarse instantáneamente en caso de primer fallo a tierra, bien por el dispositivo de control de aislamiento o bien por un dispositivo de corriente residual.
- e) En las redes de cualquier nivel de tensión instaladas en zona 0 deberá prestarse especial atención en limitar, en amplitud y duración, las corrientes de cortocircuito.

Deberá instalarse una protección instantánea contra defectos a tierra.

### 5.3.3 Red de unión equipotencial de masas

Con objeto de evitar la formación de chispas peligrosas entre las masas de las estructuras metálicas a distintos potenciales, deberá instalarse una red de unión equipotencial de masas en zonas 0 y 1, siendo recomendable su empleo en zona 2 (véase Instrucción MIBT 021). Todas las partes conductoras externas deberán conectarse a dicha red. A la red equipotencial pueden conectarse los conductores de protección, los tubos, las armaduras, pero en ningún caso el conductor neutro. La sección del conductor de protección será de al menos 10 milímetros cuadrados de cobre o de otro metal con resistencia eléctrica equivalente.

Las envolventes metálicas de los equipos no necesitarán conectarse a la red de unión equipotencial siempre y cuando se encuentren sólidamente fijadas y con buen contacto metálico a otras partes metálicas previamente conectadas a dicha red equipotencial.

Sin embargo, algunos equipos de seguridad intrínseca no están previstos para conectarse a la red equipotencial de masas.

Nota: Las conexiones equipotenciales entre vehículos e instalaciones fijas pueden exigir medidas especiales, es el caso, por ejemplo, cuando se utilizan bridas de materiales aislantes en las tuberías de carga.

### 5.3.4 Protecciones contra otros riesgos de explosión

#### 5.3.4.1 Electricidad estática.

En la concepción de las instalaciones eléctricas deberá prestarse especial atención a los posibles riesgos derivados de las descargas electrostáticas debiendo realizar un estudio particular para cada caso en zonas secas con corrientes de aire u otros gases y en aquellas

actividades en las que se efectúe movimiento o transporte de sustancias a través de canalizaciones.

#### 5.3.4.2 Protección contra las descargas atmosféricas.

Del mismo modo, deberá prestarse también atención especial a los riesgos derivados de las descargas atmosféricas.

#### 5.3.4.3 Piezas metálicas con protección catódica.

Las piezas metálicas con protección catódica situadas en emplazamientos peligrosos son elementos conductores activos potencialmente peligrosos por su potencial eléctrico negativo bajo (especialmente si están dotados de un sistema de corriente catódica propia).

En emplazamientos situados en zona 0, la protección catódica de piezas metálicas no deberá realizarse, salvo si está especialmente concebida para esta aplicación.

#### 5.3.4.4 Radiación electromagnética.

También deben considerarse los posibles riesgos originados por radiaciones electromagnéticas importantes.

### 5.4 Protección eléctrica

Los circuitos y aparatos eléctricos en zonas peligrosas, exceptuando los de seguridad intrínseca, deberán ir equipados con dispositivos de protección para asegurar su desconexión automática de la red en el tiempo más corto posible. En los casos de sobrecarga y cortocircuito, el dispositivo de protección desconectará la parte de instalación averiado sin posibilidad de rearme automático. En zona 2, los dispositivos de protección contra sobrecargas podrán ir dotados de rearme automático. En cualquier caso, tras una desconexión y posterior rearme por cualquiera de los fallos citados, deberá asegurarse que el dispositivo de protección no ha quedado averiado.

Deberá preverse también un dispositivo que asegure la protección contra los riesgos provocados por las sobreintensidades en los motores trifásicos, en marcha monofásica.

En las instalaciones en que la desconexión automática de determinados equipos eléctricos suponga un peligro superior al riesgo de inflamación será suficiente una señal de alarma producida por el equipo de protección.

### 5.5 Seccionamiento y parada de emergencia

Cuando la fuente de alimentación de un circuito situado en zona peligrosa se encuentra instalada en una zona no peligrosa deberá instalarse un dispositivo de seccionamiento en dicha fuente en zona no peligrosa.

En los casos en que el mantenimiento de la alimentación de un circuito eléctrico entrañe riesgos (por ejemplo, extensión de un incendio) se deberá disponer el corte de esa alimentación mediante el accionamiento de un dispositivo de parada de emergencia situado en zona no peligrosa. Como paradas de emergencia pueden emplearse aparatos de corte convencionales. Los equipos que deban ineludiblemente seguir en servicio (aparatos de elevación y similares) y en aras de prevenir un riesgo mayor no tienen que quedar incluidos en el circuito de la parada de emergencia, debiendo alimentarse por medio de un circuito independiente.

### 5.6 Canalizaciones eléctricas

#### 5.6.1 Generalidades

En el diseño de las canalizaciones eléctricas deberán considerarse las condiciones ambientales del emplazamiento peligroso, incluyendo los factores mecánicos, químicos y térmicos. Las canalizaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones contenidas en las Instrucciones MIBT 006, 017 y 018 y con las que a continuación se indican.

Nota 1: Todas las canalizaciones de las instalaciones eléctricas de seguridad intrínseca se realizarán de acuerdo con el apartado 6.2.2, no teniendo que cumplir necesariamente las prescripciones de 5.6.1.1, 5.6.2.1 y 5.6.3.

5.6.1.1 Los cables aislados sin cubierta exterior no deberán utilizarse como conductores activos, salvo en el conexionado interior de aparatos eléctricos o en canalizaciones bajo tubo.

5.6.1.2 Las cubiertas exteriores de los cables que no estén colocados bajo el suelo o en zanjas rellenas de arena serán no propagadoras de la llama según UNE 20.432-82(1); esto no es aplicable a las canalizaciones de tipo a) o b) de 5.6.2.1.

Si se instalan mazos de cables en zanjas sin relleno o en conductos estrechos, estos cables deberán ser no propagadores del incendio según UNE 20.427-81.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15 por 100 respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.

Todas las canalizaciones de longitud superior a 5 metros deberán disponer en su comienzo de una protección contra cortocircuitos y contra sobrecargas si éstas son previsibles, estableciendo estas últimas en base a lo fijado en el párrafo anterior.

5.6.1.3 Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizará de acuerdo con el modo de protección previsto.

5.6.1.4 Los orificios del material eléctrico para entradas de cable o tubos no utilizados deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vaya dotado dicho material.

5.6.1.5 En caso necesario, los cables y tubos estarán sellados para evitar el paso de gases o líquidos.

5.6.1.6 En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables de un emplazamiento a otro. También se evitará la acumulación de gases, vapores o líquidos inflamables en zanjas. Esto puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

## 5.6.2 Cables

### 5.6.2.1 Canalizaciones fijas.

Las canalizaciones de energía en zonas 1 y 2 podrán realizarse con los condicionantes establecidos mediante:

a) Cables o conductores aislados bajo tubo metálico rígido o flexible según lo prescrito en 5.6.3.

b) Cables constituidos de tal modo que dispongan de una protección mecánica; se consideraran como tales:

Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica.

Cables armados con funda de plomo.

Cables armados con cubierta exterior no metálica, estos cables deberán disponer de una cubierta interior de estanqueidad bajo armadura.

Las armaduras serán de acero galvanizado y preferentemente estarán realizadas a base de alambre, si se trata de cables rígidos o cablecillos si son flexibles.

### 5.6.2.2 Canalizaciones de equipos portátiles o móviles.

Para las canalizaciones de alimentación a equipos móviles o portátiles en zonas 1 ó 2 se utilizarán cables flexibles con o sin armadura flexible y cubierta de policloropreno o similar según las normas UNE 21.027-83 y UNE 21.150-86. Si se utiliza conductor de protección debe aislarse como los otros conductores y situarse bajo la cubierta, salvo si está dispuesto en forma de pantalla. Puede utilizarse como conductor de protección la armadura si tiene la conductividad suficiente. La utilización de los cables flexibles sin armadura se restringirá a lo estrictamente necesario, recomendándose que su longitud sea lo más reducida posible.

La sección mínima de los conductores será de 1,5 milímetros cuadrados. Este tipo de canalizaciones tiene su tensión nominal limitada a 450/750 V.

### 5.6.3 Canalizaciones bajo tubo

#### 5.6.3.1 Generalidades.

Las canalizaciones bajo tubos no deberán emplearse donde puedan sufrir vibraciones capaces de romperlas o aflojar sus uniones roscadas, donde como consecuencia de su rigidez pueden originarse esfuerzos excesivos o donde pueda producirse una condensación interna de humedad excesiva.

#### 5.6.3.2 Tubos.

Los tubos rígidos para instalaciones con aparatos Exd deberán ser de acero sin soldadura, galvanizados interior y exteriormente y resistir una presión interna de 3 MPa. El roscado de los mismos deberá cumplir con las exigencias dimensionales de la protección antideflagrante. Los tubos serán conformes a UNE 36.582~6.

Los tubos flexibles serán metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos. Estarán protegidos exteriormente con una malla de acero inoxidable o galvanizado o plastificada. Deberán estar provistos de racores o accesorios que cumplan las condiciones de la construcción antideflagrante.

Para instalaciones con aparatos dotados de otros modos de protección los tubos serán metálicos, debiendo presentar una resistencia mecánica lo suficientemente elevada.

#### 5.6.3.3 Cortafuegos.

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y flamas por el interior de los tubos:

En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas.

En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a 50 milímetros.

Si en un determinado conjunto, el equipo que puede producir arcos, chispas o temperaturas elevadas está situado en un compartimiento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrantes, la entrada al compartimiento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos en que se precisen cortafuegos, éstos se montarán la más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450 milímetros de ellas.

Cuando dos o más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900 milímetros o

menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuegos entre ellas a 450 milímetros o menos de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 90° C.

El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16 milímetros.

Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.

Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadoras que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.

Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto. Cuando un tubo o conducto contenga tres o más cables, la sección ocupada por los mismos comprendido su aislamiento relleno y cubierta exterior no será superior al 40 por 100 de la del tubo o conducto.

## **6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 0**

### **6.1 Generalidades**

Cuando se utilicen instalaciones eléctricas en zona 0 deberá preverse un alto nivel de seguridad, teniendo en cuenta las condiciones ambientales específicas como las sollicitaciones térmicas, mecánicas, químicas, eléctricas, los fenómenos electrostáticos y los efectos de corrosión.

### **6.2 Material eléctrico para zona 0**

Sólo podrán utilizarse los siguientes materiales eléctricos, instalados según las reglas establecidas en sus certificados de conformidad y marcados en consecuencia:

1. Materiales eléctricos de seguridad intrínseca de categoría «a».
2. Otros materiales eléctricos especialmente concebidos para su utilización en zona 0, que deberán disponer del correspondiente certificado de control.

#### **6.2.2 Canalizaciones eléctricas en zona 0**

Los circuitos de seguridad intrínseca deben ser instalados siguiendo las reglas establecidas para zona 1, pudiendo aplicarse, además, otras reglas complementarias específicas para la zona 0.

Las instalaciones eléctricas que no sean de seguridad intrínseca deben responder a las siguientes reglas:

En zona 0 no se utilizarán cables sin protección adicional. Dicha protección puede ser mecánica, eléctrica o contra los efectos ambientales de conformidad con las condiciones de utilización. Deberá prestarse atención especial a los efectos de las descargas atmosféricas y a las diferencias entre los potenciales de tierra.

En zona 0 es aconsejable emplear canalizaciones eléctricas bajo tubo.

## 7. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA1

### 7.1 Equipos eléctricos con modo de protección Ex p

En la instalación de equipos eléctricos dotados del modo de protección Ex p deberán observarse las siguientes prescripciones, además de las reglas contenidas en las normas de este modo de protección (ver punto 4):

- a) Antes de la puesta en servicio de los equipos debe verificarse que su instalación cumple con lo exigido en dichas normas.
- b) Las entradas de cable o las conexiones de los tubos de las canalizaciones eléctricas a las envolventes Exp deben ser lo suficientemente estancas como para impedir fugas excesivas del gas de protección y la salida al exterior de chispas o partículas incandescentes producidas por los aparatos eléctricos situados en el interior de la envolvente
- c) El orificio de entrada del gas de protección al (o los) tubo(s) de alimentación deberá(n) situarse en un emplazamiento no peligroso.
- d) Los tubos de alimentación del gas de protección deberán instalarse, en la medida de lo posible, en emplazamientos no peligrosos.
- e) Los tubos de evacuación del gas de protección deberán desembocar en un emplazamiento no peligroso; en caso contrario, deberán instalarse dispositivos que eviten la salida de chispas o partículas incandescentes peligrosas.

### 7.2 Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca

Además de lo estipulado en las normas citadas en 4 y en EN 50.039 (primera edición, marzo 1980), deberán observarse también las siguientes prescripciones:

#### 7.2.1 Los circuitos de seguridad intrínseca pueden estar:

Aislados de tierra, o

Conectados en un punto a la red de unión equipotencial de masas cuando dicha red exista en todo el tendido de los circuitos de seguridad intrínseca, o

Conectados a tierra en un punto cuando sea necesaria dicha conexión por razones de funcionamiento o de protección.

El método de instalación deberá ser elegido de acuerdo con las características de funcionamiento de los circuitos facilitados por el fabricante.

La puesta a tierra de la instalación en varios puntos se admite siempre y cuando sus circuitos estén separados galvánicamente y cada uno esté conectado a tierra en un solo punto.

Cuando un circuito esté aislado de tierra deberán considerarse los posibles riesgos provenientes de las cargas electrostáticas.

7.2.2 Cuando se empleen barreras de seguridad, la tensión de fallo máxima en el material eléctrico conectado a las bornes de entrada a la barrera no deberá superar el valor de la tensión de fallo asignada a la barrera (por ejemplo, 250 V). Cuando una barrera de seguridad deba ser conectada a tierra, la longitud del conductor de conexión con la borne de tierra de la barrera debe ser tan corta como sea posible. La sección del conductor de conexión deberá determinarse teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito estimada y tendrá, como mínimo, un valor de 1,5 milímetros cuadrados en cobre.

En cualquier caso deberá realizarse un estudio detallado para justificar la necesidad de la puesta a tierra del sistema de alimentación conectado a las bornes de entrada de la barrera.

7.2.3 En las instalaciones eléctricas que posean circuitos de seguridad intrínseca (por ejemplo, en los armarios de medida y control), las bornes deben separarse de forma segura de los circuitos que no sean de seguridad intrínseca (por ejemplo, por pantallas de separación o por un distanciamiento en el aire superior a 50 milímetros). Las bornes de los circuitos de seguridad intrínseca deberán marcarse como tales.

Cuando la separación de bornes se realice mediante distanciamiento en el aire deberán tomarse las debidas precauciones en el cableado para impedir un contacto accidental entre circuitos por la separación de un conductor de su borne de fijación.

7.2.4 Si una envolvente contiene circuitos de seguridad intrínseca y circuitos que no son de seguridad intrínseca, los circuitos de seguridad intrínseca deben estar claramente identificados.

7.2.5 El marcado de los circuitos puede realizarse mediante etiquetas o por el empleo del color azul claro en las envolventes, bornes y cables.

7.2.6 Cuando un circuito de seguridad intrínseca pueda verse sometido a perturbaciones originadas por campos magnéticos o eléctricos deberán adoptarse medidas especiales (por ejemplo, apantallado del circuito) con el fin de asegurar que dichos campos no alteren su modo de protección.

7.2.7 A menos que exista una autorización especial, los conductores de los circuitos de seguridad intrínseca y los conductores de los circuitos que no son de seguridad intrínseca no deberán incluirse en un mismo cable, mazo de cables o tubos. En las bandejas, zanjas, etc., los cables de seguridad intrínseca deberán estar separados de los cables que no son de un circuito de seguridad intrínseca por medio de una barrera mecánica. Dicha barrera no será necesaria cuando los cables posean una cubierta de protección adicional o un forro exterior que asegure una separación física equivalente, o cuando los cables se fijen sólidamente de manera que se asegure dicha separación.

7.2.8 En la instalación de los circuitos de seguridad intrínseca no deberán sobrepasarse los valores límites característicos de capacidad, inductancia y relación inductancia-resistencia. Dichos valores deben ser extraídos de los certificados o del marcado del material eléctrico o de las instrucciones de instalación.

7.2.9 Cuando varios circuitos de seguridad intrínseca se interconecten para formar un sistema deberá comprobarse bien mediante cálculo o por medida directa que los nuevos valores de inductancia y capacidad no afectan a la seguridad intrínseca del conjunto.

### 7.3 Máquinas eléctricas rotativas

#### 7.3.1 Reglas generales

a) Todas las máquinas eléctricas rotativas deberán protegerse contra los calentamientos peligrosos provocados por las sobrecargas. Podrán utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- a.1 Dispositivos de protección de máxima corriente con aparatos de corte tripolar y temporizados; por ejemplo, los aparatos de corte y protección de motores que deben regularse para la intensidad nominal de la máquina  $I_N$ , teniendo en cuenta su factor de utilización, y que actúan en menos de dos horas para valores de la intensidad absorbida comprendidos entre 1,05 y 1,2 veces la intensidad nominal. En el caso de motores conectados en estrella a una red IT puede ser suficiente instalar un dispositivo de protección sobre dos fases.
- a.2 Dispositivos de control directo de la temperatura conectados a detectores situados en el interior de la máquina.
- a.3 Otros dispositivos de protección equivalentes.

Los motores que puedan soportar permanentemente sin un calentamiento excesivo su corriente de arranque  $I_A$  a la tensión nominal y a la frecuencia nominal o los generadores que puedan soportar permanentemente sin un calentamiento excesivo su corriente de cortocircuito  $I_K$ , no necesitan ningún dispositivo de protección contra sobrecargas.

- b) El poder de corte del aparato utilizado para la protección de un motor, deberá ser, como mínimo, igual a su intensidad nominal de arranque  $I_A$ .

#### 7.3.2 Prescripciones particulares para los motores de seguridad aumentada Ex e:

- a) Si la envolvente posee un grado de protección inferior a IP 54 el motor sólo podrá instalarse en lugares adecuados y deberá ser utilizado bajo la vigilancia periódica de personal cualificado.
- b) Las características tiempo-corriente de los dispositivos de protección del motor, deberán estar disponibles en el lugar de instalación. Dichas características deben indicar los tiempos de desconexión, partiendo del estado frío para una temperatura ambiente de 20° C y para valores de  $I/I_N$  entre 3 y 8. Los valores especificados para los tiempos de desconexión deben estar garantizados con una precisión del  $\pm 20$  por 100.

Los dispositivos de protección de los motores de jaula de ardilla deben elegirse de forma tal que el tiempo de desconexión en estado frío tomado de su característica tiempo-corriente para el valor  $I_A/I_N$  del motor debe ser inferior al tiempo  $t_E$  indicado en su placa de características.

- c) Si un motor va dotado de detectores internos de temperatura para su protección, sólo podrá utilizarse con el elemento de control asociado que deberá contar con el correspondiente certificado.
- d) Los motores conectados en triángulo deberán protegerse mediante dispositivos montados en serie con sus devanados de fase, o en los conductores de línea. La elección y regulación de los dispositivos de protección conectados en serie con los devanados de fase, deberá realizarse teniendo en cuenta el valor de la intensidad nominal de fase ( $0,58 I_N$ ) Si los dispositivos de protección se montan sobre los conductores de línea, deberán adoptarse medidas adicionales de protección, tales como la protección contra la marcha en monofásico por fallo en una fase.
- e) En general, los motores dotados de protección amperimétrica deben funcionar en servicio continuo, con arranques fáciles y poco frecuentes que no producen un calentamiento importante de la máquina. Los motores previstos para arranques difíciles o que deben arrancar frecuentemente, deberán ir dotados de dispositivos de protección especiales que garanticen la no superación de la temperatura límite.

La temperatura límite nunca debe rebasarse incluso durante el arranque del motor.

- f) Los motores de rotor bobinado con devanados de seguridad aumentada, deberán protegerse mediante cualquiera de los dispositivos de protección contra sobrecargas citados en 7.3.1.a.



Los dispositivos de protección amperimétricos o los relés instantáneos, deberán regularse para un valor de la intensidad ligeramente superior a la intensidad máxima de arranque e inferior a cuatro veces la intensidad nominal del motor.

#### **7.4 Transformadores y condensadores**

Los transformadores y condensadores que contengan líquidos inflamables se instalarán en emplazamientos situados en zona no peligrosa.

Los transformadores instalados en zona 1 y previstos para soportar permanentemente sin calentamientos inadmisibles, su corriente nominal de cortocircuito, no necesitan ningún dispositivo de protección contra sobrecargas.

#### **7.5 Luminarias**

Las luminarias fijas o portátiles deberán incluir en su marcado la tensión nominal, frecuencia nominal y potencia máxima y tipo de las lámparas con que pueden ser utilizadas.

#### **7.6 Equipos móviles y portátiles**

No podrán utilizarse equipos móviles o portátiles dotados del modo de protección por inmersión en aceite Exo.

Los equipos portátiles deberán llevar su interruptor incorporado.

### **8. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 2**

#### **8.1 Materiales eléctricos admisibles en zona 2**

En zona 2 podrá utilizarse el siguiente material eléctrico:

- a) Material eléctrico para zona 0 o zona 1.
- b) Material eléctrico de respiración restringida para zona 2.
- c) Material eléctrico diseñado especialmente para zona 2 (por ejemplo, con modo de protección "n").
- d) Material eléctrico construido de acuerdo con las reglas establecidas en las normas UNE, CEI o CENELEC específicas de dicho material y que, en servicio normal, no genere arcos, chispas o temperaturas capaces de provocar una inflamación. A menos que se demuestre lo contrario mediante ensayos apropiados, una superficie caliente se considera susceptible de provocar una inflamación, si su temperatura supera la temperatura de inflamación de la atmósfera explosiva considerada.

### **9. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE II**

En los emplazamientos clase II se pueden presentar dos circunstancias de presencia de polvos inflamables:

- a) En forma de nube en suspensión.
- b) En forma de capa depositada sobre los aparatos.

Los equipos admisibles deberán cumplir las condiciones siguientes:

1. Protección contra la penetración del polvo:

Grado IP5<sub>X</sub>. Protegido contra la entrada perjudicial de polvo.

Grado IP6<sub>X</sub>. Protección total contra la entrada de polvo.

En los emplazamientos con riesgo permanente de explosión de polvo, o con abundancia de polvo inflamable en el ambiente o cuando el polvo inflamable sea además conductor de la electricidad, se deberá adoptar el grado IP6X.

## 2. Temperatura superficial máxima:

Los polvos inflamables presentan dos temperaturas de inflamación distintas:

TIN: «Temperatura de inflamación en nube» y

TIC: «Temperatura de inflamación en capa».

Según se parta de uno u otro valor, la temperatura superficial máxima del equipo eléctrico deberá ser inferior a:

$$2/3 \text{ de TIN, o } (TIC-75) \text{ } ^\circ \text{ C}$$

Los valores TIC tabulados se establecen con una capa de 5 milímetros de espesor de polvo. Cuando se prevea una capa de espesor superior, la temperatura superficial máxima del equipo eléctrico se corregirá reduciéndola en 3° C por cada milímetro adicional.

En la práctica, dados los valores usuales de TIN y TIC, la clase de temperatura apropiadas serán T6, T5 y en algún caso T4.

### 9.1 Empleo de los modos de protección normalizados

En principio no están previstos para su empleo en locales de clase II. Sin embargo, podrá hacerse extensiva su utilización a estos emplazamientos si se adoptan las siguientes disposiciones adicionales:

«i»: Certificación que garantice que el equipo no se altera por la capa de polvo depositado.

«p»: Estanqueidad al polvo (filtros, etc.).

«e»: Índice de protección IP6X

«d»: Índice de protección IP5X o IP6X.

De modo general se recomienda que el equipo eléctrico tenga unas formas tales que se evite la acumulación de polvo y la formación de capas gruesas de polvo (formas cónicas, esféricas, evitando superficies horizontales planas, etc.).

Finalmente, para que la seguridad no se vea comprometida por el trato normal de los equipos, se establece una resistencia al impacto mínima IPxx5, recomendándose IPxx7 cuando se trate de polvos inflamables y conductores de la electricidad o en emplazamientos muy polvorientos o con formación frecuente de nubes inflamables.

## 10. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE III

En estos emplazamientos se podrá utilizar, en principio, equipos eléctricos convencionales sin modo de protección, dimensionados de forma que las sobrecargas sean poco probables y cuidando que las protecciones contra sobretensiones estén cuidadosamente diseñadas.

Cuando la manipulación de fibras origine la formación de polvo, se adoptarán las medidas correspondientes a los emplazamientos de la clase II.

ANEXO 2

Normas admitidas para el cumplimiento de las exigencias de esta ITC

UNE número	Denominación	Normas CEI	Normas armonizadas (EN) y documentos de armonización (HD)
20-318-69	Sistemas de protección del material eléctrico utilizado en atmósferas que contengan gases o vapores inflamables. Definiciones.	79-0 (1983).	EN 50014 (1977) enmiendas 1979 y 1982.
20-319-78 1.ª R	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Sobrepresión interna «p».	79-2 (1983).	EN 50016 (1977) enmienda 1979.
20-320-80 1.ª R	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Construcción, verificación y ensayos de las envolventes antideflagrantes de aparatos eléctricos «d».	79-1 (1971) modificación 1979 compl. 79-1A (1975).	EN 50018 (1977) enmiendas 1979 y 1982.
20-321-71	Material eléctrico para atmósferas explosivas con protección por relleno pulverulento «q».	79-5 (1967) compl. 79-5A (1969).	EN 50017 (1977) enmienda 1979.
20-322-86	Clasificación de los emplazamientos con riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores y nieblas inflamables.	—	—
20-323-78	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Marcas.	—	—
20-324-78 1.ª R	Clasificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes.	—	HD 365.82.

UNE número	Denominación	Normas CEI
20-326-70	Material eléctrico sumergido en aceite para su utilización en atmósferas explosivas «o».	79-6 (1969).
20-328-72	Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada. Protección «e».	79-7 (1969).
—	Material eléctrico para atmósferas explosivas: Seguridad intrínseca «i».	79-11 (1984)
—	Material eléctrico para atmósferas explosivas: Sistemas de seguridad intrínseca «i».	—
—	Material eléctrico para atmósferas explosivas: Encapsulado «m».	—
20-111-73	Máquinas eléctricas rotativas. Grado de protección proporcionado por las envolventes.	—
20-427-81	Ensayo de cables sometidos a condiciones propias de un incendio.	—
20-432-82 Parte 1	Ensayos de los cables sometidos al fuego. Ensayo de un conductor aislado o de un cable expuesto a la llama.	—
21-027-83 2.ª R Partes 1 a 4	Cables aislados con goma, de tensiones nominales $U_{0U}$ inferiores o iguales a 450/750 V.	—
21-150-86	Cables flexibles para servicios móviles aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente, de tensión nominal 0,6/1 kV.	—
36-582-86	Pertiles tubulares de acero, de pared gruesa, galvanizados, para blindaje de conducciones eléctricas (tubo «conduit»).	—

## INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

### ÍNDICE

1. **INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS.**
  - 1.1 **Canalizaciones.**
  - 1.2 **Conductores desnudos.**
  - 1.3 **Conductores aislados.**
  - 1.4 **Tubos.**
  - 1.5 **Aparamenta.**
  - 1.6 **Receptores y aparatos portátiles de alumbrado.**
  - 1.7 **Elementos conductores.**
  
2. **INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS.**
  - 2.1 **Canalizaciones.**
  - 2.2 **Tubos.**
  - 2.3 **Aparatos de mando, protección y tomas de corriente.**
  - 2.4 **Dispositivos de protección.**
  - 2.5 **Aparatos móviles o portátiles.**
  - 2.6 **Receptores de alumbrado.**
  
3. **INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN.**
  
4. **INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.**
  
5. **INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA.**
  
6. **INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA.**
  
7. **INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERIAS DE ACUMULADORES.**
  
8. **INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO.**
  
9. **INSTALACIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO, GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS.**
  
10. **INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES.**

## **1. INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS**

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aun cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico, cuando no se utilicen pequeñas tensiones de seguridad, cumplirá con las siguientes condiciones:

### **1.1 Canalizaciones**

Las canalizaciones podrán estar constituidas por:

- Conductores flexibles, aislados, de 440 voltios de tensión nominal, como mínimo, colocados sobre aisladores.
- Conductores rígidos aislados, de 750 voltios de tensión nominal, como mínimo, bajo tubos protectores.
- Conductores rígidos aislados armados, de 1.000 voltios de tensión nominal, como mínimo, fijados directamente sobre las paredes o colocados en el interior de huecos de la construcción.

Los conductores destinados a la conexión de aparatos receptores, podrán ser rígidos de 750 voltios o flexibles de 440 voltios de tensión nominal como mínimo.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua.

### **1.2 Conductores desnudos**

Solamente en casos excepcionales, y por razones justificadas ante la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, podrán utilizarse canalizaciones constituidas por conductores desnudos sobre aisladores. En este caso, la distancia más próxima de los conductores a la pared será, como mínimo, de 10 centímetros.

### **1.3 Conductores aislados**

Los conductores aislados colocados sobre aisladores se dispondrán a una distancia mínima de 5 centímetros de las paredes y la separación entre conductores será de 3 centímetros, como mínimo.

El material utilizado para la sujeción de los conductores aislados fijados directamente sobre las paredes será hidrófugo, preferentemente aislante o estará protegido contra la corrosión.

### **1.4 Tubos**

Los tubos serán preferentemente aislantes y, en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Cuando estos últimos se instalen en montaje superficial, se colocarán a una distancia de las paredes de 0,5 centímetros como mínimo.

### **1.5 Aparamenta**

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

## **1.6 Receptores y aparatos portátiles de alumbrado**

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra la caída vertical de agua. Los portalámparas, pantallas y rejillas, deberán ser de material aislante.

Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II, según la Instrucción MI BT 031.

## **1.7 Elementos conductores**

Todo elemento conductor no aislado de tierra y accesible simultáneamente a elementos metálicos de la instalación o a los receptores, se unirá a las masas de éstos mediante una conexión equipotencial, unida a su vez al conductor de protección, cuando exista.

## **2. INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS**

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos.

Se considerarán como locales o emplazamientos mojados los establecimientos de baños, los cuartos de duchas o para uso colectivo, los lavaderos públicos, las cámaras frigoríficas, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán, además de las condiciones 1.1, 1.2, 1.3 y 1.7, establecidas para los locales húmedos, las siguientes:

### **2.1 Canalizaciones**

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua.

### **2.2 Tubos**

Si se emplean tubos para alojamiento de los conductores, éstos serán estancos, preferentemente aislantes, y, en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Se colocarán en montaje superficial y los tubos metálicos se dispondrán, como mínimo, a 2 centímetros de las paredes .

### **2.3 Aparatos de mando, protección y tomas de corriente**

Se recomienda instalar los aparatos de mando y protección y tomas de corriente, fuera de estos locales. Cuando no se pueda cumplir esta recomendación, los citados aparatos serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen una protección equivalente.

### **2.4 Dispositivos de protección**

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción MI BT 020, se instalará en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

### **2.5 Aparatos móviles o portátiles**

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de pequeñas tensiones de seguridad, según la Instrucción MI BT 021.

## **2.6 Receptores de alumbrado**

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua. La cubierta de los portalámparas será en su totalidad de materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstas se coloquen en un lugar fácilmente accesible.

## **3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN**

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existen gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse, además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

## **4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN**

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Queda prohibido el uso de conductores desnudos.
- Todo el material eléctrico utilizado deberá presentar el grado de protección que su emplazamiento exija.
- Los electromotores y otros aparatos que necesiten ventilación lo harán con aire tomado del exterior que esté exento de polvo o bien convenientemente filtrado.

## **5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA**

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40 grados centígrados, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 grados centígrados.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los conductores aislados con materias plásticas o elastómeros podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 grados centígrados aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible, señalados en la Instrucción MI BT 017.

Para temperaturas ambientes superiores a 50 grados centígrados se utilizarán conductores especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.

- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre aisladores, especialmente en los casos en que sea de temer la no conservación del aislamiento de los conductores.

- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.

## **6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA**

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde puedan presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a  $-20$  grados centígrados.

Se considerarán como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.
- Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales.

## **7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES**

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores, con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión, debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o artificial que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo. Impedirán que los gases penetren en su interior.
- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes bajo tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no será afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.
- Si la tensión de servicio es superior a 250 voltios con relación a tierra, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.
- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 250 voltios, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

## **8. INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO**

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, sólo tienen acceso a los mismos personas cualificadas para ello.



Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etc.

En estos locales se cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 1,90 metros y una anchura mínima de 0,65 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre materiales eléctricos instalados enfrente unos de otros, será, como mínimo, de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura libre de 1,90 metros como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.
- Sólo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.
- Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.

## **9. INSTALACIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO, GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS**

Se considerarán como estaciones de servicio, los locales o emplazamientos donde se efectúan trasvases de gasolina, otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables, a vehículos automóviles.

Como garajes se consideran aquellos locales en que puedan estar almacenados más de tres vehículos al mismo tiempo.

Como talleres de reparación de vehículos se consideran los locales utilizados para la reparación y servicio de vehículos automóviles, sean éstos de pasajeros, camiones, tractores, etc., y para los cuales se empleen como combustible líquidos o gases volátiles e inflamables.

a) Para las instalaciones eléctricas de los locales anteriormente citados, se tendrán en cuenta los volúmenes peligrosos que a continuación se señalan:

- En relación con suelos que estén a nivel de la calle o por encima de ésta, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 metros sobre el mismo.
- En relación con suelos situados por debajo del nivel de la calle, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 metros por encima de la parte más baja de las puertas exteriores o de otras aberturas para ventilación que den al exterior por encima del suelo. Cuando a juicio de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, la ventilación de estos locales esté suficientemente asegurada podrá considerarse únicamente como volumen peligroso el limitado por un plano situado a 0,60 metros del suelo del local.

Las figuras 1, 2, 3 y 4 señalan los valores peligrosos en diferentes casos.



Fig. 1

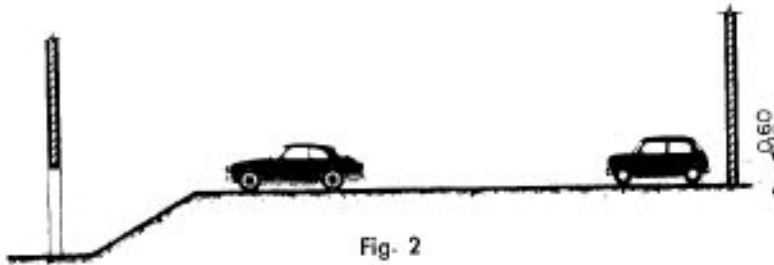


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

- Todo foso o depresión bajo el nivel del suelo se considerará como volumen peligroso.
  - No se considerarán como volúmenes peligrosos los adyacentes a los volúmenes anteriormente citados en los que no sea probable la liberación de los combustibles inflamables y siempre que sus suelos estén sobre los de aquellos a 0,60 metros, como mínimo, o estén separadas de los mismos por tabiques o brocales estancos de altura igual o mayor de 0,60 metros.
- b) Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:
- Los volúmenes peligrosos serán considerados como locales con riesgo de Clase I, División 1 y en consecuencia, las instalaciones y equipos destinados a estos

volúmenes deberán cumplir las prescripciones señaladas en la Instrucción MI BT 026 para estos locales.

- No se dispondrá dentro de los volúmenes peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.
- Las canalizaciones situadas por encima de los volúmenes peligrosos podrán realizarse mediante conductores aislados bajo tubos rígidos blindados en montaje superficial o bien bajo tubos de otras características en montaje empotrado. Igualmente podrán establecerse las canalizaciones con conductores aislados armados, directamente sobre las paredes o no armados, en huecos de la construcción, cuando estos huecos presenten suficiente resistencia mecánica.
- Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los volúmenes definidos como peligrosos. Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el volumen peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atraviese dicho volumen.
- Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,50 metros sobre el suelo a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas.

Estos locales pueden presentar también, total o parcialmente, las características de un local húmedo o mojado y, en tal caso, deberán satisfacer igualmente lo señalado para las instalaciones eléctricas en éstos.

#### **10. INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES**

Cuando en los locales o emplazamientos donde se tenga que establecer instalaciones eléctricas concurren circunstancias especiales no especificadas en estas Instrucciones, y que puedan originar peligro para las personas o cosas, dichas instalaciones reunirán las condiciones de seguridad que estime pertinente la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

## INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES

### Prescripciones particulares

#### ÍNDICE

1. **INSTALACIONES PARA MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE.**
2. **INSTALACIONES PARA PISCINAS.**
3. **INSTALACIONES PROVISIONALES.**
4. **INSTALACIONES TEMPORALES. OBRAS.**

#### 1. **INSTALACIONES PARA MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE**

Se considerarán como máquinas de elevación y transporte:

- a) Las grúas y puentes rodantes, tornos, cabrestantes, cintas transportadoras, montacargas, etc., destinados exclusivamente al transporte de mercancías, tanto si utilizan o no jaulas para dicho fin.
- b) Los ascensores, escaleras mecánicas y otras máquinas utilizadas para el transporte de personas.

Serán aplicables a estas instalaciones las siguientes prescripciones, además de las fijadas por la Reglamentación Técnica para la Construcción e Instalación de Ascensores y montacargas, y siempre que no se opongan a las mismas:

- La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general accionado a mano, colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugares fácilmente accesibles desde el suelo, en el mismo local o recinto en el que esté situado el equipo eléctrico de accionamiento y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.  
Si las máquinas sirven para el transporte de las personas, los circuitos de alumbrado de las cabinas así como los correspondientes a los indicadores de posición, deberán estar conectados a un interruptor independiente del indicado anteriormente.
- Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o de accionamiento, deberán ser dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5 por 100.
- Únicamente en el caso de que las máquinas mencionadas en el párrafo a) no dispongan de jaulas para el transporte, se permitirá la instalación de interruptores suspendidos de la extremidad de la canalización móvil.
- Las canalizaciones móviles de mando y señalización se podrán colocar bajo la misma envolvente protectora de las demás líneas móviles, incluso si pertenecen a circuitos diferentes, siempre que cumplan las condiciones establecidas en la Instrucción MI BT 018.
- Los ascensores, las estructuras de todos los motores, máquinas elevadoras, combinadores y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de las cajas o sobre ellos y en el hueco, se conectarán a tierra.

- Los equipos montados sobre elementos de la estructura metálica del edificio se considerarán conectados a tierra. La estructura metálica de la caja soportada por los cables elevadores metálicos que pasen por poleas o tambores de la máquina elevadora se considerarán conectados a tierra con la condición de ofrecer toda garantía en las conexiones eléctricas entre ellos y con tierra. Si esto no se cumpliera se instalará un conductor especial de protección.
- Las vías de rodamiento de toda grúa de taller estarán unidas a un conductor de protección.
- Los locales, recintos, etc., en los que esté instalado el equipo eléctrico de accionamiento, sólo deberán ser accesibles a personas cualificadas. Cuando sus dimensiones permitan penetrar en él, deberán adoptarse las disposiciones relativas a las instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico (Instrucción MI BT 027). En estos lugares se colocará un esquema eléctrico de la instalación.

## **2. INSTALACIONES PARA PISCINAS**

Las canalizaciones y equipos eléctricos destinados a las piscinas o adyacentes a ellas, cumplirán las siguientes prescripciones:

- a) Ninguna canalización o aparato eléctrico excepto los de alumbrado señalados en el párrafo d), se encontrarán en el interior de la piscina al alcance de los bañistas.
- b) No se instalarán líneas aéreas por encima de las piscinas ni a menos de 3 metros de su perímetro o de cualquier estructura próxima a ella, como plataformas, trampolines, etc.
- c) Las canalizaciones serán estancas y estarán constituidas por conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 1.000 voltios, bajo tubos metálicos rígidos blindados.
- d) Podrán instalarse aparatos de alumbrado por debajo de la superficie libre del agua, debiendo cumplirse para ello las siguientes condiciones:
  - No se utilizarán aparatos que funcionen a más de 150 voltios.
  - Las luminarias estarán especialmente concebidas para su colocación en huecos practicados en los muros de la piscina y estarán provistas de manguitos o dispositivos equivalentes que hagan estancas las entradas a las mismas de los tubos que contengan los conductores de alimentación. Tendrán un sistema adecuado de bloqueo que impida sacar de su interior la lámpara sin el empleo de un útil especial.
  - Toda parte metálica integrante de las luminarias o de los huecos practicados para su colocación, así como los tubos que contengan los conductores de alimentación, situados por debajo del nivel del terreno, serán de latón o de otro material resistente a la corrosión.
- e) Las luminarias y la canalización destinada a su alimentación, presentarán el grado de protección para material sumergido a la profundidad prevista para su instalación. El resto de canalizaciones cumplirán las condiciones fijadas para locales húmedos o mojados (Instrucción MI BT 027), según las características de los locales donde se encuentren instalados.
- f) Las luminarias serán alimentadas mediante derivaciones establecidas desde un circuito general de distribución.
- g) La alimentación a los circuitos generales de distribución se realizará mediante transformadores especiales de separación de circuitos (Instrucción MI BT 035), que dispondrán de una pantalla metálica, puesta a tierra, entre los circuitos primario y secundario.

Cuando la tensión del circuito de utilización sea superior a 15 voltios, se instalarán dispositivos de corte a tensión de defecto (Instrucción MI BT 021 ) que desconectarán la instalación cuando aparezcan tensiones de defecto superiores a aquélla.

- h) Las cajas de conexión utilizadas para establecer las derivaciones del circuito general de distribución hasta las luminarias, estarán provistas de manguitos u otros sistemas equivalentes que hagan estanca su unión con los tubos de las canalizaciones. Estas cajas se colocarán, como mínimo, a una altura de 0,20 metros por encima del terreno, del borde superior de la piscina o del nivel máximo que las aguas puedan alcanzar, según sea el que proporcione mayor elevación y a 1,20 metros del perímetro de la piscina. No se colocarán por encima del pasillo que rodea a ésta, excepto cuando se sitúen en estructuras fijas y siempre que se mantengan las distancias anteriormente señaladas.
- i) Los transformadores destinados a la separación de circuitos se colocarán como mínimo a 0,30 metros por encima de los niveles anteriormente señalados para las cajas de conexión y a igual distancia que éstas del perímetro de la piscina.
- j) No se instalarán tomas de corriente a menos de 3 metros de los bordes de la piscina y las situadas a mayor distancia dentro del área de ésta, irán provistas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- k) Todos los conductos metálicos, tuberías, armaduras de las estructuras de la piscina, de alojamiento de luminarias, así como partes metálicas de escaleras, trampolines, etc., estarán unidos mediante una conexión equipotencial (Instrucción MI BT 021 ) y, a su vez, unidos a una misma toma de tierra.

### **3. INSTALACIONES PROVISIONALES**

Se considerarán como instalaciones provisionales aquellas que deben ser suprimidas o reemplazadas por instalaciones definitivas después de un tiempo relativamente corto.

Estas instalaciones pueden, en una medida relacionada con la brevedad de su empleo, ser establecidas de forma más simple que las instalaciones definitivas, siempre que se haya previsto un sistema de protección adecuado con el emplazamiento de la instalación, para garantizar la seguridad de las personas y de las cosas.

Toda instalación provisional deberá ser desmontada en el momento en que deje de ser necesaria.

### **4. INSTALACIONES TEMPORALES. OBRAS**

En las instalaciones de carácter temporal como son las destinadas a verbenas, pabellones de ferias, carruseles, espectáculos de temporada, etc., así como las destinadas a obras de construcción de edificios o similares, se utilizarán materiales particularmente apropiados a estos montajes y desmontajes repetidos.

Estas instalaciones cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como las particulares siguientes:

- a) Las líneas aéreas con conductores desnudos destinadas a la alimentación de las primeras de las citadas instalaciones, sólo serán permitidas cuando su trazado no transcurra por encima de los locales o emplazamientos temporales y la traza sobre el suelo del conductor más próximo a cualquiera de éstos se encuentre separada de los mismos 1 metro como mínimo.
- b) Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo y los utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible aislados con elastómeros o plásticos de 440 voltios como mínimo de tensión nominal.
- c) En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 300 miliamperios. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria esté puesta a

tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Instrucción MI BT 039. En caso contrario, los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad. Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.

- d) Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos de interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.
- e) Las tomas de corriente irán provistas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- f) La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

## INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES

### ÍNDICE

#### 1. INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES.

##### 1.1 Pequeñas tensiones de seguridad.

##### 1.2 Pequeñas tensiones ordinarias.

#### 2. TIMBRES ELÉCTRICOS.

#### 1. INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES

De acuerdo con lo señalado en el artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las instalaciones a pequeñas tensiones comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 voltios.

Estas instalaciones pueden ser:

- A pequeñas tensiones de seguridad.
- A pequeñas tensiones ordinarias.

##### 1.1 Pequeñas tensiones de seguridad

Las instalaciones a pequeñas tensiones de seguridad son aquellas cuyos circuitos de utilización y fuentes de energía responden a lo señalado en la Instrucción MI BT 021 para el empleo de pequeñas tensiones como sistema de protección.

Cuando la fuente de energía de estas instalaciones no excede, en valores nominales, de 10 kW en corriente continua o de 10 kVA en corriente alterna, son aplicables, para su instalación, las siguientes prescripciones:

- Los conductores aislados utilizados en estas instalaciones podrán ser de 250 voltios de tensión nominal.
- La sección mínima de los conductores de cobre podrá ser igual a 0,10 milímetros cuadrados.
- Se podrá utilizar la madera como soporte de partes activas de la instalación cuando se trata de locales o emplazamientos secos y, únicamente, cuando la tensión nominal no exceda de 24 voltios, y la intensidad máxima que circula por el circuito no sea superior a 2 amperios.
- Las masas de los circuitos secundarios no estarán unidas ni con tierra ni con otras masas. En ciertos casos como por ejemplo, en las instalaciones de telecomunicación, mando, señalización u otras, podrán tener un punto de su circuito unido a un conductor de protección o a tierra si fuese necesario por razones funcionales.
- No es necesario en este tipo de instalaciones seguir las prescripciones fijadas en la Instrucción MI BT 017 para identificación de las canalizaciones.



- No es necesario en este tipo de instalaciones seguir las prescripciones fijadas en la Instrucción MI BT 003 para la distancia de conductores al suelo y la separación mínima entre ellos.
- Los conductores enterrados se encontrarán situados entre dos capas de arena o de tierra fina cribada, de 15 centímetros de espesor.
- Cuando los conductores no presenten una resistencia mecánica suficiente, se colocarán en el interior de conductos de gres, cemento, fundición, etcétera, o protegidos por dispositivos equivalentes contra los deterioros mecánicos.
- Para las instalaciones de alumbrado, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización, no será superior al 5 por 100.
- Las tomas de corriente y prolongadores utilizados en estas instalaciones no serán intercambiables con otros elementos iguales utilizados en instalaciones a tensiones superiores a 50 voltios.
- Cuando la intensidad de cortocircuito en los bornes del circuito de utilización de la fuente de energía sea inferior a la intensidad admisible en los conductores que forman este circuito, no será necesario instalar en su origen dispositivos de protección contra sobreintensidades.
- No es necesario tomar medidas de protección contra contactos directos, cuando dos partes activas de la instalación, de polaridades diferentes, no son simultáneamente accesibles o cuando la instalación está situada en un local de acceso solamente a personal cualificado. Si una u otra de estas condiciones no se cumplen, la tensión nominal entre las partes activas de polaridades diferentes no protegidas, será como máximo de 24 voltios.
- El empleo de aparatos previstos para ser alimentados a pequeñas tensiones de seguridad, pero que llevan circuitos externos o internos funcionando a una tensión superior a ésta, no se considerarán como de la Clase III (Instrucción MI BT 031] a menos que las disposiciones constructivas aseguren, entre los circuitos a distintas tensiones, un aislamiento equivalente al correspondiente a un transformador de separación (Instrucción MI BT 085).
- Las instalaciones de pequeñas tensiones de seguridad presentarán, en todo momento, una resistencia de aislamiento de 50.000 ohmios, como mínimo.

## 1.2 Pequeñas tensiones ordinarias

Las instalaciones a pequeñas tensiones ordinarias son aquellas que no responden a las prescripciones señaladas en la Instrucción MI BT 021 para el empleo de pequeñas tensiones como sistema de protección.

Únicamente, en el caso de que estas instalaciones se encuentren en locales o emplazamientos secos y no conductores y estén situadas a más de un metro de distancia de todo elemento conductor, que no conste como aislado de tierra, se considerarán aplicables a su instalación las prescripciones anteriormente fijadas para las instalaciones a pequeñas tensiones de seguridad .

Cuando la pequeña tensión sea suministrada al circuito por un autotransformador, será considerada, en cualquier caso, como si se tratase de una instalación a tensión usual.

## 2. TIMBRES ELÉCTRICOS

Se recomienda utilizar pequeñas tensiones de seguridad para las instalaciones destinadas a timbres eléctricos. Las tensiones nominales para éstos se escogerán de entre los siguientes valores:

6 - 8 - 12 - 24 voltios.



## INSTALACIONES A TENSIONES ESPECIALES

### ÍNDICE

#### 1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES.

##### 1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES

Estas instalaciones, además de cumplir con las prescripciones establecidas para las instalaciones a tensiones usuales y las complementarias según su emplazamiento, cumplirán las siguientes:

- Se aplicará obligatoriamente uno de los sistemas de protección de la Clase B para contactos indirectos (Instrucción MI BT 021), tanto a las envolventes conductoras de las canalizaciones como a las masas de los aparatos que no posean aislamiento reforzado o doble aislamiento.
- Los conductores empleados serán siempre de tensión nominal no inferior a 1.000 voltios. Cuando estos conductores se instalen sobre soportes aislantes, deberán poseer una envoltura que los proteja contra el deterioro mecánico.
- La presencia de piezas desnudas bajo tensión que no estén completamente protegidas contra los contactos directos (Instrucción MI BT 021), se permitirá únicamente en locales afectos a un servicio eléctrico, siempre que sólo tenga acceso a él personal cualificado.
- Las canalizaciones deberán ser fácilmente identificables sobre todo cuando existan en sus proximidades otras canalizaciones a tensiones usuales o pequeñas tensiones.
- En el caso excepcional de empleo de un autotransformador para la transformación de una tensión usual en una tensión especial, la instalación a tensión usual y a partir de sus aparatos de protección, estará aislada igual que la instalación a tensión especial.

## RECEPTORES

### Prescripciones generales

#### ÍNDICE

#### 1. GENERALIDADES.

##### 1.1 Condiciones Generales de instalación.

##### 1.2 Clasificación de los receptores.

##### 1.3 Condiciones de utilización.

##### 1.4 Indicaciones que deben llevar los receptores.

##### 1.5 Tensiones de alimentación.

##### 1.6 Conexión de receptores.

##### 1.7 Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida.

##### 1.8 Mejoramiento del factor de potencia.

#### 1. GENERALIDADES

##### 1.1 Condiciones generales de instalación

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento, Soportarán la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los circuitos que formen parte de los receptores, salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades, siendo de aplicación, para ello, lo dispuesto en la Instrucción MI BT 020. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

##### 1.2 Clasificación de los receptores

Los receptores se clasifican, de acuerdo con su aislamiento, tensión de alimentación, posibilidad y forma de realizar la puesta a tierra de sus masas, en la forma siguiente:

a) Receptores de tensión nominal hasta 440 voltios e intensidad nominal no superior a 63 amperios. Estos aparatos pertenecen a una de las clases siguientes:

— **Clase 0.** No llevan dispositivos que permitan unir las partes metálicas accesibles, a un conductor de protección. Su aislamiento, corresponde a un aislamiento funcional, aunque puede tener alguna parte provista, de un doble aislamiento o de aislamiento reforzado.

— **Clase 1.** Llevan dispositivos que permiten unir las partes metálicas accesibles, a un conductor de protección. Su aislamiento corresponde, al menos, a un aislamiento funcional.

Cuando la alimentación al aparato se realice por medio de un conductor flexible, éste incluye el conductor de protección, y su clavija para toma de corriente dispone de contacto para este último conductor.

— **Clase 0I.** Llevan bornes para puesta a tierra de sus partes metálicas accesibles, y conductor flexible de alimentación filado permanentemente al aparato. Este conductor no incluye conductor de protección ni la clavija para toma de corriente dispone de contacto para el mismo. Tienen, al menos, aislamiento funcional en todas sus partes.

— **Clase II.** No llevan dispositivos que permitan unir sus partes metálicas accesibles, a un conductor de protección. Su aislamiento corresponde, en todas sus partes, a un doble aislamiento o a un aislamiento reforzado. Podrán pertenecer a uno de los siguientes tipos:

II-A. Tienen una envolvente duradera, prácticamente continua, de material aislante, que incluye todas las partes metálicas excepto pequeñas piezas, como placas de características, tornillos o remaches, que estén separadas de las partes activas por un aislamiento equivalente, al menos, al reforzado. El aparato de estas características se denominan de la Clase II con aislamiento envolvente Clase II-A).

II-B. Tienen una envolvente metálica prácticamente continua y aislada totalmente de las partes activas por un doble aislamiento, excepto en aquellas partes en que se emplee un aislamiento reforzado por no ser realizable el doble aislamiento. El aparato de estas características se denomina de la Clase II con envolvente metálica (Clase II-B).

II-C. Aparato que combina los tipos A y B anteriores (Clase II-C).

Los receptores de la Clase II llevan el símbolo indicado al margen, situado junto a las indicaciones de sus características.



Existen receptores que sin estar clasificados como de la Clase II, pueden considerarse, desde el punto de vista de la protección contra los contactos indirectos, como equivalentes a esta clase, en razón a los ensayos especificados en las normas que les conciernen. Es el caso, por ejemplo, de receptores electrónicos de uso doméstico.

— **Clase III.** Son los que están previstos para ser alimentados bajo una tensión no superior a 50 voltios. No tienen ningún circuito interno ni externo que funcione bajo una tensión superior a ésta.

Los aparatos de las Clases antes citadas presentarán un aislamiento a masa que resista una prueba bajo tensión del valor que se indica más adelante, excepto aquellos cuya especificación particular dada en la norma UNE correspondiente fije otros valores. En general, la tensión de ensayo será a 50 hertzios y se mantendrá aplicada durante 1 minuto.

— Aparatos de la Clase 0, 0I y I: 1.500 voltios.

— Aparatos de la Clase II, en general: 4.000 voltios, excepto los transformadores de seguridad y de separación de circuitos que será de 4.500 voltios.

— Aparatos de la Clase III: 500 voltios.

- b) Receptores de tensión o intensidad nominales superiores a 440 voltios o 63 amperios, respectivamente. Estos receptores presentarán un aislamiento a masa que resista una prueba bajo tensión de  $2U + 1.000$  voltios y, como mínimo, 1.500 voltios, siendo U su tensión nominal.

### 1.3 Condiciones de utilización

Las condiciones de utilización de los receptores dependerán de su clase y de las características de los locales donde sean instalados. A este respecto se tendrá en cuenta lo dispuesto en las Instrucciones MI BT 017 y 021. Los aparatos de la Clase II o sus equivalentes y los de la Clase III se podrán utilizar sin tomar medida de protección alguna contra los contactos indirectos.

### 1.4 Indicaciones que deben llevar los receptores

Independientemente de las indicaciones señaladas como obligatorias para todo aparato en el Artículo 7 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, llevarán, además, si fuera necesario para su utilización o instalación, las indicaciones de identificación sobre los dispositivos incorporados al mismo, tales como bornes, indicadores de posición de interruptores (abierto o cerrado), etc., así como las instrucciones referentes a su correcta instalación, funcionamiento y entretenimiento. Estas instrucciones podrán ir en nota o folleto adjunto.

### 1.5 Tensiones de alimentación

Los aparatos no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión nominal sea superior a la indicada en el mismo. Sobre éstos podrá señalarse una única tensión nominal o una gama nominal de tensiones que señale con sus límites inferior o superior las tensiones para su funcionamiento asignadas por el fabricante del aparato.

Los aparatos de tensión nominal única, podrán funcionar en relación con ésta, dentro de los límites de variación de tensión admitidos por el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía. Los aparatos podrán estar previstos para el cambio de su tensión nominal de alimentación, y cuando este cambio se realice por medio de dispositivos conmutadores, estarán dispuestos de manera que no pueda producirse una modificación accidental de los mismos.

### 1.6 Conexión de receptora

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la Instrucción MI BT 017.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectúa por intermedio de un conductor movable, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materias aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en

caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos a ésta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor de alimentación no será de materia termoplástica.

La conexión de los conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

La conexión de conductores móviles a los aparatos destinados a usos domésticos o análogos se realizará utilizando:

- Conductor flexible, con cubierta de protección, fijado permanentemente al aparato.
- Conductor flexible, con cubierta de protección, fijado al aparato por medio de un conector, de manera que las partes activas del mismo no sean accesibles cuando estén bajo tensión.

La tensión nominal de los conductores utilizados será la de la tensión de alimentación y, como mínimo, de 250 voltios. Sus secciones no serán inferiores a 0,5 milímetros cuadrados.

### **1.7 Utilización de receptores que desequilibran las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida**

No se podrán instalar sin consentimiento expreso de la Empresa que suministra la energía, aparatos receptores que produzcan desequilibrios importantes en las distribuciones polifásicas.

En los motores que accionan máquinas de par resistente muy variable y en otros receptores como hornos, aparatos de soldadura y similares, que puedan producir fuertes oscilaciones de la potencia por ellos absorbida, se tomarán medidas oportunas para que la misma no pueda ser mayor del 200 por 100 de la potencia nominal del receptor.

Las Empresas distribuidoras de la energía, previa autorización de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria, podrán negarse a la conexión de tales receptores o desconectar los ya en servicio cuando se compruebe que no cumplen tal condición o producen perturbaciones en las redes de distribución.

### **1.8 Mejoramiento del factor de potencia**

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor, es decir, que funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor de un + 10 por 100 del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de éstos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquéllos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

Los condensadores utilizados para la mejora del factor de potencia en los motores asíncronos, se instalarán de forma que, cortada la alimentación de energía eléctrica al motor, queden simultáneamente desconectados los indicados condensadores.





## RECEPTORES PARA ALUMBRADO

### ÍNDICE

#### 1. RECEPTORES PARA ALUMBRADO.

##### 1.1 Prohibición de la utilización conjunta con otros sistemas de iluminación.

##### 1.2 Portalámparas.

##### 1.3 Indicaciones en las lámparas.

##### 1.4 Instalación.

##### 1.5 Empleo de pequeñas tensiones para alumbrado.

##### 1.6 Instalación de lámparas o tubos de descarga.

#### 1. RECEPTORES PARA ALUMBRADO

##### 1.1 Prohibición de la utilización conjunta con otros sistemas de iluminación

No se permitirá la instalación de ningún aparato, candelabro, araña, etc., en que se utilicen conjuntamente la electricidad y otro agente de iluminación.

##### 1.2 Portalámparas

Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia responderán a las siguientes prescripciones:

- Deberán resistir la corriente prevista para la potencia de las lámparas a las que son destinados. En consecuencia, serán resistentes al calor desprendido por éstas, debiendo preverse, a tal efecto, la mayor temperatura que puedan alcanzar cuando su instalación se realice con el casquillo dirigido hacia arriba o esté la lámpara dentro de una luminaria cerrada.
- Cuando se empleen portalámparas con contacto central, debe conectarse a éste el conductor de fase o polar, y al contacto correspondiente a la parte exterior el conductor neutro o identificado como tal.
- Cuando en una misma instalación existan lámparas que han de ser alimentadas por circuitos a distintas tensiones. se recomienda que los portalámparas respectivos sean diferentes entre sí en relación con el circuito a que han de ser conectados.
- Los portalámparas que presenten partes activas accesibles al dedo de prueba o que permitan el contacto de éste con los casquillos de las lámparas, no se instalarán más que en aparatos fuera del alcance de la mano del utilizador o en el interior de aparatos cerrados que no puedan ser abiertos sin la ayuda de un útil.
- Los portalámparas con interruptores de llave o pulsadores no son admitidos, salvo que lleven una envolvente aislante.

- Los portalámparas instalados sobre soportes o aparatos, estarán fijados a los mismos de forma que se evite su rotación o separación de estos cuando se proceda a la sustitución de la lámpara. Para la retirada de los portalámparas será necesario el empleo de un útil.
- Los portalámparas llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido previstos.

### **1.3 Indicaciones en las lámparas**

Las lámparas llevarán estampadas en forma visible e indeleble las marcas e indicaciones señaladas en el vigente Pliego de Condiciones Constructivas y de Rendimiento de las Lámparas Eléctricas de Incandescencia.

### **1.4 Instalación**

Para la instalación de lámparas se tendrá en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas, utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Por excepción se permitirá que los conductores soporten exclusivamente

el peso del receptor, cuando éste no sea superior a 0,5 kilogramos, que las características de los conductores estén de acuerdo con este peso y siempre que no presenten empalmes en el trozo sometido a tracción.

- Para los conductores instalados en el interior de candelabros, arañas, etc, se utilizarán cables flexibles de tensión nominal no inferior a 250 voltios. Su sección será, en general, igual o superior a 0,75 milímetros cuadrados, autorizándose una sección mínima de 0,5 milímetros cuadrados cuando por ser muy reducido el diámetro de los conductos en los que deben alojarse los conductores, no pueda disponerse en éstos otros de mayor sección.
- Para la instalación de lámparas suspendidas sobre vías públicas, se seguirá lo dispuesto a este efecto en la Instrucción MI BT 009.

### **1.5 Empleo de pequeñas tensiones para alumbrado**

En las caldererías, grandes depósitos metálicos, cascos navales, etc., y, en general, en lugares análogos, los aparatos de iluminación portátiles serán alimentados bajo una tensión de seguridad no superior a 24 voltios, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación.

### **1.6 Instalación de lámparas o tubos de descarga**

Queda prohibido en el interior de las viviendas el uso de lámparas de gases con descarga de alta tensión. En general, cuando se instalen en terrazas, fachadas o en el interior de edificios comerciales o industriales, se dispondrán en forma que tanto ellas como sus conexiones queden fuera del alcance de la mano. Las lámparas o tubos de descarga, se instalarán de acuerdo con las siguientes prescripciones:

#### **a) Condiciones comunes a todas las instalaciones bajo una tensión cualquiera:**

- Cualquier receptor o conjunto de receptores consistentes en lámparas o tubos de descarga será accionado por un interruptor, previsto para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores. Si el interruptor accionara a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Todas las partes bajo tensión, así como los conductores, aparatos auxiliares y los propios receptores, excepto las partes que producen o transmiten la luz, estarán protegidas por adecuadas pantallas o envolturas aislantes o metálicas puestas a tierra. Se exceptuarán de esta exigencia los elementos situados en lugar sólo accesible a personas autorizadas.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,85 y no se admitirá compensación del conjunto de un grupo de lámparas en una instalación de régimen de carga variable.

**b) Condiciones de las instalaciones de lámparas de descarga que funcionen bajo una tensión usual, pero necesiten para su cebado una tensión especial**

- La protección contra los contactos indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la Instrucción MI BT 021. La instalación irá provista de un interruptor de corte omnipolar, situado en la parte de canalización bajo tensión usual.
- Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortacircuito en la parte de la instalación comprendida entre las lámparas y su aparato de estabilización.
- Los portalámparas empleados estarán protegidos debidamente contra los contactos directos, tanto esté la lámpara puesta como quitada. Se podrá exceptuar de este requisito si la lámpara está en lugar inaccesible en su uso normal.
- Los aparatos de estabilización empleados en estos circuitos no llevarán partes accesibles sometidas a más de 440 voltios. Estos aparatos llevarán, de manera perfectamente visible en la cara del aparato que lleve los bornes de su alimentación, la indicación de la tensión secundaria en vacío.
- Las canalizaciones sometidas a tensión superior a 440 voltios llevarán conductores previstos, como mínimo, para una tensión nominal de 1.000 voltios. Estos conductores serán inaccesibles, bien por formar parte del conjunto inaccesible de portalámparas y estabilizadores, bien por estar provistos de un revestimiento metálico.
- Se podrán emplear autotransformadores para estas instalaciones si forman parte integrante del aparato estabilizador, de manera que los diferentes elementos del conjunto no puedan separarse eléctrica o mecánicamente y sólo en uno de los casos siguientes:
  - Si un portalámparas de cada lámpara de descarga provoca el corte omnipolar del circuito de alimentación del autotransformador cuando se retira la lámpara.
  - Si las lámparas, el estabilizador y el circuito que los une son inaccesibles en utilización normal, y bajo la condición de ser muy visible una indicación puesta en el aparato manifestando la obligación de proceder a un corte omnipolar del circuito de alimentación del autotransformador antes de toda intervención, incluida la puesta o retirada de una lámpara.

**c) Condiciones de las instalaciones de lámparas o tubos de descarga que funcionen continuamente bajo una tensión especial o superior, o que funcionando continuamente bajo una tensión usual, necesiten para su cebado una alta tensión**

Se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualquiera que sean las tensiones de funcionamiento de éstos, siempre que constituyan un conjunto o unidad con los transformadores de alimentación y demás elementos, no presenten al exterior más que conductores de conexión en baja tensión y

dispongan de sistemas de bloqueo adecuados que impidan alcanzar partes interiores del conjunto sin que sea cortada automáticamente la tensión de alimentación al mismo.

Las instalaciones sometidas a tensiones superiores a las usuales necesarias para el funcionamiento continuo de las lámparas, satisfarán los requisitos exigidos en el párrafo anterior y, además, los siguientes:

- Se unirán por medio de una conexión equipotencial:
  - la envoltura metálica del transformador empleado para estas instalaciones,
  - el circuito magnético de dicho transformador,
  - el revestimiento metálico de las canalizaciones sometidas a tensiones superiores a 440 voltios,
  - las piezas metálicas que sirvan de soporte o protejan las lámparas de descarga.
- El conductor de conexión será de cobre aislado, de 2,5 milímetros cuadrados de sección mínima, o de Cobre desnudo de 6 milímetros cuadrados de sección mínima, y se unirá a un punto cualquiera del arrollamiento secundario del transformador, si la tensión entre conductores no sobrepasa 7.000 voltios, y al punto medio de aquel arrollamiento, si la tensión sobrepasa este valor.

También se unirá el conductor de conexión al conductor de protección de la instalación que alimente el transformador. Podrá exceptuarse de este requisito si se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes: 4

- el conjunto de la instalación de la lámpara se encuentra situado en local o emplazamiento seco y no conductor y a más de un metro de distancia de todo elemento conductor del que no se tenga certeza que esté aislado de tierra.
- la tensión entre conductores de la instalación de la lámpara no sobrepasa 7.000 voltios.
- La protección contra los contactos directos, por lo que a las lámparas se refiere, se realizará encerrándolas en adecuadas envolventes aislantes o metálicas. Si la lámpara estuviera situada en el exterior de los edificios, a más de 3 metros sobre el suelo, o en su interior a más de 2 metros del suelo, se podrán sustituir dichas protecciones por tubos aislantes de conveniente calidad dieléctrica y resistencia al calor que recubran las partes bajo tensión, o por otros sistemas aislantes adecuados.
- Las lámparas cuya tensión exceda de 5.000 voltios con relación a tierra, se fijarán sobre apoyos aislantes de tensión nominal correspondiente a la existente entre conductores.
- Los transformadores tendrán sus arrollamientos primario y secundario eléctricamente distintos. Se prohíbe el empleo de autotransformadores.

En los circuitos primarios se instalarán dispositivos que actúen en caso de cortocircuito o de corriente a tierra que exceda de un 20 por 100 de la corriente prevista como normal para el circuito de alimentación.

- Los transformadores se situarán fuera del alcance de personas no autorizadas; si no fuera así, estarán encerrados en una caja o armario incombustible o instalados en local cerrado o protegidos por un enrejado metálico. Tales protecciones se instalarán de manera que la apertura de la caja o armario, el acceso al local o la retirada del enrejado provoque automáticamente el corte de la corriente de alimentación en todos los conductores de alimentación.
- Si el transformador llevara partes accesibles, la distancia entre el transformador y el enrejado metálico antes indicado, será como mínimo de 0,30 metros.
- Las cajas o armarios, los enrejados de protección o las puertas, llevarán una señal de peligro eléctrico, situada en lugar visible, y una inscripción que indique el peligro.
- Cuando se utilicen transformadores elevadores cuya tensión con respecto a tierra sea superior a 5.000 V, medida en circuito abierto, los conductores del circuito secundario

Llevarán revestimiento metálico o estarán alojados en tubos metálicos blindados destinados exclusivamente para ello. En cualquier caso quedará asegurada la continuidad eléctrica del revestimiento. No obstante lo dicho anteriormente podrán efectuarse las conexiones entre lámparas o tubos de descarga por medio de conductores de cobre desnudo, de una resistencia mecánica adecuada, alojados en el interior de tubos de vidrio de relativamente gran espesor, pero siempre que la longitud de cada conductor sea tal que en caso de rotura accidental, los trozos rotos no puedan quedar accesibles o tocar partes metálicas no puestas a tierra. Igualmente serán admitidos otros conductores debidamente homologados para estas conexiones.

- Cualquier instalación deberá poder ser puesta fuera de tensión por medio de interruptor de corte omnipolar que actúe sobre el circuito que alimenta a su transformador. Este interruptor llevará una inscripción indicando que forma parte de la instalación de lámparas o tubos de descarga y estará situado en un lugar fácilmente accesible en todo momento.

En caso de anuncios o signos luminosos situados sobre fachada, estos interruptores estarán colocados en sitios accesibles en cualquier momento desde el exterior. Si el interruptor se sitúa sobre la fachada, estará a una altura tal que no sea accesible a los transeúntes, pero que pueda ser alcanzado en caso de necesidad sin dificultad, es decir, a 3 metros aproximadamente del suelo.

La instalación del interruptor será obligatoria además de cualquier otro interruptor que hubiera para otro fin.

Con el fin de que el personal pueda efectuar trabajos sobre o en las proximidades de la instalación a más de 440 voltios, el interruptor antes mencionado será de corte visible y con posibilidad de enclavamiento en su posición de abierto, o se dispondrán, en caso contrario, en un lugar conveniente, en el circuito de alimentación al transformador, unos puentes amovibles para seccionamiento de todos los conductores.

- Queda prohibido intercalar en el circuito bajo tensión mayor de 440 voltios, ningún dispositivo que interrumpa sólo este circuito si el circuito de alimentación, bajo tensión usual, no ha sido cortado. Sin embargo, se admitirán interruptores o conmutadores de mando automático si están fuera del alcance de personas no cualificadas.
- Cuando una línea aérea de telecomunicación o una antena receptora de radiodifusión o televisión esté a menos de 0,30 metros de una instalación luminosa, se colocará entre la línea y la instalación luminosa un enrejado metálico unido a la conexión equipotencial indicada anteriormente.

## RECEPTORES Aparatos de caldeo

### ÍNDICE

#### 1. APARATOS DE CALDEO.

##### 1.1 Condiciones generales de instalación.

##### 1.2 Aparatos productores de agua caliente y vapor en los que el circuito eléctrico.

##### 1.3 Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico.

##### 1.4 Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos, sumergidos en agua.

##### 1.5 Aparatos de caldeo por aire caliente.

##### 1.6 Conductores de caldeo.

##### 1.7 Cocinas y hornillos.

##### 1.8 Aparatos para soldadura eléctrica por arco.

#### 1. APARATOS DE CALDEO

##### 1.1 Condiciones generales de instalación

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en el caso de empleo negligente o defectos previsibles en el aparato.

Los aparatos de caldeo industrial destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un imitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa .

##### 1.2 Aparatos productores de agua caliente y vapor en los que el circuito eléctrico está aislado del agua

Todo aparato productor de agua caliente o vapor estará provisto de un termostato que regule la temperatura en el fluido: los que sean de acumulación dispondrán, además de un limitador de temperatura cuyo funcionamiento, independiente del termostato, interrumpa la corriente en el circuito eléctrico cuando la temperatura en el agua o en el recipiente que la contiene, alcance un valor sensiblemente superior a la del funcionamiento del termostato.

##### 1.3 Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico

Los calentadores de agua, en los que ésta forma parte del circuito eléctrico, no serán utilizados en instalaciones para uso doméstico y, en general, cuando hayan de ser utilizados por personal no especializado.

Para la instalación de estos aparatos, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Estos aparatos se alimentarán solamente con corriente alterna a frecuencias iguales o superiores a 50 hertzios.
- b) La alimentación estará controlada por medio de un interruptor automático construido e instalado de acuerdo con las siguientes condiciones:
  - Será de corte omnipolar simultáneo.
  - Estará provisto de dispositivos de protección contra sobrecargas en cada conductor que conecte con un electrodo.
  - Estará colocado de manera que pueda ser accionado fácilmente desde el mismo emplazamiento donde se instale, bien directamente o bien por medio de un dispositivo de mando a distancia. En este caso se instalarán lámparas de señalización que indiquen la posición de abierto o cerrado del interruptor.
- c) La cuba o caldera metálica será puesta a tierra y, a la vez, será conectada a la cubierta y armadura metálica, si existen, del cable de alimentación. La capacidad nominal del conductor de puesta a tierra de la cuba, no será inferior a la del conductor mayor de alimentación, con una sección mínima de 4 milímetros cuadrados.
- d) Según el tipo de aparato se satisfarán, además, los requisitos siguientes:
  - Si los electrodos están conectados directamente a una instalación a más de 440 voltios, debe ser instalado un interruptor diferencial que desconecte la alimentación a los electrodos cuando se produzca una corriente de fuga a tierra superior al 10 por 100 de la intensidad nominal de la caldera en condiciones normales de funcionamiento. Podrá admitirse hasta un 15 por 100 en dicho valor si en algún caso fuera necesario para asegurar la estabilidad del funcionamiento de la misma. El dispositivo mencionado debe actuar con retardo para evitar su funcionamiento innecesario en el caso de un desequilibrio de corta duración.
  - Si los electrodos están conectados a una alimentación con tensiones de 50 a 440 voltios, la cuba de la caldera estará conectada al neutro de la alimentación y a tierra. La capacidad nominal del conductor neutro no debe ser inferior a la del mayor conductor de alimentación.

#### **1.4 Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en el agua**

Queda prohibido el empleo para usos domésticos de aparatos provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en agua. Se admiten en instalaciones industriales siempre que no pueda existir una diferencia de potencial superior a 24 voltios entre el agua caliente de salida o partes metálicas accesibles en contacto con ella y los elementos conductores situados en su proximidad, que no conste que estén aislados de tierra.

#### **1.5 Aparatos de caldeo por aire caliente**

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán contruidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquél cuando el ventilador deje de actuar. Los aparatos fijos llevarán, además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

#### **1.6 Conductores de caldeo**

Para la instalación de cables de caldeo se tendrá en cuenta las siguientes prescripciones:

- La tensión de servicio no sobrepasará 250 voltios con relación a tierra.
- La instalación estará protegida de tal manera que en caso de avería todos los conductores de fase o polares queden desconectados simultáneamente.
- Los cables de caldeo solamente podrán estar alojados, en su caso, en tubos protectores incombustibles y a razón de un solo cable por tubo.
- Las partes termógenas de los conductores de caldeo, así como sus eventuales tubos protectores y cajas de conexión, distarán, como mínimo, 4 centímetros de las partes combustibles de edificios, excepto que éstos estén revestidos de material incombustible y calorífugo.
- En el paso de partes combustibles de edificios, los conductores estarán alojados en tubos protectores incombustibles de un diámetro interior suficiente para evitar toda acumulación peligrosa de calor.
- Los conductores enterrados en el suelo estarán protegidos contra la corrosión y contra todo deterioro mecánico, en particular contra los que puedan provenir de útiles agrícolas.
- Las envolturas conductoras de los cables, cuando existan, estarán unidas eficazmente, en sus extremos, al conductor de protección de la instalación.

### 1.7 Cocinas y hornillos

Las cocinas y hornillos serán conectados a su fuente de alimentación por medio de interruptores de corte omnipolar, tomas de corriente u otro dispositivo de igual característica destinados únicamente a los mismos.

Cada elemento individual de caldeo que forme parte de una misma cocina u hornillo, será controlado por un interruptor omnipolar que indicará las diferentes posiciones del mismo respecto al calor proporcionado por el elemento. Este interruptor será distinto del dispositivo de conexión indicado en el párrafo anterior.

### 1.8 Aparatos para soldadura eléctrica por arco

Los aparatos destinados a la soldadura eléctrica cumplirán en su instalación y utilización las siguientes prescripciones:

- a) Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra.  
Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldeo a estas masas, cuando, por su puesta a tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa. En caso contrario, el circuito de soldeo estará puesto a tierra únicamente en el lugar de trabajo.
- b) Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar estarán cuidadosamente aislados.
- c) Cuando existan en los aparatos ranuras de ventilación estarán dispuestas de forma que no se pueda alcanzar partes bajo tensión interiores.
- d) Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo, al 200 por 100 de la intensidad nominal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito estén protegidos por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.
- e) Las superficies exteriores de los portaelectrodos a mano, y en todo lo posible sus mandíbulas, estarán completamente aisladas.  
Estos portaelectrodos estarán provistos de discos o pantallas que protejan la mano de los operarios contra el calor proporcionado por los arcos.
- f) Las personas que utilicen estos aparatos recibirán las consignas apropiadas para:



- Hacer inaccesibles las partes bajo tensión de los portaelectrodos cuando no sean utilizados.
- Evitar que los portaelectrodos entren en contacto con objetos metálicos.
- Unir al conductor de retorno del circuito de soldeo las piezas metálicas que se encuentren en su proximidad inmediata.

Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores, se recomienda la utilización de pequeñas tensiones. En otro caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar, no será superior a 90 voltios, valor eficaz para corriente alterna, y 150 voltios en corriente continua.

## RECEPTORES

### Motores, generadores y convertidores

#### ÍNDICE

#### 1. RECEPTORES A MOTOR.

##### 1.1 Condiciones generales de instalación.

##### 1.2 Conductores de conexión.

##### 1.2.1 Motores solos.

##### 1.2.2 Varios motores.

##### 1.2.3 Carga combinada.

##### 1.3 Protección contra sobrecargas.

##### 1.4 Protección contra falta de tensión.

##### 1.5 Potencia de arranque.

##### 1.6 Instalación de reostatos y resistencias.

##### 1.7 Herramientas portátiles.

#### 2. GENERADORES Y CONVERTIDORES.

##### 2.1 Instalación.

##### 2.2 Utilización simultánea de grupos generadores y de energía de una red de distribución pública.

#### 1. RECEPTORES A MOTOR

##### 1.1 Condiciones generales de instalación

Los motores estarán contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no estarán en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la combustión de cualquiera de estos combustibles. En general, la distancia mínima entre un motor y materias combustibles será:

—0,5 metros si la potencia nominal del motor es inferior o igual a 1 kilovatio.

—1,0 metros si la potencia nominal del motor es superior a 1 kilovatio

En particular, si se trata de un motor con carcasa completamente cerrada o encerrado en un armario de materia incombustible, las distancias antes indicadas podrán ser menores. El

armario no perjudicará la refrigeración del motor y si es de materia buena conductora del calor, se situará a 1 centímetro como mínimo de partes combustibles.

## 1.2 Conductores de conexión

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, serán las siguientes:

### 1.2.1 Motores solos

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor en cuestión. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque —conductores secundarios—deberán dimensionarse, asimismo, para el 125 por 100 de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 por 100 de la intensidad a plena carga en el rotor.

### 1.2.2 Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

### 1.2.3 Carga combinada

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores deberán ser previstos para la intensidad total requerida por los otros receptores más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

## 1.3 Protección contra sobreintensidades

Los motores de potencia nominal superior a 0,75 kilovatios y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo, esta última protección, ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para la conexión de estrella como para la de triángulo.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores portátiles, cuando la situación del dispositivo de protección sobre los mismos o en sus proximidades moleste excesivamente su manejo, y siempre que su potencia sea inferior a 1 kilovatio, podrán no estar protegidos contra sobrecargas.

## 1.4 Protección contra la falta de tensión

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión, puede provocar accidentes, oponerse a dicho restablecimiento o perjudicar el motor.

Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque y puede proteger más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- Los motores a proteger están instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kilovatios.
- Los motores a proteger están instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión por el sistema de corte de la alimentación, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arranque, será obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

### 1.5 Potencia de arranque

Los motores tendrán limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando en caso contrario se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otro receptor.

Cuando los motores estén alimentados por una red de distribución pública, se necesitará la conformidad de la Empresa distribuidora respecto a la utilización de los mismos cuando se trate de:

- Motores de gran inercia.
- Motores de arranque lento en carga.
- Motores con arranque o aumentos de carga repetida o frecuente.
- Motores para frenado.
- Motores con inversión de marcha.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios estarán provistos de reostatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	2,0	De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De más de 5,0 kW	1,5	De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
		De más de 15,0 kW	1,5

En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como alterna, se computará como intensidad normal a plena carga, a los efectos de las constantes señaladas en los cuadros anteriores, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el periodo de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.

No obstante lo expuesto, y en casos particulares, podrán las empresas prescindir de las limitaciones impuestas, cuando las corrientes de arranque no perturben el funcionamiento de sus redes de distribución.

### **1.6 Instalación de reóstatos y resistencias**

Los reóstatos de arranque y regulación de velocidad, las resistencias adicionales, etc., de los motores, se colocarán de modo que estén separados de los muros cinco centímetros por lo menos.

Estarán dispuestos de manera que no puedan causar deterioros como consecuencia de la radiación térmica o por acumulación del polvo, ni en servicio normal ni en caso de avería. Especialmente se montarán de manera que no puedan quemar las partes combustibles del edificio y otros objetos combustibles. Cuando esto no fuera posible de realizar, llevarán los elementos combustibles un revestimiento ignífugo.

Los reóstatos y las resistencias deberán poder ser separadas de la instalación por dispositivos de corte omnipolar, que podrán ser los interruptores generales del receptor correspondiente.

### **1.7 Herramientas portátiles**

La tensión nominal de alimentación de las herramientas portátiles no excederá de:

- a) Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250 V.
- b) Las de otras características: 440 V.

En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra.

Las herramientas portátiles con motor podrán ser de la Clase I, II o III. Los aparatos de esta última clase se alimentarán siempre con pequeñas tensiones de seguridad.

Las herramientas portátiles utilizadas en obras de construcción de edificios canteras y, en general, en el exterior, serán de la Clase II o de la Clase III. Las herramientas de Clase I podrán ser utilizadas en los emplazamientos citados, debiendo, en este caso, ser alimentadas por intermedio de un transformador de separación de circuitos.

Cuando estas herramientas se utilicen en obras o emplazamientos muy conductores, tales como: en trabajos de hormigonado, en el interior de calderas o de tuberías metálicas u otros análogos, las herramientas portátiles a mano serán de la Clase III.

Las herramientas portátiles a mano llevaran incorporado un interruptor, debiendo responder a las siguientes prescripciones:

- Estarán sometidas a la presión de un resorte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento inaccesibles. Para las herramientas de Clase I el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, de contacto para este conductor.

Cuando la herramienta esté prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.

Las herramientas destinadas a servicio intermitente, deben llevar indicada la duración prevista para las paradas y funcionamiento.

Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos, llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración.

## **2. GENERADORES Y CONVERTIDORES**

### **2.1 Instalación**

Los generadores y convertidores se ajustarán, por analogía, a las disposiciones sobre motores.

Se instalarán en locales especialmente destinados al servicio eléctrico o estarán separados de los lugares donde tengan acceso personas no especializadas por medio de tabiques adecuados.

Si la instalación tuviera el neutro puesto directamente a tierra y fuera alimentada por un alternador, la puesta a tierra se hará también en el borne correspondiente del alternador.

La instalación generadora estará provista de aparatos de medida que permitan controlar la tensión e intensidad durante su funcionamiento.

Se tomarán las precauciones para evitar los efectos de embalamiento de los generadores y de las posibles sobreintensidades.

### **2.2 Utilización simultánea de grupos generadores y de energía de una red de distribución pública**

En aquellas instalaciones en que se disponga de grupos generadores de energía, éstos no podrán ser conectados en paralelo con una red de distribución pública, salvo consentimiento expreso de la Empresa suministradora. Sin especial autorización de ésta, la energía deberá utilizarse únicamente en circuitos y receptores totalmente independientes o bien disponiendo un sistema adecuado de conmutación que conecte los circuitos o receptores a una u otra fuente de energía.

## RECEPTORES

### Transformadores y autotransformadores

### Reactancias y Rectificadores

### Condensadores

## ÍNDICE

### 1. TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES.

#### 1.1 Condiciones generales de instalación.

#### 1.2 Protección contra sobrecargas.

#### 1.3 Utilización de transformadores.

#### 1.4 Transformadores de separación de circuitos.

#### 1.5 Autotransformadores.

### 2. REACTÁNCIAS Y RECTIFICADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.

### 3. CONDENSADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.

### 1. TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES

#### 1.1 Condiciones generales de instalación

Los transformadores que puedan estar al alcance de personas no especializadas, estarán contruidos o situados de manera que sus arrollamientos y elementos bajo tensión, si ésta es superior a 50 voltios, sean inaccesibles.

Los transformadores en instalación fija no se montarán directamente sobre partes combustibles de un edificio, y cuando sea necesario instalarlos próximos a los mismos, se emplearán pantallas incombustibles como elemento de separación.

La separación entre los transformadores y estas pantallas será de un centímetro cuando la potencia del transformador sea inferior o igual a 3.000 voltamperios. Esta distancia se aumentará proporcionalmente cuando su potencia sea mayor. Los transformadores en instalación fija, cuando su potencia no exceda de 3.000 voltamperios, provistos de un limitador de temperatura apropiado, podrán montarse directamente sobre partes combustibles.

#### 1.2 Protección contra sobrecargas

Todo transformador estará protegido contra las sobrecargas por un dispositivo de corte a sobreintensidad u otro sistema equivalente. Este dispositivo estará de acuerdo con las características que figuran en la placa del transformador, y se situará antes del arrollamiento primario o después del arrollamiento secundario.

### 1.3 Utilización de transformadores

Se deberán utilizar transformadores con arrollamientos separados en los siguientes casos:

- Transformadores con fines de protección por separación de circuitos.
- Transformadores de baja tensión a pequeña tensión de seguridad.
- Transformación de tensión usual a una tensión especial. Las transformaciones pasajeras, a efectos de regulación, de una tensión usual o especial, podrán realizarse por medio de autotransformadores.
- Transformación de baja tensión a alta tensión.

Los transformadores para juguetes sólo serán admisibles cuando respondan a especificaciones especialmente previstas para este uso.

### 1.4 Transformadores de separación de circuitos

Los transformadores de separación de circuitos responderán a las siguientes especificaciones:

El aislamiento entre los arrollamientos primario y secundario podrá soportar durante un minuto las tensiones de ensayo indicadas a continuación:

- Transformadores de la Clase I y II, hasta 440 voltios de tensión nominal 4.000 V y 50 Hz
- Transformadores de 440 voltios a 750 voltios de tensión nominal 5.000 V y 50 Hz
- Transformadores de 750 voltios a 1.000 voltios de tensión nominal 6.000 V y 50 Hz

### 1.5 Autotransformadores

El empleo de autotransformadores no será admitido si los dos circuitos conectados a ellos no están previstos para la tensión mayor.

En la conexión de un autotransformador a una fuente de alimentación con conductor neutro, el borne del extremo del arrollamiento común al primario y al secundario, se unirá al conductor neutro.

## 2. REACTÁNCIAS Y RECTIFICADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

La instalación de reactancias y rectificadores responderán a los mismos requisitos generales que los señalados para los transformadores.

En relación con los rectificadores, se tendrá en cuenta, además:

- Cuando los rectificadores no se opongan, de por sí, al paso accidental de la corriente alterna al circuito que alimentan en corriente continua o al retorno de ésta al circuito de corriente alterna, se instalarán asociados a un dispositivo adecuado que impida esta eventualidad.
- Las canalizaciones correspondientes a las corrientes de diferente naturaleza, serán distintas y estarán convenientemente señalizadas o separadas entre sí.
- Los circuitos correspondientes a la corriente continua se instalarán siguiendo las prescripciones que correspondan a su tensión.

## 3. CONDENSADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

Los condensadores que no lleven alguna indicación de otra temperatura admisible no se podrán utilizar en lugares donde la temperatura ambiente sea 50 grados centígrados o mayor.



Si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, llevarán un dispositivo automático de descarga o se colocará una inscripción que advierta este peligro. Los condensadores con dieléctrico líquido combustible cumplirán los mismos requisitos que los reóstatos y reactancias.

# INSTRUCCIÓN MI BT 036

## RECEPTORES Juguetes eléctricos

### ÍNDICE

#### 1. JUGUETES ELÉCTRICOS. TENSIONES DE ALIMENTACIÓN.

##### 1. JUGUETES ELÉCTRICOS. TENSIONES DE ALIMENTACIÓN

Los juguetes eléctricos irán provistos de aislamiento de la Clase II (Instrucción MI BT 031) o se alimentarán con tensiones de seguridad (Instrucción MI BT 021) de hasta 24 voltios o con circuitos separados (Instrucción MI BT 021), con excepción de las planchas, cocinas u otros juguetes con elementos de caldeo, que podrán ser alimentados con tensiones de hasta 250 voltios.

Estos últimos estarán contruidos de forma que las partes activas no puedan ser accesibles a los niños ni desmontados por éstos, aunque utilicen útiles o herramientas usuales. Salvo que la instalación donde sean utilizados esté protegida por un interruptor diferencial de alta sensibilidad, se recomienda su utilización en locales o emplazamientos secos y no conductores, y esta recomendación deberá figurar como información adjunta al juguete.

## RECEPTORES

### Aparatos médicos. Aparatos de Rayos X

#### ÍNDICE

- 1. APARATOS MÉDICOS. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.**
- 2. APARATOS DE RAYOS X. CONDICIONES DE INSTALACIÓN.**

#### 1. APARATOS MÉDICOS. CONDICIONES GENERALES DE Instalación

Los aparatos médicos con partes bajo tensión no aisladas, superiores a 50 voltios, estarán dispuestos de manera que dichas partes sólo sean accesibles desde un lugar aislado. Los aparatos sólo serán manipulados por personal especializado.

#### 2. APARATOS DE RAYOS X. CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los aparatos para rayos X, tanto para uso médico o para cualquier otro fin, se instalarán de acuerdo con los siguientes requisitos:

En las partes de la instalación a tensión hasta 440 voltios serán admisibles autotransformadores solamente con fines de regulación y siempre que tensiones tanto primarias como secundarias no sobrepasen los 440 voltios

Cada aparato que genere tensiones superiores a 440 voltios será accionado por un interruptor exclusivo para él, de corte omnipolar simultáneo. El mando del interruptor estará situado dentro del local de utilización en un lugar fácilmente accesible y señalizado aun en la oscuridad. Las posiciones de cerrado y abierto del interruptor estarán igualmente señalizadas, tanto si se trata de interruptores de mando directo como de dispositivos de mando a distancia.

Cuando la instalación comprenda varios aparatos alimentados con un mismo generador de alta tensión, por intermedio de conmutador-seccionador, estará prevista una señalización que indique, automáticamente y antes de poner bajo tensión la instalación, cuál es el aparato que va a ser puesto en servicio tanto estén éstos situados en un mismo local o en locales diferentes.

Los aparatos de rayos X de hasta 250 kilovoltios valor de cresta, estarán protegidos, por propia construcción, contra la accesibilidad de las canalizaciones de alta tensión. Para tensiones superiores, estas canalizaciones podrán estar constituidas por conductores desnudos, pero su instalación se efectuará de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones se encontrarán a una altura mínima del suelo de 3 metros si la tensión con relación a éste es inferior a 200 kilovoltios cresta, o 3,5 metros para valores superiores. Será admisible la separación de aquellas canalizaciones de los sitios con acceso a personas, por medio de protecciones constituidas por paredes, muros, paneles, etc, situados como mínimo a 2 metros de altura.

La separación entre las citadas protecciones y las canalizaciones será al menos igual a  $4 \times U$  milímetros, siendo U el valor en kilovoltios de la tensión de cresta con relación a tierra. Estas distancias se respetarán también respecto a la persona explorada.

- Las protecciones se fijarán de manera que no puedan maniobrarse sin herramientas. Si presentaran ventanas o puertas, no podrán ser abiertas sin antes haber suprimido la alta

tensión. Se tomarán, además, las medidas pertinentes para evitar falsas maniobras y para la puesta a tierra de las canalizaciones una vez puestas fuera de tensión.

- Los conductores se dispondrán de manera que se evite el riesgo de descarga disruptiva entre ellos o, con las masas metálicas próximas.

En todos los casos será obligatoria la instalación, en el circuito de alimentación del generador, de un interruptor automático previsto para funcionar rápidamente en caso de puesta a tierra accidental de un punto cualquiera del circuito de alta tensión, incluso en el caso de puesta a tierra por intermedio del cuerpo humano.

Las masas metálicas accesibles de los aparatos se pondrán a tierra y cuando se trate de aparatos amovibles llevarán, a este fin, un conductor incorporado al cable de alimentación.

## RECEPTORES

### Cercas eléctricas para ganado

#### ÍNDICE

#### 1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES.

##### 1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES

Para la instalación de cercas eléctricas para ganado se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Los conductores que constituyen la cerca sólo estarán sometidos periódicamente a impulsos de tensión que proporcionen una cantidad limitada de electricidad durante un tiempo muy corto, en relación con el tiempo transcurrido entre impulsos sucesivos.
- b) Los impulsos se generarán únicamente por aparatos previstos especialmente para esta aplicación, interpuestos entre la fuente de energía eléctrica y los conductores que constituyen la cerca.

La fuente de energía eléctrica puede estar constituida por pilas, baterías de acumuladores o una red de distribución de energía. La tensión de alimentación de los aparatos previstos para ser conectados a una red de distribución de energía, no será superior a 250 voltios.

- c) En servicio normal, los aparatos proporcionarán impulsos separados entre sí por intervalos de tiempo no inferiores a 0,75 segundos y sin sobrepasar los límites siguientes:

- Tensión de cresta: ... .. 5.000 voltios
- Cantidad de electricidad por impulso: ... .. 2,5 miliculombios
- Valor instantáneo de la corriente si su duración sobrepasa 0,3 milisegundos: ... .. 300 miliamperios
- Duración del impulso: ... .. 0,1 segundo

- d) Los aparatos se colocarán en lugares donde no puedan quedar cubiertos por paja, heno, etc., y próximo a la cerca que alimentan.
- e) Los conductores de la cerca estarán separados de cualquier objeto metálico no perteneciente a la misma, de manera que no haya riesgo de contacto entre ellos.
- f) Los conductores de la cerca y los de conexión de esta a su aparato al, montador no se sujetarán en apoyos correspondientes a otra canalización, sea de alta o baja tensión, de telecomunicación, etc.
- g) Los elementos de maniobra de las puertas de la cerca estarán aislados convenientemente de los conductores de la misma y su maniobra tendrá por efecto la puesta fuera de tensión de los conductores comprendidos entre los soportes laterales de la puerta.
- h) Entre cercas que no estén alimentadas por un mismo aparato, se tomarán medidas convenientes para evitar que una persona o animal pueda tocarlas simultáneamente. Normalmente se considera suficiente una separación de dos metros, entre los conductores de unas y otras cercas.

- i) Se colocarán carteles de aviso cuando las cercas puedan estar al alcance de personas no prevenidas de su presencia y, en todo caso, cuando estén junto a una vía pública.

El mínimo de carteles será de uno por cada alineación recta de la cerca y, en todo caso, a distancias máximas de 50 metros.

Los carteles se colocarán en lugares bien visibles y preferentemente sujetos al conductor superior de la cerca si la altura de éste sobre el suelo asegura esa visibilidad; en caso contrario, se colocarán sobre los apoyos de los conductores, de manera que sean visibles tanto desde el exterior como desde el interior del cercado.

Los carteles llevarán la indicación «CERCA ELÉCTRICA» escrito sobre un triángulo equilátero de base horizontal con letras negras sobre fondo amarillo. El cartel tendrá unas dimensiones mínimas de 105 x 210 milímetros y las letras 25 milímetros de altura.

- j) La toma de tierra del aparato generador de impulsos, correspondiente al circuito de la cerca, tendrá las características de «tierra separada» de cualquier otra, incluso de la tierra de masa del mismo aparato.
- k) Cuando una cerca eléctrica esté situada en una zona particularmente expuesta a los efectos de descargas atmosféricas, el aparato que la alimente estará situado en el exterior de los edificios o en el local destinado expresamente a él y se tomarán las medidas de protección apropiadas.

## RECEPTORES Puestas a tierra

### ÍNDICE

1. OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA.
2. PUESTAS A TIERRA. DEFINICIÓN.
3. PARTES QUE COMPRENEN LAS PUESTAS A TIERRA.
  - 3.1 Tomas de tierra.
  - 3.2 Líneas principales de tierra.
  - 3.3 Derivaciones de las líneas principales de tierra.
  - 3.4 Conductores de protección
4. PROHIBICIÓN DE INCLUIR EN SERIE LAS MASAS Y LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN LOS CIRCUITOS DE TIERRA.
5. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.
6. ELECTRODOS. NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIONES.
  - 6.1 Naturaleza de los electrodos.
  - 6.2 Constitución de los electrodos artificiales.
    - 6.2.1 Placas enterradas.
    - 6.2.2 Picas verticales.
    - 6.2.3 Conductores enterrados horizontalmente.
  - 6.3 Constitución de los electrodos naturales.
7. RESISTENCIA DE TIERRA.
8. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES.
  - 8.1 Naturaleza y secciones mínimas.
  - 8.2 Tendido de los conductores de la línea de enlace con la tierra.
  - 8.3 Tendido de los conductores de la línea principal de tierra de sus derivaciones y de los conductores de protección.
  - 8.4 Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masa y con los electrodos.

## **8.5 Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra.**

## **9. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

## **10. REVISIÓN DE TOMAS DE TIERRA.**

### **1. OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA**

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Las puestas a tierra, a las que se refiere la presente Instrucción, se aplicarán a todo elemento o parte de la instalación que otras Instrucciones prescriban como obligatoria su puesta a tierra.

### **2. PUESTAS A TIERRA. DEFINICIÓN**

La denominación «puesta a tierra» comprende toda la ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la de descarga de origen atmosférico.

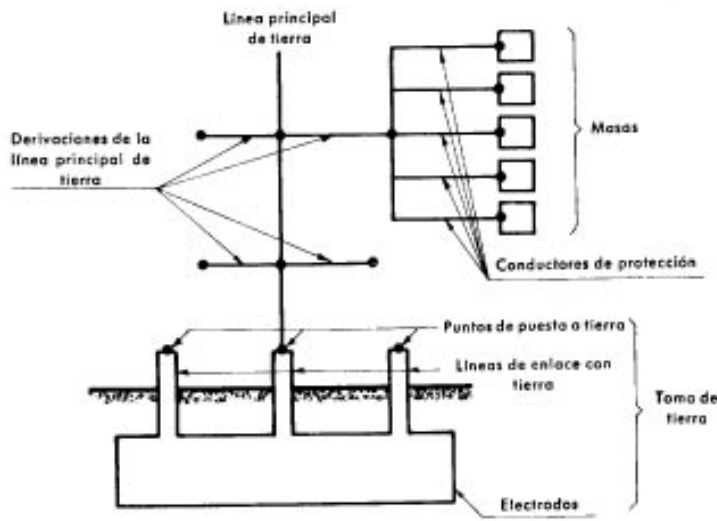
### **3. PARTES QUE COMPREDEN LAS PUESTAS A TIERRA**

Todo sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

El conjunto de conductores, así como sus derivaciones y empalmes, que forman las diferentes partes de las puestas a tierra, constituyen el circuito de puesta a tierra.





Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra

puesta a tierra.

- Punto de puesta a tierra. Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen, dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.) que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

### 3.2 Líneas principales de tierra

Las líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

### 3.3 Derivaciones de las líneas principales de tierra

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

### 3.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red,
- a otras masas
- a elementos metálicos distintos de las masas,
- a un relé de protección.

### 3.1 Tomas de tierra

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo. Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- Línea de enlace con tierra. Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de

#### **4. PROHIBICIÓN DE INCLUIR EN SERIE LAS MASAS Y LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN EL CIRCUITO DE TIERRA**

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra, se efectuará por derivaciones desde éste.

#### **5. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES**

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

#### **6. ELECTRODOS. NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN**

##### **6.1 Naturaleza de los electrodos**

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno, pueden utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de éstos cuando su instalación presente serias dificultades y cuando los electrodos naturales cumplan los requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

##### **6.2 Constitución de los electrodos artificiales**

Los electrodos podrán estar constituidos por:

- Electrodos simples constituidos por barras, tubos, placas, cables, pletinas u otros perfiles.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por elementos indicados anteriormente o por combinaciones de ellos.

Los electrodos serán de metales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno, tal como el cobre, el hierro galvanizado, hierro sin galvanizar con protección catódica o fundición de hierro. Para este último tipo de electrodos, las secciones mínimas serán el doble de las secciones mínimas que se indican para los electrodos de hierro galvanizados.

Sólo se admiten los metales ligeros, cuando sus resistencias a la corrosión son netamente superiores a la que presentan, en el terreno que se considere, el cobre o el hierro galvanizado.

- La sección de un electrodo no debe ser inferior a 1/4 de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra.

##### **6.2.1 Placas enterradas**

Las placas de cobre tendrán un espesor mínimo de 2 mm y las de hierro galvanizado de 2,5 mm. En ningún caso la superficie útil de la placa será inferior a 0,5 m<sup>2</sup>. Se colocarán en el terreno en posición vertical y en el caso en que sea necesaria la colocación de varias placas, se separarán unos 3 metros unas de otras.

### 6.2.2 Picas verticales

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo,
- perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado, como mínimo,
- barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, por lo menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

### 6.2.3 Conductores enterrados horizontalmente

Estos conductores pueden ser:

- conductores o cables de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$  de sección, como mínimo,
- pletinas de cobre de, como mínimo,  $35 \text{ mm}^2$  de sección y 2 mm de espesor,
- pletinas de acero dulce galvanizado de, como mínimo,  $100 \text{ mm}^2$  de sección y 3 mm de espesor,
- cables de acero galvanizado de  $95 \text{ mm}^2$  de sección, como mínimo. El empleo de cables formados por alambres menores de 2,5 mm de diámetro está prohibido,
- alambres de acero de, como mínimo,  $20 \text{ mm}^2$  de sección, cubiertos con una capa de cobre de  $6 \text{ mm}^2$  como mínimo.

Los electrodos deberán estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm. No obstante, si la capa superficial del terreno tiene una resistividad pequeña y las capas más profundas son de elevada resistividad, la profundidad de los electrodos puede reducirse a 30 cm.

El terreno será tan húmedo como sea posible y preferentemente tierra vegetal, prohibiéndose constituir los electrodos por piezas metálicas simplemente sumergidas en agua. Se tenderán a suficiente distancia de los depósitos o infiltraciones que puedan atacarlos, y si es posible, fuera de los pasos de personas y vehículos.

Para la puesta a tierra de apoyos de líneas aéreas y columnas de alumbrado público, cuando lo necesiten, será suficiente electrodos que tengan en conjunto una superficie de contacto con el terreno de  $0,25 \text{ m}^2$ .

Como superficie de contacto con el terreno, para las placas se consideran las dos caras, mientras que para los tubos sólo cuenta la superficie externa de los mismos.

### 6.3 Constitución de los electrodos naturales

Los electrodos naturales pueden estar constituidos por:

- a) Una red extensa de conducciones metálicas enterradas, siempre que la continuidad en estas conducciones quede perfectamente asegurada y en el caso de que las conducciones pertenezcan a una distribución pública o privada, haya acuerdo con los distribuidores correspondientes. Se prohíbe utilizar como electrodos las canalizaciones de gas, de calefacción central y las conducciones de desagüe, humos o basuras.
- b) La cubierta de plomo de los cables de una red eléctrica de baja tensión enterrada, con la condición de que la continuidad de la cubierta de plomo esté perfectamente asegurada

y, en el caso de que la red pertenezca a una distribución pública, haya acuerdo con el distribuidor.

- c) Los pilares metálicos de los edificios, si están interconectados, mediante una estructura metálica, y enterrados a cierta profundidad.

El revestimiento eventual de hormigón no se opone a la utilización de los pilares metálicos como tomas de tierra y no modifica sensiblemente el valor de su resistencia de tierra.

## 7. RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

24 V en local o emplazamiento conductor

50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados de la corriente de servicio.

**NOTA.** ---La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La Tabla I da, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con el fin de obtener una primera aproximación de la resistencia de tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la Tabla II.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo. La medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla III estimar el valor medio local de la resistividad del terreno, el conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en unas condiciones análogas.

TABLA I

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm · m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

TABLA II

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad en Ohm · m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos ... ..	50
Terraplenes cultivables poco fértiles, terraplenes ... ..	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables ... ..	3.000

TABLA III

Electrodo	Resistencia de tierra, en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \frac{\rho}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
<p><math>\rho</math>, resistividad del terreno (Ohm · m)  P, perímetro de la placa (m)  L, longitud de la pica o del conductor (m)</p>	

## 8. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES

### 8.1 Naturaleza y secciones mínimas

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación, no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- De cualquier forma, los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm<sup>2</sup> de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm<sup>2</sup> para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm<sup>2</sup> ó 35 mm<sup>2</sup>, según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la Instrucción MI BT 017 para los conductores de protección.

### 8.2 Tendido de los conductores de la línea de enlace con tierra

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se consideran que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

### **8.3 Tendido de los conductores de la línea principal de tierra, y sus derivaciones y de los conductores de protección**

El recorrido de estos conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además, los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la Instrucción MI BT 017.

### **8.4 Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos**

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán éstos en forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

En caso de utilizar como electrodo la conducción de agua, la conexión del conductor de enlace con tierra a dicha conducción se efectuará inmediatamente después de la entrada de ésta en el edificio y antes del contador general de agua. Su conexión se efectuará por medio de un conductor que estará necesariamente protegido especialmente contra los ataques químicos.

Si no se pudiera respetar la condición anterior, por tropezar con grandes dificultades prácticas, el punto de conexión podrá encontrarse después del contador y de los accesorios que se encuentren en la conducción principal de agua. En este caso, el contador y los demás accesorios de la conducción de agua serán puenteados por medio de un conductor de cobre de  $16 \text{ mm}^2$  de sección como mínimo, u otro conductor de resistencia eléctrica equivalente, y dispuesto de forma que el contador de agua pueda ser montado o desmontado sin que sea necesario quitar el puente.

### **8.5 Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra**

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

## **9. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y la de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplen todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 ohmios metro cuadrado/metro). Cuando el terreno sea muy mal conductor, esta distancia será aumentada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

## **10. REVISIÓN DE TOMAS DE TIERRA**

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal, técnicamente competente, efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

## INSTALADORES AUTORIZADOS

### ÍNDICE

- 1. OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INSTALADOR AUTORIZADO.**
- 2. INSTALACIONES QUE PUEDEN DIRIGIR LOS INSTALADORES AUTORIZADOS SIN TÍTULO FACULTATIVO.**

#### **1. OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INSTALADOR AUTORIZADO**

Para la obtención del título de Instalador Autorizado concedido por una Delegación Provincial del Ministerio de Industria, se deberán reunir los siguientes requisitos:

- a) Estar en posesión, como mínimo, de un título o certificado de estudios de Oficialía Industrial o equivalente en la especialidad de instalador-montador-electricista.
- b) Superar un examen sobre aplicación del presente Reglamento ante la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.
- c) Acreditar ante la citada Delegación el disponer de medios técnicos suficientes para realizar las instalaciones.

Los titulados con atribuciones específicas concedidas por el Estado, podrán obtener el título de Instalador Autorizado sin tener que cumplir el requisito b) anteriormente señalado.

Los actuales instaladores autorizados seguirán siéndolo después de la entrada en vigor del presente Reglamento, siempre que no se les retirara la autorización por sanción u otras causas.

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria podrán conceder el título de Instalador Autorizado a los instaladores que actualmente ejerzan esta profesión sin el hasta ahora vigente carnet de Instalador Autorizado y sin cumplir el requisito señalado en el apartado a), siempre que cumplan los requisitos señalados en los apartados b) y c). Esta especial condición tendrá vigencia hasta un año después de la fecha de publicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en el «B. O. E».

Para la concesión a Entidades del título de Instaladores autorizados, deberán éstas contar como mínimo con una persona en posesión del título de Instalador autorizado o estar dirigidas, en su aspecto técnico, por personas cuyo título oficial les habilite para la realización de las actividades a que se refiere el punto 2 de la presente instrucción.

Los instaladores autorizados, tanto por lo que se refiere a personas como a Entidades, estarán inscritos en un libro registro que llevará la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, que les expedirá el correspondiente título y que les autoriza a dirigir y realizar las instalaciones que el presente Reglamento determina. Este título tendrá un año de validez y deberá renovarse antes de la fecha de su caducidad en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria donde ejerza su actividad el Instalador Autorizado.

Si un Instalador Autorizado por una Delegación Provincial del Ministerio de Industria precisa realizar algún montaje en el ámbito jurisdiccional de otra Delegación, deberá previamente registrar su título en esta última.



## **2. INSTALACIONES QUE PUEDEN DIRIGIR LOS INSTALADORES AUTORIZADOS SIN TITULO FACULTATIVO**

Pueden ser realizadas, bajo la dirección de un Instalador Autorizado, las siguientes instalaciones:

- a) Las pequeñas ampliaciones o modificaciones de una instalación en servicio que no afecten sustancialmente a su disposición general, así como las reparaciones de las mismas por envejecimiento del material o averías.
- b) Las de viviendas, cualquiera que sea su grado de electrificación.
- c) Las de edificios destinados principalmente a viviendas, a locales comerciales o de oficinas, cuando la potencia prevista para estos edificios no sea superior a 50 kilovatios.

Número UNE	Fecha de aprobación por el IRANOR	DENOMINACION	Fecha inicial de obligado cumplimiento de la Norma
20 106-III-74	Abril 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Potencias nominales normalizadas.	17-10-81
20 116-74	Julio 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Determinación de las pérdidas y rendimientos a partir de los ensayos.	17-10-81
20 112-II-74	Agosto 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Símbolos de formas de construcción y montaje. Código completo.	17-10-81
21 118-74	Agosto 1974	Cables de energía para distribución, aislados con goma etileno-propilénica, para tensiones hasta 1.000 V.	17-10-81
21 119-74	Agosto 1974	Cables de energía para distribución, aislados con polietileno reticulado, para tensiones hasta 1.000 V.	17-10-81
20 125-74	Octubre 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Métodos de refrigeración.	17-10-81
20 130-75	Marzo 1975	Máquinas eléctricas rotativas. Denominación de las salidas de bobinado y señalización del sentido de rotación.	17-10-81
20 383-75	Septiembre 1975	Interruptores automáticos diferenciales por intensidad de defecto a tierra para usos domésticos y usos generales análogos.	17-10-81
20 615-78	Febrero 1978	Sistemas de transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.	17-10-81
20 315-79	Abril 1979	Bases de tomas de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos.	17-10-81

Número UNE	Fecha de aprobación	Denominación
20 525 h.1	30-10-1971	Pilas secas para aplicación en aparatos eléctricos. Generalidades.
20 525 h.2	6-4-1972	Pilas secas para aplicación en aparatos electrónicos. Elementos de pila y terminales.
20 525 h.3	2-9-1971	Pilas secas para aplicación en aparatos electrónicos, radio, aparatos a transistores y aplicaciones análogas.
20 525 h.4	2-9-1971	Pilas secas para aplicación en aparatos electrónicos. Pilas para corrección auditiva.
20 318	Diciembre 1969	Sistemas de protección del material eléctrico utilizado en atmósferas que contengan gases o vapores inflamables. Definiciones.

Número UNE	Fecha de aprobación	Denominación
20-319-78	Enero 1978	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Envolventes con sobreposición interna.
20-320-80	Diciembre 1980	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Construcción, verificación y ensayos de las envolventes antideflagrantes de aparatos eléctricos.
20 321	Marzo 1971	Material eléctrico para atmósferas explosivas con protección por relleno con aislante pulverulento.
20-323-78	Abril 1978	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Marcas.
20-325-77	Enero 1977	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Método de ensayo para la determinación de la temperatura de inflamación.
20 326	Noviembre 1970	Material eléctrico sumergido en aceite para su utilización en atmósferas explosivas.
20-327-77	Marzo 1977	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Clasificación de las temperaturas superficiales máximas.
20 328	Febrero 1972	Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada. Protección e.
20-329-75	Julio 1975	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Explosor para circuitos de seguridad intrínseca.
20-062-73	Marzo 1983	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia.
20-392-75	Noviembre 1975	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia.
21-031-83	—	Cables aislados con policloruro de vinilo, de tensiones nominales Uo/U, inferiores o iguales a 450/750 V.
	Mayo 1983	Parte 1. Prescripciones generales.
	"	Parte 2. Métodos de ensayo.
	"	Parte 3. Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
	"	Parte 4. Cables con cubierta para instalaciones fijas.
	"	Parte 5. Cables flexibles.
21-027-83	—	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U, inferiores o iguales a 450/750 V.
	Julio 1983	Parte 1. Prescripciones generales.
	Junio 1983	Parte 2. Métodos de ensayo.
	Mayo 1983	Parte 3. Cables aislados con silicona resistente al calor.
	Junio 1983	Parte 4. Cables flexibles.

- d) Las de fábricas y talleres que no precisen autorización administrativa previa, cuando la potencia no sea superior a 20 kW.
- e) Las destinadas a locales de reunión, cuando la potencia instalada en éstos no sea superior a 10 kW.
- f) Las de locales húmedos, mojados, polvorientos o con riesgo de corrosión, cuando la potencia instalada no sea superior a 10 kW.
- g) Las de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos, hasta una potencia instalada de 10 kW o de 50 kW cuando se trate de instalaciones para obras.
- h) Las redes de distribución privadas, alimentadas desde Centros de Transformación o Centrales Generadoras, con potencias no superiores a 50 kW.
- i) Las redes de alumbrado público con potencia inferior a 20 kW.

Las tensiones con relación a tierra no tendrán en las instalaciones indicadas anteriormente, valores superiores a 250 voltios.



## AUTORIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

### ÍNDICE

- 1. INSTALACIONES QUE PRECISAN PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO.**
    - 1.1 Nuevas instalaciones.**
    - 1.2 Ampliaciones.**
    - 1.3 Solicitud de aprobación previa.**
  - 2. INSTALACIONES QUE NO PRECISAN, PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO.**
  - 3. BOLETÍN DE INSTALACIÓN.**
  - 4. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.**
    - 4.1 Nuevas instalaciones cuyo proyecto precisó de la aprobación previa de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria.**
    - 4.2 Nuevas instalaciones que no han necesitado aprobación previa de proyecto**
    - 4.3 Ampliaciones de instalaciones en servicio.**
    - 4.4 Cumplimiento de las normas particulares de las empresas suministradoras de la energía.**
    - 4.5 Verificación de las instalaciones antes de su puesta en servicio.**
- 
- 1. INSTALACIONES QUE PRECISAN PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO**
    - 1.1 Nuevas instalaciones**

Necesitan aprobación previa del proyecto, por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, las siguientes instalaciones:

      - a) Las que pertenezcan a nuevas industrias o establecimientos que, por las disposiciones vigentes, requieran como tales la previa autorización o inscripción en el registro industrial.
      - b) Las correspondientes a:
        - Locales de pública concurrencia, excepto las de establecimientos comerciales con potencias instaladas inferiores a 50 kW.
        - Locales con riesgo de incendio o explosión.
        - Locales mojados.
        - Las instalaciones de líneas BT con apoyos comunes con líneas de AT.
        - Máquinas de elevación y transporte.
        - Las que utilicen tensiones especiales.

- Las destinadas a lámparas de descarga que funcionen bajo una tensión superior a 250 voltios con relación a tierra.
  - Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico.
  - Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en agua.
  - Conductores de caldeo.
  - Generadores y convertidores, de potencia superior a 10 kW.
  - Cercas eléctricas y aparatos para su alimentación.
- c) Las redes de distribución pública de propiedad particular o colectiva y las instalaciones de alumbrado público en núcleos urbanos, parques, jardines y lugares transitados.
- d) Las redes de distribución privada.
- e) Las de edificios, destinados principalmente a viviendas, cuando se prevea para estos edificios una carga igual o superior a 100 kW, calculada de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 010.
- f) Todas aquellas que no estando comprendidas en los apartados anteriores, determine el Ministerio de Industria.

## 1.2 Ampliaciones

Las ampliaciones y modificaciones de importancia, entendiéndose así cuando signifiquen un aumento de la potencia instalada superior al 50 por 100 de la primitiva, se considerarán a todos los efectos como si se tratase de nuevas instalaciones.

Requerirán aprobación previa de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria las ampliaciones de las instalaciones señaladas en el párrafo b) del apartado 1.1 de esta Instrucción, cualquiera que sea su potencia.

## 1.3 Solicitud de aprobación previa

En la solicitud se hará constar, además de las particularidades correspondientes al solicitante, el emplazamiento de la instalación prevista, las principales características de aquélla y el servicio a que se destine. A esta solicitud se acompañará proyecto de la instalación, redactado por técnico competente, en cuya memoria se justificará el tipo y secciones de los conductores a emplear, aparatos de protección, maniobra y receptores que se prevean instalar, así como los dispositivos de seguridad adoptados y cuantos detalles se estimen pertinentes de acuerdo con la importancia de la instalación proyectada.

Los planos serán los suficientes en número y detalle para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones.

Las Delegaciones Provinciales correspondientes del Ministerio de Industria, recabarán del solicitante las aclaraciones de cuantos detalles justificativos del proyecto estimen necesarios y dictarán resolución sobre el proyecto presentado en un plazo máximo de 15 días hábiles contados a partir de la fecha de su presentación o de la de recepción de la última aclaración requerida al solicitante.

## 2. INSTALACIONES QUE NO PRECISAN, PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO

Las instalaciones no incluidas en el Capítulo 1 de la presente Instrucción pueden ser realizadas sin aprobación previa de proyecto por parte de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, pero siempre que sean dirigidas por entidades o instaladores autorizados y, cuando corresponda, por instaladores autorizados con título facultativo.

### **3. BOLETÍN DE INSTALACIÓN**

Para las instalaciones que no precisan aprobación previa de proyecto, los instaladores autorizados extenderán para cada una de ellas, una vez realizada ésta, un boletín cuyo modelo será establecido por la Dirección General de la Energía y facilitado por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

En dicho boletín se fijarán los datos referentes a las principales características de la instalación, la potencia instalada, la máxima admisible, así como la declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con los preceptos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las normas particulares de la Empresa suministradora de la energía.

Estos boletines formarán un libro foliado y sellado por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, con tres ejemplares por cada boletín, constituyendo la segunda copia la matriz del mismo. La Delegación Provincial sellará los tres ejemplares a su presentación. El original quedará en poder de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria y la primera copia se entregará a la Empresa suministradora al solicitar el suministro.

### **4. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES**

El propietario de una instalación o persona que lo represente, al solicitar un suministro de energía a una Empresa suministradora, deberá acompañar su solicitud con la copia del Boletín de Instalación señalado en el Capítulo anterior o con la autorización de la puesta en servicio de la instalación, según corresponda. A este efecto, se tendrá en cuenta lo señalado en los apartados que siguen:

#### **4.1 Nuevas instalaciones cuyo proyecto precisó de la aprobación previa de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria**

Para instalaciones de este tipo, el solicitante del suministro deberá presentar la autorización de la puesta en servicio de la instalación, expedida por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

#### **4.2 Nuevas instalaciones que no han necesitado aprobación previa del proyecto**

En estas instalaciones, para que la Empresa suministradora pueda proceder a su enganche, será suficiente que el solicitante presente el correspondiente Boletín de Instalación con un sello de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria que justifique su previa presentación a la misma.

#### **4.3 Ampliaciones de instalaciones en servicio**

La conexión de estas ampliaciones a las redes distribuidoras se condicionará al cumplimiento de lo indicado en los apartados anteriores, según el carácter de la instalación.

#### **4.4 Cumplimiento de las normas particulares de las Empresas suministradoras de la energía**

Las Empresas suministradoras de la energía podrán exigir, para la conexión de las instalaciones a sus redes de distribución, que aquellas hayan sido realizadas de acuerdo con las Normas Particulares a las que hace referencia el Artículo 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### **4.5 Verificación de las instalaciones antes de su puesta en servicio**

Independientemente de la tramitación administrativa señalada en los anteriores apartados, referente a la puesta en servicio de las instalaciones, las Empresas suministradoras de la energía procederán, antes de la conexión de sus instalaciones a sus redes de distribución, a verificar las mismas en relación con el aislamiento que presentan con relación a tierra y entre conductores, así como respecto a las corrientes de fuga que se produzcan con los receptores de uso simultáneo conectados a la misma, en el momento de realizar la prueba.

Los valores obtenidos no serán inferiores a 250.000 ohmios, por lo que se refiere a la resistencia de aislamiento, determinada según se señala en la Instrucción MI BT 017.

Las corrientes de fuga, en las condiciones anteriormente indicadas, no serán superiores, para el conjunto de la instalación, o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

Cuando los valores obtenidos en la indicada verificación sean inferiores o superiores, a los señalados respectivamente para el aislamiento y corrientes de fuga, las Empresas suministradoras no podrán conectar a sus redes las instalaciones receptoras, debiendo en cada caso poner el hecho en conocimiento de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria en el plazo más breve posible.

En todo caso por los servicios técnicos de la Empresa suministradora se extenderá un Boletín en el que conste el resultado de la comprobación que deberá ser firmado igualmente por el abonado, dándose por enterado.



## INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### ÍNDICE

1. **INSPECCIÓN.**
2. **REVISIÓN PERIÓDICA.**
3. **OTRAS REVISIONES.**
4. **BOLETÍN DE RECONOCIMIENTO.**
5. **REVISIÓN DE LAS INSTALACIONES ANTERIORES AL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.**

#### 1. **INSPECCIÓN**

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria ejercerán un control efectivo y continuo de la labor de las Empresas eléctricas e instaladores autorizados mediante las técnicas de control estadístico de la calidad de las obras ejecutadas por los mismos, o bien por cualquier otro procedimiento que procure un resultado análogo.

En el caso de que se comprobase que cualquiera de dichas entidades no cumpliera con las obligaciones que determina el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las Delegaciones Provinciales aplicarán o propondrán las sanciones previstas en el mismo.

En las inspecciones que realice el personal técnico de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria, se analizarán los posibles defectos que presenten las instalaciones de acuerdo con los criterios fijados en la Instrucción MI BT 043.

Como resultado de estas inspecciones, redactarán un dictamen detallado señalando la calificación que ha merecido la instalación, de acuerdo, igualmente, con la citada Instrucción MI BT 043. Este dictamen lo confrontará la Delegación con el Boletín de Instalación correspondiente, o con el proyecto si lo hubiere, anotando las calificaciones resultantes a efecto de las posibles sanciones administrativas señaladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Cuando la calificación no sea favorable, la Delegación lo hará saber así al propietario o usuario de la instalación y al Instalador autorizado que la realizó, señalando las modificaciones que procedan, así como el plazo máximo para la ejecución de las mismas.

#### 2. **REVISIÓN PERIÓDICA**

Las instalaciones en locales de pública concurrencia, las que presenten riesgo de incendio o explosión y las correspondientes a locales de características especiales deberán ser revisadas anualmente por instaladores autorizados o cuando corresponda, por instaladores autorizados con título facultativo, libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación entre los inscritos en la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, que extenderán un Boletín de reconocimiento de la indicada revisión señalando en el mismo la

conformidad de las instalaciones a los preceptos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y de sus Instrucciones complementarias o las modificaciones que hubieran de realizarse cuando, a su juicio, no ofrezcan las debidas garantías de seguridad.

Los boletines de reconocimiento, extendidos como resultado de la revisión efectuada, serán entregadas al propietario, arrendatario, etc., del local, debiendo remitir el Instalador autorizado que efectuó la revisión, copia del mismo a la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, cuando el resultado de la revisión no fuese favorable y recabando de la citada Delegación duplicado debidamente sellado para constancia de su presentación.

Las Empresas eléctricas, por medio de su personal técnico revisarán igualmente, y con la periodicidad necesaria que garantice su correcta conservación, las redes de distribución de energía eléctrica.

### **3. OTRAS REVISIONES**

Las instalaciones en servicio serán revisadas por las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria, siempre que por causa justificada y en evitación de posibles peligros, las citadas Delegaciones por sí, por disposición gubernativa o por denuncia de terceros, juzguen oportuna o necesaria esta revisión.

Los propietarios y usuarios de las instalaciones, así como las Empresas distribuidoras de energía eléctrica, podrán solicitar, en todo momento, que sus instalaciones sean reconocidas por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, y que del resultado de esta inspección se les expidan el oportuno dictamen.

En el cambio de usuario de una instalación, las Empresas distribuidoras, cuando lo juzguen oportuno por la antigüedad de aquélla, incidencias habidas en la misma u otras causas que así lo aconsejen, podrán exigir la presentación de un dictamen de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria autorizando la nueva conexión.

### **4. BOLETÍN DE RECONOCIMIENTO**

Los Boletines de Reconocimiento citados en el Capítulo 2, cuyos modelos serán establecidos por la Dirección General de la Energía y facilitados por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, contendrán los mismos datos que los Boletines de Instalación, pero la declaración del Instalador autorizado, se limitará a señalar si la instalación revisada sigue reuniendo las condiciones reglamentarias, o bien dará cuenta de las pequeñas modificaciones que se hubiesen introducido, en su caso.

### **5. REVISIÓN DE LAS INSTALACIONES ANTERIORES AL REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN**

Para todas las instalaciones existentes a la entrada en vigor del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Cuando el estado de conservación de dichas instalaciones, a juicio de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, suponga un peligro para la seguridad pública, ordenará su inmediata reparación como condición indispensable para permitir la continuación del suministro corriendo siempre los gastos de dicha reparación a cargo del propietario del inmueble. En los casos en que se halle definida, clara y terminantemente, la propiedad del inquilino sobre la derivación correspondiente a su suministro y sea en ella donde debe verificarse la citada reparación, será de su cargo el gasto de las reparaciones necesarias.
- b) Cuando por la Empresa distribuidora se observe que la instalación que ha de conservar el propietario del inmueble, o el abonado, no reúna las condiciones mínimas de seguridad, protección, o aislamiento fijadas en este Reglamento, o suponga peligro para la seguridad personal del usuario, lo pondrá en conocimiento de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria para que ésta dictamine la procedencia o no de que

se efectúen las reparaciones propuestas por la Empresa. La Delegación comunicará su dictamen al interesado y a la Empresa, con señalamiento de plazo para proceder a las reparaciones.

La Empresa podrá suspender el suministro de energía cuando, transcurrido aquel plazo, no se haya llevado a cabo la reparación, comunicándolo previamente a la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

- c) Cuando a juicio de dicha Delegación, el estado de las instalaciones denunciadas por la Empresa suministradora no justifiquen el que se realicen las reparaciones propuestas por ésta pero interese a la misma el efectuar reparación o perfeccionamiento, podrá la empresa efectuarlas por su cuenta, previa autorización de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

## CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMO RESULTADO DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS

### ÍNDICE

- 1. DEFECTOS Y SU CLASIFICACIÓN.
  - 1.1 Defecto Crítico.
  - 1.2 Defecto Mayor.
  - 1.3 Defecto Menor.
- 2. CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.
  - 2.1 Calificación.
    - 2.1.1 Dictamen favorable.
    - 2.1.2 Dictamen condicionado.
    - 2.1.3 Dictamen negativo.

#### 1. DEFECTOS Y SU CLASIFICACIÓN

Al realizar la inspección de las instalaciones eléctricas de baja tensión, se considerará como defecto, de las mismas, todo aquello que por una u otra circunstancia no cumple los preceptos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión o es una desviación de los límites y condiciones que para cada caso se fijan en las Instrucciones MI BT que específicamente le correspondan.

A efectos de calificar una instalación eléctrica como resultado de la inspección realizada, los defectos se clasifican en: Críticos, Mayores y Menores.

##### 1.1 Defecto Crítico

Es todo defecto que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de las cosas.

Dentro de este Grupo se consideran:

- 1.—Incumplimiento de las medidas de seguridad contra contactos directos (Instrucción MI BT 021).
- 2.—Incumplimiento de las prescripciones de seguridad por lo que se refiere a locales de:
  - De pública concurrencia (Instrucción MI BT 025).
  - Con riesgo de incendio o explosión (Instrucción MI BT 026).
  - De características especiales (Instrucción MI BT 027).
  - Instalaciones con fines especiales (Instrucción MI BT 028).

##### 1.2 Defecto Mayor

Es el que a diferencia del Crítico no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de las cosas, pero si puede serlo al originarse un fallo en la instalación. Se incluye también dentro de esta clasificación, aquel defecto que pueda reducir la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo se consideran los siguientes defectos:

- Falta de conexiones equipotenciales cuando éstas fuesen preceptivas.
- Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos.
- Falta de aislamiento en la instalación, de acuerdo con lo dispuesto a estos efectos en la Instrucción MI BT 017.
- Falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de instalación.
- Falta de continuidad en los conductores de protección.
- Valores elevados de resistencia de tierra en relación con la medida de seguridad adoptada.
- Defectos en la conexión de las masas a los conductores de protección, cuando estas conexiones fuesen preceptivas.
- Sección insuficiente en los conductores de protección.
- Existencia de partes o puntos de la instalación, cuya defectuosa ejecución pueda ser origen de averías o daños.
- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados.
- Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas.
- Falta de identificación de los conductores «neutro» y «de protección».
- Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones de las normas UNE que les corresponda, señaladas como de obligado cumplimiento en la Instrucción MI BT 044.

### 1.3 Defecto Menor

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o las cosas; no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación observada no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación eléctrica de baja tensión.

## 2. CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 2.1 Calificación

Como resultado de las inspecciones realizadas por el personal facultativo de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria, se emitirá un dictamen en el que la instalación eléctrica para baja tensión será calificada:

#### 2.1.1 Dictamen favorable

- Favorablemente.
- Condicionadamente.
- Negativamente.

Esta calificación se concederá cuando el resultado de la inspección no determine la existencia de ningún defecto crítico o mayor.

La Delegación Provincial del Ministerio de Industria tomará nota de los defectos menores observados, al objeto de calificar a los instaladores que han dirigido las instalaciones.

### **2.1.2 Dictamen condicionado**

La observación de un defecto mayor dará lugar a esta calificación.

Las instalaciones eléctricas nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser conectadas a la red de distribución en tanto no se hayan corregido los defectos y puedan obtener calificación favorable.

A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección una vez transcurrido el plazo indicado sin haberse corregido los defectos, se suspenderá el suministro eléctrico.

### **2.1.3 Dictamen negativo**

La observación de un defecto crítico señala la obligatoriedad de emitir dictamen negativo.

Las instalaciones eléctricas nuevas calificadas con dictamen negativo no podrán ser conectadas a la red de distribución. A las instalaciones ya en servicio se les suspenderá el suministro eléctrico inmediatamente.

Número UNE	Fecha de aprobación por el IRANOR	DENOMINACION	Fecha Inicial de obligado cumplimiento de la Norma:
20 308	7-2-67	Dispositivos eléctricos de seguridad para termos eléctricos.	1-7-74
20 312	3-6-67	Reglas de seguridad para el equipo eléctrico de los armarios frigoríficos destinados a usos domésticos.	1-7-74
20 152	5-8-67	Reactancias para lámparas fluorescentes con cebador. Características.	1-7-74
20 049 1°R	24-7-68	Transformadores de seguridad para timbres eléctricos. Condiciones particulares.	1-7-74
20 319	9-10-68	Material eléctrico a utilizar en atmósferas que contengan gases o vapores inflamables.	1-4-74
20 056	2-4-69	Lámparas de filamento de tungsteno para iluminación general.	1-7-74
20 314	2-4-69	Aparatos eléctricos para baja tensión. Reglas de seguridad. Protección contra los choques eléctricos.	1-7-74
21 023 1°R	2-4-69	Cables aislados con papel impregnado para baja tensión.	1-1-75
20 324	3-12-69	Grado de protección de las envolventes del material eléctrico de baja tensión.	1-7-74
21 032	30-12-69	Cables aislados con policloruro de vinilo para conexiones hasta 250 V.	1-7-74
20 321	7-1-70	Material eléctrico para atmósferas explosivas con protección por relleno pulverulento.	1-4-74
20 328	31-5-71	Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada.	1-4-74
21 026 1°R	15-7-71	Cables de energía para distribución aislados con goma butílica para tensiones hasta 1.000 V.	1-7-74
21 029	15-7-71	Cables de energía para distribución con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo, para tensiones hasta 1.000 V.	1-7-74
21 027h2 1°R	18-1-72	Cables rígidos normalizados con conductores de cobre, aislados con goma, para instalaciones interiores hasta 750 V.	1-7-74

Numero UNE	Fecha de aprobación por el IRANOR	DENOMINACION	Fecha inicial de obligado cumplimiento de la Norma
20 055	24-4-72	Dispositivos de alimentación de cercas eléctricas proyectadas para utilizar energía de una red de distribución.	1-4-74
20 339 I R	30-6-72	Transformadores de seguridad. Reglas generales.	1-4-74
20 347	17-9-72	Pequeños interruptores automáticos para usos domésticos y análogos.	1-7-74
20 018	9-10-72	Transformadores para juguetes eléctricos.	1-4-74
21 030-73	Junio 1973	Cables aislados, reunidos en haz, para redes aéreas de distribución hasta 1.000 V.	17-10-81
20 111-73	Julio 1973	Máquinas eléctricas rotativas. Grado de protección proporcionado por los envolventes.	17-10-81
20 108-III-73	Octubre 1973	Motores asíncronos trifásicos protegidos con refrigeración interior y rotor de jaula, fijados por medio de bridas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 107-III-73	Noviembre 1973	Motores asíncronos trifásicos cerrados, con refrigeración exterior y rotor de jaula, fijados por medio de bridas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 108-IV-73	Noviembre 1973	Motores asíncronos trifásicos protegidos, con refrigeración interior y rotor de jaula, fijados por medio de patas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 113-73	Diciembre 1973	Máquinas eléctricas rotativas. Valores nominales y características de funcionamiento.	17-10-81
20 112-I-74	Enero 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Símbolos de formas de construcción y montaje. Código simple.	17-10-81
20 107-IV-74	Enero 1974	Motores asíncronos trifásicos cerrados, con refrigeración exterior y rotor de jaula, fijados por medio de patas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 106-I-74	Abril 1974	Máquinas eléctricas rotativas fijadas por medio de patas. Dimensiones normales de las máquinas con altura de eje comprendida entre 58 y 315 mm.	17-10-81
20 106-II-74	Abril 1974	Máquinas eléctricas rotativas fijadas por medio de bridas. Dimensiones normales para exteriores de los agujeros de fijación comprendidos entre 55 y 1.080 mm.	17-10-81



**Guide for the EMC Directive 2004/108/EC**  
**(8th February 2010)**

## Table of contents

INTRODUCTION .....	5
1 SCOPE .....	8
1.1 General.....	8
1.1.1 Equipment without electrical and/or electronic parts .....	10
1.1.2 Explicit exclusions from the EMC Directive .....	11
1.1.3 Equipment covered by other specific Community Directives .....	12
1.1.4 Inherently benign equipment.....	14
1.1.5 Classification as apparatus or fixed installation.....	15
1.2 Defining the scope of apparatus.....	16
1.2.1 Finished appliances.....	18
1.2.2 Combination of finished appliances (systems).....	19
1.2.3 Components/Sub-assemblies.....	19
1.2.4 Mobile installations .....	20
1.2.5 Second-hand apparatus .....	20
1.2.6 Products for own use .....	21
1.3 Defining the scope for fixed installations.....	21
1.3.1 Fixed installations.....	21
1.3.2 Specific apparatus for fixed installations.....	22
2 ESSENTIAL REQUIREMENTS .....	23
3 CONFORMITY ASSESSMENT PROCEDURE FOR APPARATUS.....	24
3.1 Introduction.....	24
3.2 EMC Assessment .....	25
3.2.1 General Concept.....	25
3.2.2 Use of EMC European harmonised standards .....	28
3.2.3 An EMC assessment where no harmonised standards have been applied .	31
3.3 Documentation required by the EMC Directive .....	33
3.3.1 Technical documentation .....	33
3.3.2 EC Declaration of Conformity .....	34
3.3.3 The Concept of “holding at the disposal” .....	36
3.4 CE Marking and information .....	37
3.4.1 CE marking .....	37
3.4.2 Other identifying marks .....	39
3.4.3 Information for traceability .....	39
3.4.4 Information regarding installation, use and maintenance.....	40

3.4.5	Information when compliance is not ensured with the limits of the protection requirements in residential areas .....	41
4	FIXED INSTALLATIONS .....	41
4.1	Essential Requirements .....	41
4.2	Documentation .....	44
4.3	Responsible person for fixed installations.....	44
4.4	Requirements for specific apparatus for given fixed installations.....	44
4.4.1.	Obligations when the exemption clause is used for specific apparatus.....	45
5	ENFORCEMENT OF THE EMC DIRECTIVE .....	46
5.1	Special measures regarding equipment at trade fairs, etc.....	46
6	NOTIFIED BODIES.....	47
6.1	General concept.....	47
6.2	Role of Notified Bodies.....	48
6.3	Selection of a Notified Body .....	48
6.4	Coordination between Notified Bodies. ....	49
6.5	Complaints regarding the service of the NB.....	49
	ANNEX 1 - Overall Flowchart .....	50
	ANNEX 2 - Guidance on using a (harmonised) standard.....	51
	ANNEX 3 - EMC assessment where harmonised standards have not been applied in whole or in part.....	53
	ANNEX 4 – Transitional arrangements.....	59
	ANNEX 5 Examples of EC Declarations of Conformity .....	61
	ANNEX 6 Acronyms and abbreviations.....	66

## **Table of Flowcharts**

FLOWCHART 1 – SCOPE.....	10
FLOWCHART 2 – CLASSIFICATION AS APPARATUS .....	16
FLOWCHART 3 – PROVISIONS APPLICABLE TO APPARATUS .....	18
FLOWCHART 4 – INSTALLATIONS.....	22
FLOWCHART 5 - CONFORMITY ASSESSMENT PROCEDURE FOR APPARATUS .....	25

## ***Disclaimer***

*These guidelines are intended to be a manual for all parties directly or indirectly affected by the “new” EMC (ElectroMagnetic Compatibility) Directive 2004/108/EC. They assist in the interpretation of the Directive but do not substitute for it; they explain and clarify some of the most important aspects related to its application. The Guide is also intended to ensure the free movement of products in the EU Single Market by agreement of these explanations and clarifications, reached by consensus amongst Member States and other stakeholders*

*These Guidelines are publicly available, but they are not binding in the sense of legal acts adopted by the Community. The legally binding provisions are those transposing the EMC Directive at national level.*

*Finally, the reader’s attention is drawn to the fact that all references to the CE marking and EC Declaration of Conformity relate only to the EMC Directive and that the freedom to place an apparatus on the market in the EU Internal Market is only guaranteed when applying all relevant legislation.*

## INTRODUCTION

The purpose of this document is to give guidance on certain matters and procedures of the Directive 2004/108/EC<sup>1</sup> on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility<sup>2</sup>.

The Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive 2004/108/EC repeals the previous EMC Directive 89/336/EEC<sup>3</sup> (as amended by Directives 91/263/EEC<sup>4</sup>, 92/31/EEC<sup>5</sup>, 93/68/EEC<sup>6</sup> and 93/97/EEC<sup>7</sup>) and maintains the same objectives - to guarantee the free movement of apparatus and to create an acceptable electromagnetic environment in the Community territory<sup>8</sup>. The original protection requirements are not changed in practice and apply to apparatus and to fixed installations.

The main objective of the EMC Directive is thus to regulate the compatibility of equipment regarding EMC. In order to achieve this objective, provisions have been put in place so that:

---

<sup>1</sup> OJ No L390, 31.12.2004

<sup>2</sup> The European Commission will undertake to maintain this guide. It is our goal to ensure that the information provided is both timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information in this guide.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- sometimes refers to external information over which the Commission services have no control and for which the Commission assumes no responsibility;
- not professional or legal advice.

<sup>3</sup> OJ No L 139, 23.5.1989

<sup>4</sup> OJ No L 128, 23.5.1991

<sup>5</sup> OJ No L126, 12.5.1992

<sup>6</sup> OJ No L 220, 20.8.1993

<sup>7</sup> OJ No L 290, 24.11.1993

<sup>8</sup> According to the agreement related to the European Economic Area (EEA) (Council and Commission Decision 94/1/EC of 13 December 1993 (OJEC n° L 1 of 3 January 1994, p. 1) the territories of Liechtenstein, Iceland and Norway have to be considered, for the implementation of Directive 94/9/EC, in the same right as of the Community territory. When the term, "Community" territory, is used in this guide, the same applies to the EEA territory. Directive 2004//108/EC is also applicable in other territories where a suitable international agreement is in operation.

- equipment ( apparatus and fixed installations) needs to comply with the requirements of the EMC Directive when it is placed on the market and/or taken into service;
- the application of good engineering practice is required for fixed installations, with the possibility for the competent authorities of Member States to impose measures if non-compliances are established.

In 1997 the European Commission released a “Guide to the Application of Directive 89/336/EEC”. This was well received and widely used, however it had no legal status, one of the purposes of the revision of the EMC Directive has been to incorporate many of the elements from the 1997 Guide.

The main modifications made in Directive 2004/108/EC as compared to the Directive 89/336/EEC are the following:

- The new legal text makes a clear distinction between the requirements and assessment procedures for apparatus and for fixed installations respectively (fixed installations can include networks and large machines);
- Definitions are included for apparatus and fixed installations;
- Fixed installations, **although they must comply with the protection requirements,** require neither an EC Declaration of Conformity (DoC) nor CE marking;
- Mobile installations are considered apparatus;
- For apparatus, there are changes in the documentation and information requirements;
- The conformity assessment procedure for apparatus has been simplified to a single procedure. There is no compulsory involvement of a third party, but the manufacturer has the option of presenting his technical documentation to a Notified Body for assessment;
- When deviating from the European harmonised standards or not applying them fully, the manufacturer has to perform an EMC assessment and provide detailed documentary evidence that the apparatus complies with the protection requirements of the EMC Directive;
- Apparatus intended for a given fixed installation and not otherwise commercially available may be exempt from the requirements and procedures for apparatus (e.g. EC Declaration of Conformity and CE marking), provided that certain documentation requirements are met, including precautions to be taken in order not to compromise the EMC characteristics of the fixed installation;
- The regulatory role of Competent Bodies has been removed.

For the vast majority of apparatus, EMC compliance is assessed by using the usual and preferred method of conformity to the relevant European harmonised standard(s). The change for the manufacturers is limited to a few additional information and documentation requirements. Most things remain unchanged.<sup>9</sup>

The European harmonised standards for apparatus will not change due to the application of the new EMC Directive.

The present Guide should be read in conjunction with the “Blue Guide”.

---

<sup>9</sup> For readers who wish only to view the limited number of changes we recommend reading sections 3.4.3 and 3.4.5.

This Guide has been structured in a logical way suitable for users who need to ensure that their equipment is in conformity with the EMC Directive. It is divided into the following Chapters:

1. **Scope**: allows manufacturers or others to quickly decide whether their equipment falls under the scope of the EMC Directive and if so, if it is apparatus or a fixed installation.
2. **Essential requirements** provide an overview of the mandatory requirements.
3. **Conformity assessment procedure for apparatus**: gives information including: the usual steps of an EMC assessment; information and documentation requirements; EC Declaration of Conformity and CE marking. More detailed guidance is provided for an EMC assessment where harmonised standards are not used or do not cover all protection requirements.
4. **Procedures for fixed installations**: on the relevant requirements and documentation needed for fixed installations, including the use of apparatus specifically for incorporation into a given fixed installation.
5. **Enforcement of the EMC Directive**: relates to the duties of the national competent authorities in ensuring only compliant apparatus circulated in the Community, with further information on apparatus intended for demonstration at trade-fairs. In parallel, to ensure that fixed installations meet the essential requirements.
6. **Notified Bodies**: their role, selection, coordination and the treatment of complaints.

## 1 SCOPE

### 1.1 General

The EMC Directive 2004/108/EC applies to a vast range of equipment encompassing electrical and electronic appliances, systems and installations.

The main objective of the Directive is to guarantee the free movement of apparatus and to create an acceptable electromagnetic environment in the Community. In order to achieve it, a harmonised and acceptable level of protection is requested in the Directive, based on Article 95 of the Union Treaty, leading to full harmonisation in the Community.

The level of protection requested is further specified in the EMC Directive by protection aims in the field of electromagnetic compatibility. The main goals are:



(1) To ensure that the electromagnetic disturbances produced by equipment<sup>10</sup> does not affect the correct functioning of other apparatus as well as radio and telecommunications networks, related equipment and electricity distribution networks.

(2) To ensure that equipment has an adequate level of intrinsic immunity to electromagnetic disturbances to enable them to operate as intended.

Obviously, the goal of the essential requirements is not to guarantee absolute protection of equipment (e.g. zero emission level or total immunity). These requirements accommodate both physical facts and practical reasons. To ensure that this process remains open to future technical developments, the EMC Directive only describes the essential requirements along general lines.

In the “new” Directive essential requirements includes both protection requirements for equipment as well as specific requirements for installations.

When compliant with the provisions of the EMC Directive, equipment may be placed on the market and/ or put into service in the Community territory, freely moved and operated as designed and intended in the expected electromagnetic environment.

The EMC Directive does not regulate the safety of equipment in respect of people, domestic animals or property<sup>11</sup>. According to the definition given in Article 2 the EMC Directive is only concerned with the electromagnetic compatibility of equipment. However, it should be noted that other directives may require higher requirements for EMC phenomena in order to satisfy their specific safety provisions.

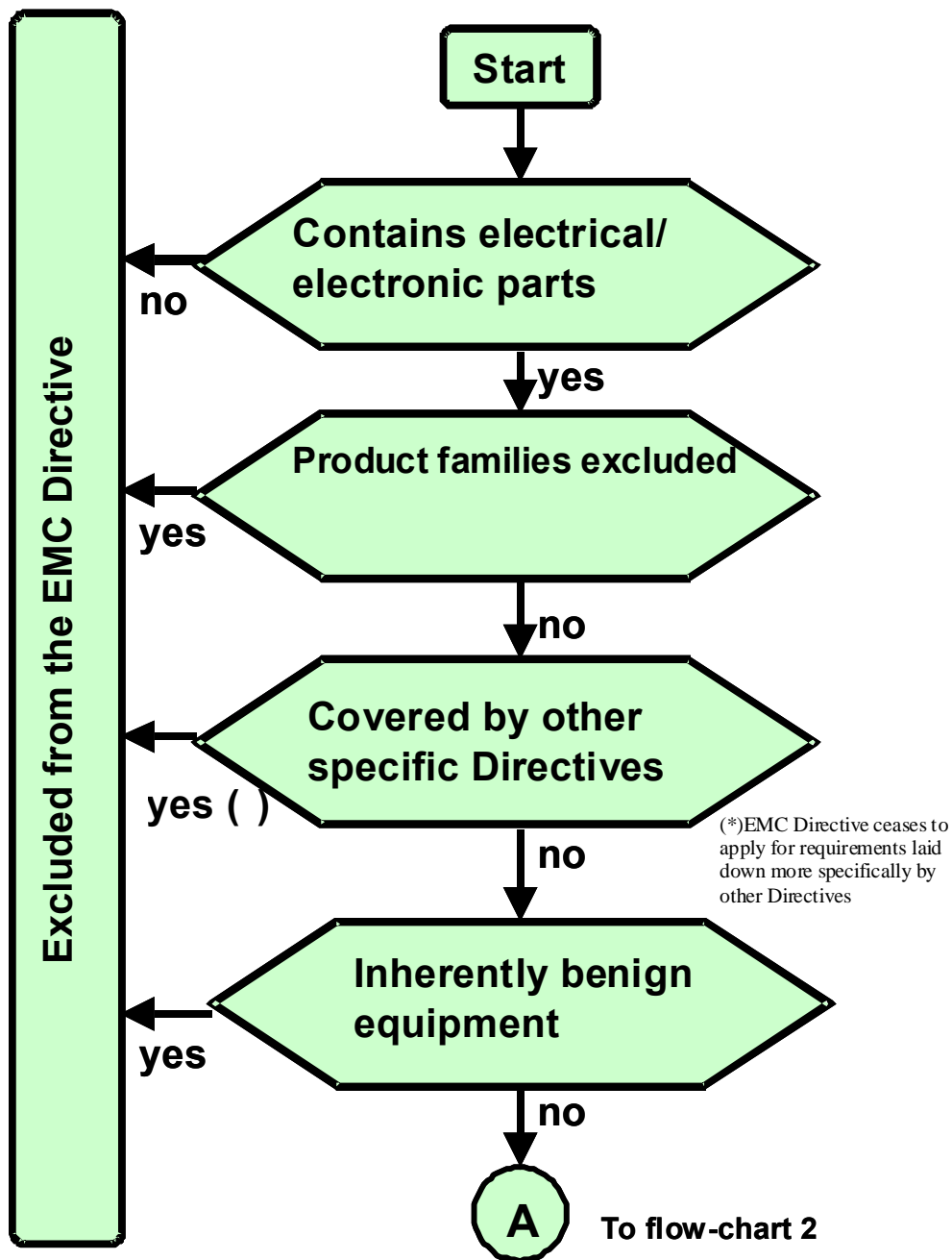
### **The EMC Directive is therefore not a safety related Directive.**

In order that the reader may easily decide whether his/ her equipment falls within the scope of the Directive, and if so the procedures that are to be applied, a series of decision flow-charts have been incorporated into the Guide. Flowchart 1 overleaf deals with the first step in this process.

---

<sup>10</sup> “equipment” means any apparatus or fixed installation c. Article 2(1)(a)

<sup>11</sup> c. Article 1(5)



### Flowchart 1 – Scope

#### 1.1.1 Equipment without electrical and/or electronic parts

Equipment which does not contain electrical and/or electronic parts will not generate electromagnetic disturbances and its normal operation is not affected by such disturbances. Hence, equipment without electrical and/or electronic parts is not in the scope of the Directive.

### 1.1.2 *Explicit exclusions from the EMC Directive*

Article 1.2 of the EMC Directive explicitly excludes three types of equipment:

- Radio equipment and telecommunications terminal equipment covered by Directive 1999/5/EC<sup>12</sup> (the “R&TTE Directive”);
- Aeronautical products, parts and appliances referred to in Regulation 1592/2002;
- Radio equipment used by radio amateurs as defined in International Telecommunication Union (ITU) Radio Regulations.

#### 1.1.2.1 Radio equipment and telecommunications terminal equipment

The EMC Directive excludes equipment covered by Directive 1999/5/EC from the EMC Directive<sup>13</sup>. The R&TTE Directive covers most radio equipment and telecommunication terminal equipment and includes EMC protection requirements identical to those of the EMC Directive. This means “de-facto” that the protection requirements of 2004/108/EC are obligatory for R&TTE equipment. However, the conformity assessment procedures for apparatus are no longer an alternative to the conformity assessment procedures of the R&TTE Directive.

Radio and telecommunications terminal equipment not covered by Directive 1999/5/EC remains subject to the provisions of the EMC Directive. A typical example of radio equipment not covered by Directive 1999/5/EC is “receive-only” radio equipment intended to be used solely for the reception of sound and TV broadcasting services. Other examples of equipment not covered by the R&TTE Directive are transmitters operating below 9 kHz or above 3000 GHz and non-radio telecommunication network infrastructure equipment.

#### 1.1.2.2 Aeronautical products

Aeronautical products, parts and appliances referred to in Regulation (EC) N° 1592/2002 of the European Parliament and of the Council of 15 July 2002 on common rules in the field of civil aviation and establishing a European Aviation Safety Agency<sup>14</sup> are excluded from the EMC Directive.

---

<sup>12</sup> Directive 1999/5/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity OJ L 91, 7.4.1999, p. 10–28

<sup>13</sup> c. Article 1(2)(a)

<sup>14</sup> OJ No L240, 7.9.2002, p.1 Regulation as amended by Commission Regulation (EC) No 1701/2003 (OJ L243, 27.9.2003, p.5).

This regulation and other relevant International Conventions and Regulations ensure that EMC requirements for aeroplanes and equipment intended for incorporation into aircraft are at least equivalent to those found in the EMC Directive.

#### 1.1.2.3 Radio equipment intended for use by radio amateurs

Radio equipment used by radio amateurs is excluded unless the equipment is available commercially<sup>15</sup>. This exclusion has been included because of the specific nature of the activities of radio amateurs. Radio amateurs are people carrying out experimental activities within the field of radio communications, according to the definitions of the ITU Radio Regulations. However, amateur radio equipment which is available commercially comes within the scope of the R&TTE Directive.

Commercial equipment which is modified by and for the use of radio amateurs and kits of components to be assembled by radio amateurs are not regarded as commercially available, and are therefore outside the scope of both the EMC and R&TTE Directives.

#### 1.1.3 Equipment covered by other specific Community Directives

According to Article 1(4) of the Directive, if the EMC requirements for equipment are wholly or partly laid down more specifically by other Directives, the EMC Directive shall not apply, or shall cease to apply, to that equipment in respect of such requirements from the date of mandatory application of those Directives.

The following list contains examples of equipment **excluded for both emission and immunity purposes** from the EMC Directive:

- Motor vehicles: covered by specific Directive 72/245/EEC<sup>16</sup> and 2004/104/EC;

Specific EMC protection and safety requirements applicable to motor vehicles are laid down by the Directive 2004/104/EC, which amends Directive 72/245/EEC concerning the electromagnetic compatibility of motor vehicles. This concerns Electronic Sub Assemblies (ESAs) and after-market electronic equipment related to immunity related functions. For such equipment a type approval following Directive 2004/104/EC is required;

Components sold as after-market equipment and intended for installation in motor vehicles need no type approval under the

---

<sup>15</sup> C. Article 1(2)©

<sup>16</sup> OJ No L 152, 6.7.1972, amended by Directive 2005/83/EC, OJ No L 305, 24.11.2005.

motor vehicle EMC Directive 2004/104/EC if they are not related to immunity related functions (see Annex I, section 3.2.3 of Directive 2004/104/EC). This type of equipment is assessed under the EMC directive or the R&TTE directive 1999/5/EC as necessary. It carries the CE marking and an EC Declaration of Conformity must be issued.

*“Equipment satisfying the requirements for exemption of type approval under the motor vehicle EMC directive must meet the essential requirements of 2004/108/EC in addition to the requirements of Annex I paragraphs 6.5, 6.6, 6.8 and 6.9 of 2004/104/EC. To assist manufacturers, a standard harmonised under 2004/108/EC and including those appropriate technical requirements of 2004/104/EC, is being produced. It will be listed in the Official Journal under 2004/108/EC only.*

*Equipment requiring type approval is subject only to the requirements of 2004/104/EC, and is not covered in this guide.”*

- Active implantable Medical Devices: Directive 90/385/EEC<sup>17</sup>;
- Medical Devices: Directive 93/42/EEC<sup>18</sup>;
- In vitro Diagnostic Medical Devices: Directive 98/79/EC<sup>19</sup>;
- Marine equipment: if covered by Directive 96/98/EC<sup>20</sup>;
- Agricultural and forestry tractors covered by Directive 75/322/EEC<sup>21</sup>;
- Two or three-wheel motor vehicles within scope of Directive 97/24/EC<sup>22</sup>;

The following are examples of equipment **excluded for immunity purposes only** from the EMC Directive:

- Measuring instruments: Directive 2004/22/EC<sup>23</sup>;

---

<sup>17</sup> OJ No L 189, 20.7.1990 amended by Directives 93/42/EEC, OJ No L 169, 12.7.1993 and 93/68/EEC, OJ No L 220, 30.08.1993.

<sup>18</sup> OJ No L 169, 12.7.1993, amended by Directive 93/68/EEC, OJ No L 220, 30.8.1993.

<sup>19</sup> OJ N° L 331, 07.12.1998.

<sup>20</sup> OJ N° L 46, 20.12.96

<sup>21</sup> OJ N° L 147, 9.6.1975, amended by Directives 82/890/EEC, OJ No L 378, 31.12.1982, Directive 2000/2/EC, OJ L 021 26.01.2000 and 2001/3/EC, OJ L 28, 30.01.2001

<sup>22</sup> OJ N° L226, 18.8.1997

- Non-automatic weighing instruments: covered by Annex I-8(2) of Directive 90/384/EEC<sup>24</sup>.

#### 1.1.4 *Inherently benign equipment*

Equipment which is inherently benign in terms of electromagnetic compatibility is excluded from the scope of the EMC Directive<sup>25</sup>.

Equipment is considered inherently benign in terms of electromagnetic compatibility if:

- its inherent physical characteristics are such that it is incapable of generating or contributing to electromagnetic emissions which exceed a level allowing radio and telecommunications equipment and other equipment to operate as intended; and,
- it will operate without unacceptable degradation in the presence of the electromagnetic disturbance normally present in its intended environment.

Both conditions need to be met in order to classify equipment as inherently benign.

The application of the above enables the exclusion of the following equipment (not exclusive) from the application of the EMC Directive, provided that they include no active electronic part(s):

- Cables and cabling<sup>26</sup>, cables accessories, considered separately;
- Equipment containing only resistive loads without any automatic switching device; e.g. simple domestic heaters with no controls, thermostat, or fan;
- Batteries and accumulators (without active electronic circuits);
- Headphones, loudspeakers without amplification;
- Pocket lamps without active electronic circuits.
- Protection equipment which only produces transitory disturbances of short duration during the clearing of a short-

---

<sup>23</sup> OJ No L 135, 30.4.2004.

<sup>24</sup> OJ No L 189, 20.7.1990, amended by Directive 93/68/EEC, OJ No L 220, 30.8.1993.

<sup>25</sup> C. Article 1(3)

<sup>26</sup> Manufacturers should be aware that the characteristics and installation of cables and cabling can have a significant impact upon the EMC performance of equipment.

circuit fault or an abnormal situation in a circuit and which do not include active electronic components, such as fuses and circuit breakers without active electronic parts or active components;

- High voltage types of equipment in which possible sources of disturbances are due only to localised insulation stresses which may be the result of the ageing process and are under the control of other technical measures included in non-EMC product standards, and which do not include active electronic components.

Illustrative examples:

- High voltage inductors;
- High voltage transformers.

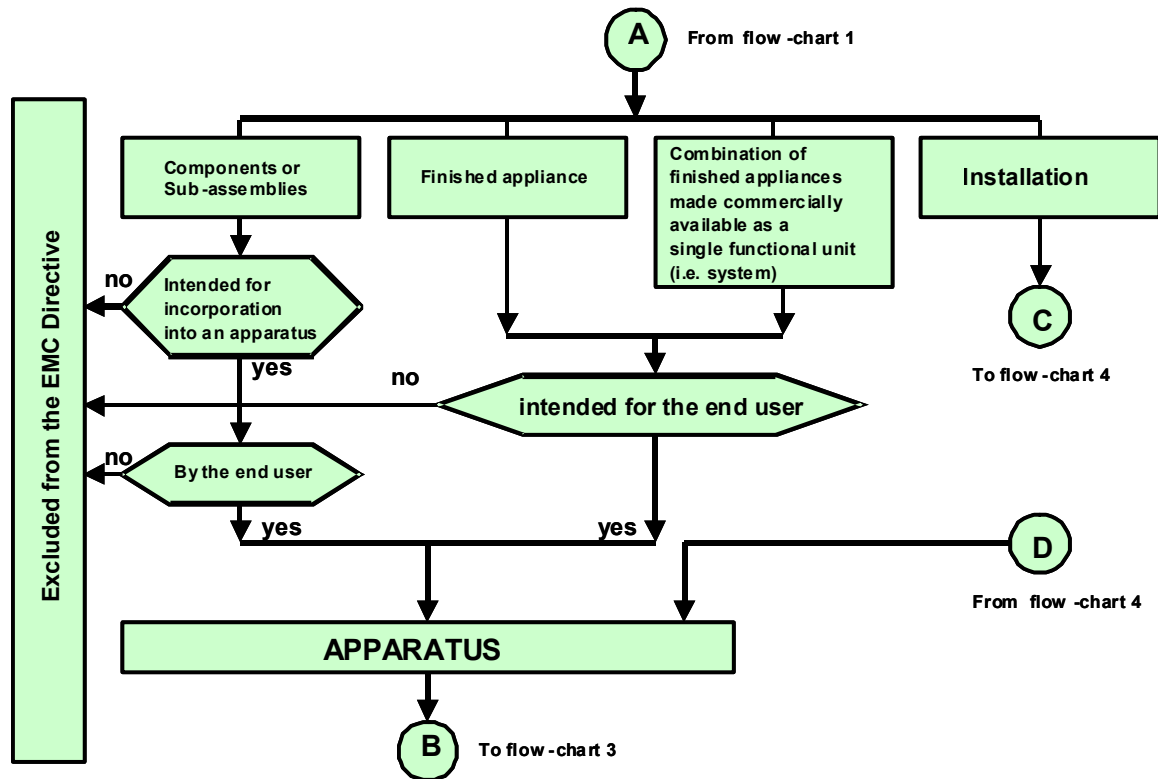
Other equipment fulfilling the criteria above:

- Capacitors (e.g. power factor correction capacitors);
- Induction motors;
- Quartz watches (without additional functions, e.g. radio receivers);
- Filament lamps (bulbs)
- Home and building switches which do not contain any active electronic components;
- Passive antennas used for TV and radio broadcast reception.
- Plugs, sockets, terminal blocks, etc.

#### *1.1.5 Classification as apparatus or fixed installation*

The EMC Directive defines equipment as any apparatus or fixed installation. As there are separate provisions for apparatus and fixed installations, it is important that the correct category of equipment be identified.

**Flowchart 2 - Classification as apparatus**



For guidance on the applicability of the EMC Directive to components, sub-assemblies, finished appliances, combinations of finished appliances and mobile installations the reader is referred to section 1.2, which defines the scope of apparatus. For fixed installations the reader should consider section 1.3.

## 1.2 Defining the scope of apparatus

The EMC Directive<sup>27</sup> defines "apparatus" as any finished appliance, or combination thereof made commercially available (i.e. placed on the market) as a single functional unit<sup>28</sup>, intended for the end-user, and liable to generate electromagnetic disturbance, or the performance of which is liable to be affected by such a disturbance.

<sup>27</sup> c. Article 2(1)(b)

<sup>28</sup> The International Electrotechnical Committee (IEC)'s Vocabulary – (IEV) 702-09-03 or 714-01-30 - defines "functional unit" as follows: "An entity of hardware or software, or both together, capable of accomplishing a specified purpose. For EMC purposes this can only be hardware or combination of hardware & software"



According to Article 2(2) of the Directive "components", "sub-assemblies" and "mobile installations" are also deemed to be apparatus.

The EMC Directive gives requirements for apparatus when placed on the market and/or put in service<sup>29</sup>.

One of the pre-conditions in order to be considered apparatus in the sense of the EMC Directive is that it is intended for the end-user. In the context of this Guide end-user means any natural person (e.g. consumer) or legal entity (e.g. enterprise) using or intending to use the apparatus for its intended purpose.

Generally an end-user is deemed to have no qualifications in the field of electromagnetic compatibility.

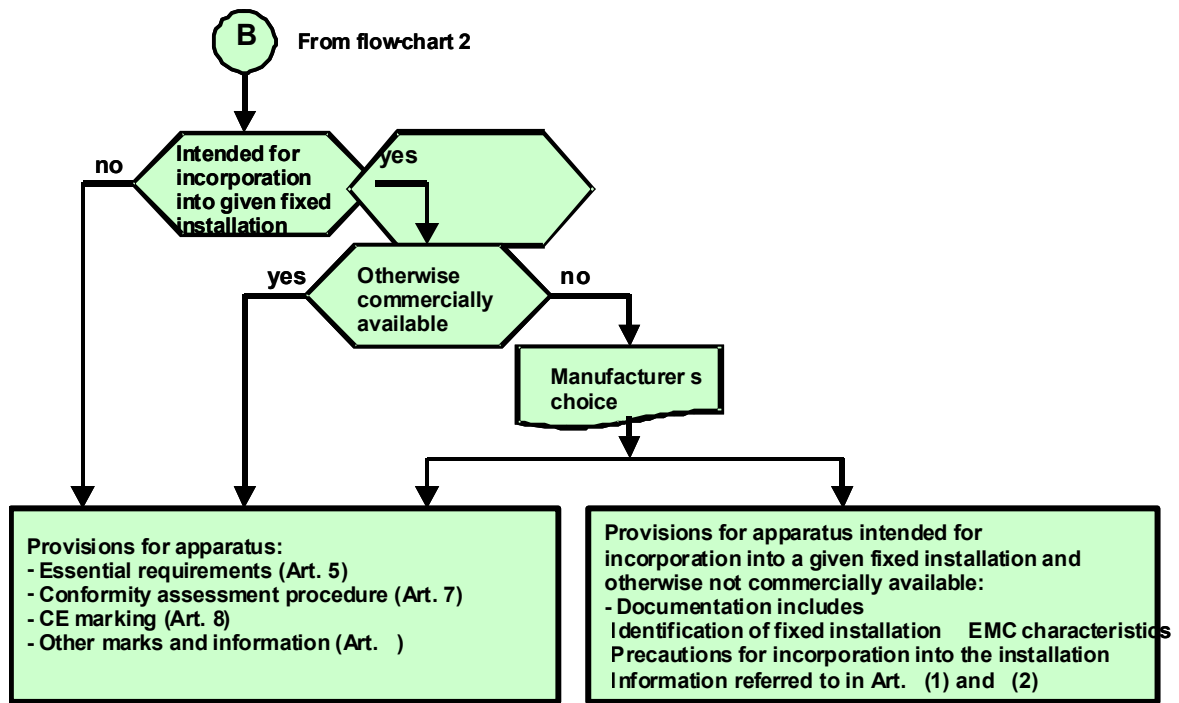
Another caveat is that the apparatus should be liable to cause electromagnetic disturbances, or its normal operation may be affected by such disturbances. If both of these conditions are not fulfilled due to inherent characteristics of the apparatus, then the apparatus may be considered as inherently benign in terms of electromagnetic compatibility, and hence, the EMC Directive does not apply (see section 1.1.4).

Flowchart 3 summarises the provisions applicable to apparatus (see chapter 3 and section 4.4).

### **Flowchart 3 - Provisions applicable to apparatus**

---

<sup>29</sup> "Placing on the market" and "putting into service" are further explained in the "Blue Guide" ("Guide to the implementation of directives based on the New Approach and the Global Approach")



### 1.2.1 Finished appliances

**A finished appliance is any device or unit that delivers a function and has its own enclosure.**

A finished appliance is considered as apparatus in the sense of the EMC Directive, if it is **intended for the end-user** and thus has to fulfil all the applicable provisions of the Directive.

When the finished appliance is intended exclusively for an industrial assembly operation for incorporation into other apparatus, it is not apparatus in the sense of the EMC Directive and consequently the EMC Directive does not apply<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> For finished appliances outside of scope it would be reasonable to suggest that these are provided with a statement on their EMC characteristics and the nature of their incorporation.

### 1.2.2 *Combination of finished appliances (systems)*

A combination of several finished appliances which is made commercially available as a single functional unit intended for the end-user is considered to be apparatus<sup>31</sup>. Such a system, within the sense of the EMC Directive, is combined, and/or designed and/or put together by the same person (the “manufacturer”) and is intended to be placed on the market for distribution as a single functional unit for end-use and to be installed and operated together to perform a specific task. All provisions of the EMC Directive, as defined for apparatus, apply to the combination as a whole.

It should be noted that combining two or more CE marked finished appliances does not automatically produce a “compliant” system e.g.: a combination of CE marked Programmable Logic Controllers and motor drives may fail to meet the protection requirements.

### 1.2.3 *Components/Sub-assemblies*

In contrast to finished appliances, components /sub-assemblies do not, in general, have a proper enclosure intended for their final use. Components/sub-assemblies are often intended to be fitted into or added to an apparatus in order to add an additional function.

#### 1.2.3.1 *Components/sub-assemblies within scope*

Components or sub-assemblies on the market which are:

- for incorporation into an apparatus by the end-user;
- available to end-users;

are to be considered as apparatus with regard to the application of the EMC Directive.

The instructions for use accompanying the component or sub-assembly should include all relevant information, and should assume that adjustments or connections can be performed by an end-user not aware of the EMC implications.

Illustrative examples:

Plug-in cards for computers;

Programmable logic controllers;

Electric motors (except for induction motors, see section 1.1.4);

Computer disk drives;

---

<sup>31</sup> C. Article 2(1)(b)

Power supply units where they take the form of autonomous appliances or sold separately for installation by the end-user;

Electronic temperature controls.

#### 1.2.3.2 Excluded components/sub-assemblies

Components and sub-assemblies intended for incorporation by persons other than the end user into apparatus and/or a subsequent sub-assembly are not considered to be "apparatus" and are therefore not covered by the EMC Directive<sup>32</sup>. This may also be applied to the examples in 1.2.3.1.

Illustrative examples:

-Electrical or electronic components forming part of electrical or electronic circuit:

-Resistors, capacitors, inductors, filters,

-Diodes, transistors, thyristors, triacs, etc,

-Integrated circuits;

-Simple electromagnetic relays,

- LEDs,

-Simple thermostats,

-Cathode ray tubes.

#### 1.2.4 *Mobile installations*

Mobile installations (e.g. a portable broadcast studio) which are defined as a combination of apparatus (and where applicable other devices) intended to be moved and operated in a range of locations are deemed to be apparatus. All provisions of the EMC Directive, as defined for apparatus, apply to mobile installations.

#### 1.2.5 *Second-hand apparatus*

Please see the "Blue Guide".

---

<sup>32</sup> See footnote 20

### 1.2.6 *Products for own use*

Where an apparatus is manufactured for own use, placing on the market is considered to take place at the moment of putting into service; the obligation to comply with the Directive begins with first use.

## 1.3 **Defining the scope for fixed installations**

### 1.3.1 *Fixed installations*

"Fixed installation", is defined as "a particular combination of several types of apparatus and, where applicable, other devices, which are assembled, installed and intended to be used permanently at a predefined location."

"Fixed installation" is thus an all encompassing term that applies to all electrical installations that have been constructed with the intention of being permanent. The definition covers all installations from the smallest residential electrical installation through to national electrical and telephone networks, including all commercial and industrial installations.

The EMC Directive excludes "inherently benign" installations. However, "a- priori" application of this exclusion criterion to a predefined type of installation seems problematic and such an exclusion can only be made on a case-by-case basis.

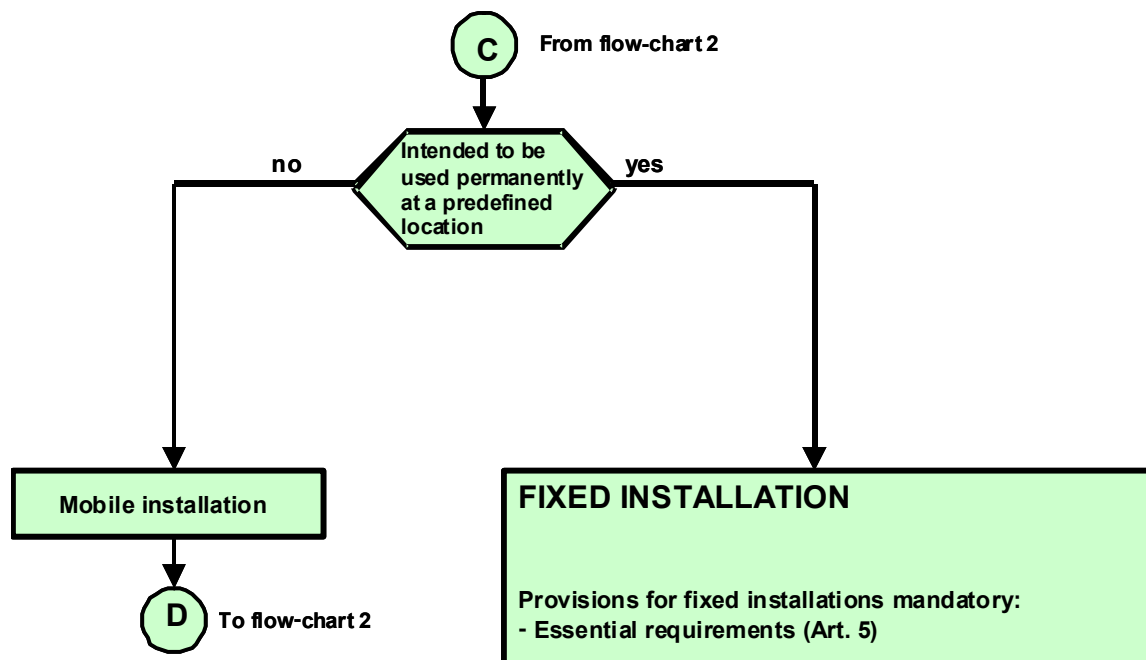
The term "fixed installation" also applies to large machines if they meet the definition given for fixed installations, such as production lines. Large machines, in the usual sense of this term, are normally apparatus and have to be treated as such.

Examples of fixed installations:

Industrial plants, power plants, power supply networks, telecommunication networks, cable TV networks, computer networks, airport luggage handling installations, airport runway lighting installations, automatic warehouses, skating hall ice rink machinery installations, storm surge barrier installations (with the control room etc), wind turbine stations, car assembly plants, water pumping stations, water treatment plants, railway infrastructures, air conditioning installations.

Further guidance on fixed installations is provided in Chapters 2 and 4.

## Flowchart 4 - Installations



### 1.3.2 Specific apparatus for fixed installations

In general, apparatus that will be incorporated into fixed installations need to comply with all of the provisions of the EMC Directive. However, the EMC Directive provides an exception for apparatus intended for incorporation in a **given fixed installation** and otherwise not commercially available.

Additional information on the requirements for specific apparatus is given in section 4.4.

## 2 ESSENTIAL REQUIREMENTS

The EMC Directive sets out mandatory “essential requirements” formulated in a general manner for all equipment (e.g. apparatus and fixed installations) within its scope. These essential requirements define the results to be attained, but do not specify the detailed technical requirements. It also allows adapting the equipment and product design as a result of technological progress. The appropriate technical solutions to meet the requirements are not imposed as long as the equipment complies with the essential requirements.

The essential requirements lay down the necessary elements for protecting public and general interest.

Compliance with the essential requirements is mandatory. These are legally-binding for all equipment in the scope of the EMC Directive. Only compliant equipment may be placed on the market and/ or put in service in the Community.

The EMC Directive does not contain any additional requirements (e.g. concerning product quality). On occasion, commercial contracts specify additional EMC requirements, which are outside the legislation and are strictly business agreements negotiable between the two parties concerned. However, these provisions cannot be contrary to the essential requirements of this Directive.

The essential requirements are split into two parts:

“Protection requirements” for all equipment (e.g. apparatus and fixed installations). These protection requirements cover all relevant EMC phenomena for both emission and immunity.

“Specific requirements” for fixed installations.

### **3 CONFORMITY ASSESSMENT PROCEDURE FOR APPARATUS**

#### **3.1 Introduction**

Apparatus is required to comply with the protection requirements referenced in Article 5 and detailed in Annex I of the EMC Directive.

Compliance with these protection requirements is demonstrated by applying the conformity assessment procedure detailed in Article 7 and Annex II (and Annex III on a voluntary basis) of the Directive.

Technical documentation has to be prepared by the manufacturer to demonstrate evidence of compliance with the protection requirements. This includes evidence that the apparatus complies with the relevant harmonised standards or, if harmonised standards are not used or only used in part, a detailed technical justification. The manufacturer must take all measures necessary to ensure that the apparatus are manufactured in accordance with the technical documentation<sup>33</sup>.

The manufacturer is also required to complete an EC Declaration of Conformity and affix the CE marking.

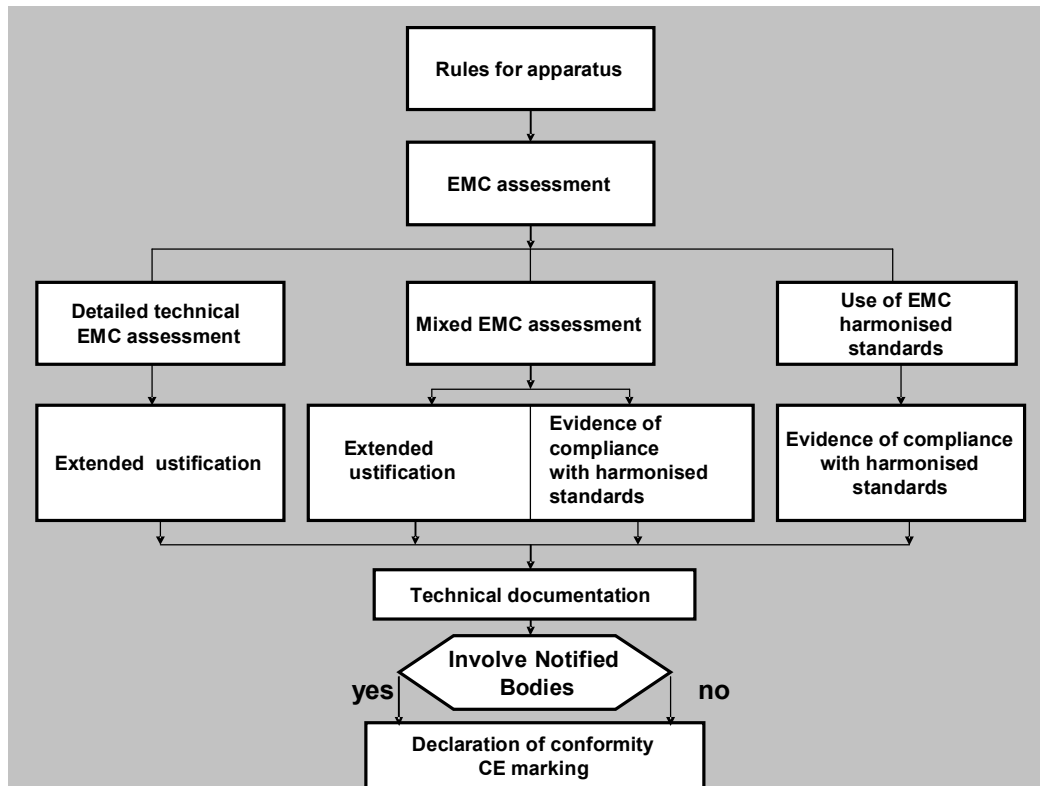
He/ She may opt on a voluntary basis to involve a Notified Body during the conformity assessment procedure.

---

<sup>33</sup> C. Annex II.8



**Flowchart 5 - Conformity assessment procedure for apparatus**



## 3.2 EMC Assessment

### 3.2.1 General Concept

The manufacturer needs to perform an EMC assessment of the apparatus<sup>34</sup> based on the relevant phenomena in order to ensure that he meets the protection requirements. As noted above the EMC Directive does not require the **mandatory** intervention from a third party when carrying out the assessment.

The manufacturer is fully responsible for applying the appropriate method of assessment. Recommendations are given in this Guide to help in this process.

Where the EMC assessment establishes that the apparatus concerned is inherently benign in terms of electromagnetic compatibility (both for emission and immunity) according to Article 1(3), the apparatus is excluded from the scope of EMC Directive and no further actions are

<sup>34</sup> Article 7 and Annex II

necessary. However, it is recommended to document the results of the assessment and its conclusion.

The EMC assessment needs to take into account all normal intended operating conditions of the apparatus.

In cases where the apparatus can take different configurations, the electromagnetic compatibility assessment confirms that the apparatus meets the protection requirements, “in all possible configurations identified by the manufacturer as representative of its intended use”.<sup>35</sup>

In practice, this EMC assessment has to be performed following a defined methodology.

Three methods are possible for the EMC assessment:

- a) Application of EMC harmonised standards;
- b) An EMC assessment where no harmonised standards have been applied and the manufacturer applies his own methodology.
- c) Mixed assessment, combining the two previous methods. For example, one could use the harmonised standards to cover emission phenomena and a detailed technical EMC assessment for immunity aspects.

European harmonised standards provide a recognised methodology to demonstrate compliance to the protection requirements and are usually the preferred way to demonstrate compliance. Use of the relevant EMC harmonised standards (method a) to cover all protection requirements is equivalent to performing an EMC assessment. If this is not the case, he/she will have to substantiate that the steps taken are adequate to ensure compliance with the EMC Directive.

The manufacturer may ask a third party to perform the EMC assessment for him or help him with part of it, but the manufacturer is and remains fully responsible the compliance of his apparatus with the provisions of the Directive.

To re-iterate - **the EMC assessment is the sole responsibility of the manufacturer**; it is never the responsibility of a third party such as a Notified Body or an EMC test laboratory<sup>36</sup>.

Where a manufacturer assembles a final apparatus using components from other manufacturers, the manufacturer must retain overall control. The manufacturer is responsible for the compliance of the final apparatus<sup>37</sup>.

---

<sup>35</sup> Annex II.2

<sup>36</sup> The specific services and operation of Notified Bodies are described in chapter 6

### 3.2.1.1 The “Worst Case” approach

Where apparatus can take different configurations, the EMC assessment should confirm that the apparatus meets the protection requirements in all of the configurations foreseeable by the manufacturer as representative of normal use in intended applications.

In such cases it is considered sufficient to perform an assessment on the basis of the configuration most likely to cause maximum disturbances and the configuration most likely to be susceptible to disturbances.

This method is often referred to as the “worst case” scenario and aims to minimise the costs of the assessment.

It applies to apparatus that derive from a series all having similar characteristics such that it would be excessive to have all apparatus separately assessed/tested. It also applies to apparatus that may be placed on the market in different configurations with different permutations of apparatus and function, examples may include:

- Computer with external displays, CD-ROM devices, etc.;
- Apparatus of the same type with different power inputs where the source of disturbances or of possible immunity problems is independent of the power input.

Recommended procedure:

1. Identify the worst case apparatus in respect to the EMC characteristics;
2. Perform an EMC assessment for the worst case; this should cover all relevant phenomena;
3. Declare the selected worst case apparatus representative for the whole series;
4. Document the selection of the worst case(s).

The manufacturer is responsible for identifying the possible configurations and the choice of the worst case(s). The use of the worst case approach needs to be documented in the technical documentation<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> It is therefore recommended that any manufacturer of apparatus incorporating components and sub-assemblies from other sources should request information on their EMC characteristics and method of incorporation as part of the commercial process.

<sup>38</sup> Within the immunity and emission phenomena to be covered, different worst case selections may occur (because of non-related phenomena). This may increase the number of cases to be investigated

### 3.2.2 Use of EMC European harmonised standards

The correct application of the relevant European harmonised standards, whose references have been published in the relevant section of the OJEU, covering all the essential requirements of the EMC Directive is equivalent to the carrying out of the detailed technical EMC assessment. It is the most frequently used and recommended way to demonstrate EMC compliance.

When an individual apparatus is placed on the market, that complies with the EMC requirements of the relevant harmonised standards, as listed in the **current** consolidated list published in the OJEU, for use with the EMC Directive it has a **Presumption of Conformity** to the protection requirements of the EMC Directive.

The EMC Directive refers to the moment of placing on the market for each individual apparatus. This means that for apparatus which is continuously produced over a long period, the applicable standards may change in the course of time. In this case the provisions explained at 3.2.2.3 concerning the date of cessation of Presumption of Conformity should be taken into account. The Date of Cessation ensures that a transition period (usually three years) is foreseen during which the old and new standards are both valid.

After this time if the manufacturer wishes to continue to benefit from the Presumption of Conformity a new Declaration of Conformity is required to the later valid edition of the harmonised standard. This will require an EMC evaluation to the later version of the published harmonised standard and may require re-testing. However, it may be that the manufacturer wishes to continue to meet the essential requirements by continuing use of the “old” edition (that has ceased to be harmonised) plus other technical solutions if necessary. As harmonised standards are voluntary this is of course an acceptable solution but would not give the presumption of conformity that application of the later edition would confer. In addition, it will require amendment to the text of the Declaration given that the method of conformity assessment has now changed.

Where new editions become available and are to be applied it does not necessarily mean that a complete EMC re-assessment of an existing product is necessary. The evaluation may be restricted to those modifications directly affecting the apparatus concerned. For example, the change may only relate to a small range in scope, or one particular clause or phenomenon.

European Harmonised standards under the EMC Directive are drawn up and adopted by the three following European Standardisation Organisations:

- European Committee for Electro technical Standardization (CENELEC)
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI)

– European Committee for Standardization (CEN)

Detailed information on the general EU policy regarding European harmonised standards is available at the following web-sites:

[http://ec.europa.eu/comm/enterprise/electr\\_equipment](http://ec.europa.eu/comm/enterprise/electr_equipment)

<http://www.newapproach.org>

#### 3.2.2.1 List of European harmonised standards

The list of European harmonised standards published in the OJEU is regularly updated and is available on the following European Commission web-site:

<http://ec.europa.eu/comm/enterprise/newapproach/standardization/harmstds/reflist/emc.html>

Information on standards is also available on the CENELEC, ETSI and CEN web-sites:

[www.cenelec.org](http://www.cenelec.org)

[www.etsi.org](http://www.etsi.org)

[www.cen.eu](http://www.cen.eu)

In order to obtain the text of the standards, you should contact the national members of CEN or CENELEC or the standardisation body of your country if you are located outside the territory of CEN/CENELEC members.

A list of members of CENELEC is available at:

<http://www.cenelec.org/Cenelec/About+CENELEC/Our+organization/CENELEC+Members/Default.htm>

ETSI standards are freely available on the ETSI web-site above.

Further guidance for the application of European harmonised standards is given in Annex 2.

#### 3.2.2.2 Relevant European harmonised standards

The selection of the appropriate European harmonised standards is the responsibility of the manufacturer.

In many cases it is necessary to apply several such standards to cover all of the EMC protection requirements of the Directive.

Generally the three main aspects to be covered are:

- high frequency emission (related to radio protection);
- low frequency emission on the mains supply (harmonics, voltage fluctuations);
- Immunity to permanent and transient EMC phenomena.

Applying several standards may also be necessary for multi-function apparatus, for example those combining a radio broadcast receiver and another non-radio function, for example an alarm.

Alternative test and measurement methods, when introduced into a harmonised standard for the same purpose are considered, together with their associated limits, as equivalent regarding the provision of a presumption of conformity with the protection requirements.

Useful practical information on the selection of the appropriate standards may be found in the CENELEC Guide 25 "Use of EMC standards for the application of the EMC Directive" which is available on the Commission and CENELEC web-sites. The CENELEC Guide 24 also available on the same web-sites explains the general structure of the EMC standardisation and the respective roles of EMC standards, e.g. basic standards, generic and product (family) standards.

The ETSI TR 102070-1 for the application of harmonised standards to multi-radio and non-radio equipment for EMC (part 1: EMC) is available on the ETSI web site.

#### 3.2.2.3 Date of cessation of Presumption of Conformity of the superseded standard

The OJEU provides the following information for each harmonised standard:

- the reference;
- the title;
- the reference of the superseded standard;
- The date of cessation of Presumption of Conformity of the superseded standard.

This date of cessation of Presumption of Conformity of the superseded standard should not be confused with the date of withdrawal (dow) of a superseded standard indicated by a standards organisation, although normally both these dates are identical. The "dow" has no meaning within the concept of the EMC Directive.

Any version of a standard taken from the latest valid OJEU list may be used as a harmonised standard until the date of cessation of Presumption of Conformity is reached.

Explanations are provided as notes attached in the list of European harmonised standards published in the OJEU and in the CENELEC guide 25.

### *3.2.3 An EMC assessment where no harmonised standards have been applied*

A manufacturer may wish to declare the conformity of his apparatus directly to the protection requirements, without reference to harmonised standards, by making his own EMC assessment. This assessment needs to follow a technical methodology to ensure that the requirements of the EMC Directive are met.

The manufacturer will need to provide clear evidence of compliance.

This option allows flexibility for technical development, crucial when manufacturers of new or innovative apparatus for which standards do not exist, or cannot be used, want to assess their apparatus according to the protection requirements.

This is usually the case where:

- There are no European harmonised standards or where they do not cover all the protection requirements applicable to the apparatus;
- The apparatus uses technologies, incompatible with or not yet taken into account by European harmonised standards, and generic standards are not applicable;
- The manufacturer uses test facilities not yet covered by the European harmonised standards;
- The manufacturer may want to apply any other standards or specifications not harmonised in the context of the EMC Directive;
- The apparatus is physically too large to be tested in the facility described in the European harmonised standard or where “in-situ” testing is foreseen and not adequately covered by a harmonised standard.

The assessment required for a particular apparatus will depend on several factors, such as:

- Nature of the apparatus (apparatus characteristics);
- Intended use;

- Location of use; EMC environment
- Types of disturbances created by or affecting the apparatus;
- Environmental conditions;
- Performance criteria for immunity.

The EMC Directive requires the manufacturer to document all steps taken and decisions made to check the conformity of the apparatus for those aspects for which the manufacturer has chosen this method of assessment. It may encompass (but is not limited to) the following:

- Description and definition of the apparatus operating conditions and its intended purpose. This should also cover the power supply voltage and frequency aspects relevant to the apparatus;
- Specification, descriptions and classification of the environments in which the apparatus will be used. This may cover also aspects relevant for apparatus that may be moved and must have emission and immunity characteristics appropriate for several environments. This selection is the responsibility of the manufacturer based on knowledge of the electromagnetic environment and awareness of the statistical aspects involved;
- Clear specification of relevant sources and effects of the electromagnetic phenomena covered and compatibility levels applied;
- Specification of the performance criteria of the apparatus. These should be set taking into account of the reasonable expectations of the user;
- Test levels with regard to the immunity of the apparatus;
- Limits adopted for emission, etc.;
- Reference to available documents such as any European harmonised standards, recommendations;
- Indication of any deviations made to available reference documents. These deviations may concern the phenomena considered, tests methods, test facilities or test levels, etc.;
- EMC design considerations and/or calculation results;
- Statistical evaluations, theoretical studies or other examinations carried out, presenting background theory, arguments, results and conclusion. This may include information on the levels of occurrence and statistical distribution of the disturbances;
- Description on how components are selected;



- Information on shielding, cable screening and routing, filters, ferrites etc;
- Any description of the solutions adopted in order to comply with the protection requirements;
- Any specification of general or specific requirements taken to limit emission of disturbances;
- Assessment of whether compliance with the protection requirements is ensured in residential areas or not. If this is not the case the restriction of use shall be clearly established;
- Assessment of whether any specific precautions have to be taken when the apparatus is assembled, installed, maintained or used, in order to ensure that, when put into service, the apparatus is in conformity with the protection requirements;
- Worst case selection criteria for series of apparatus with similarities.

Detailed guidance on the selection of electromagnetic phenomena to be assessed in the EMC assessment is given in Annex 3 to this Guide.

Reference sources of information for the manufacturers undertaking this method of assessment continue to include European harmonised standards, their drafts as well as standards related to EMC but not harmonised under the Directive e.g. basic EMC standards.

**To-reiterate, where this route is chosen the apparatus does not benefit from a presumption of conformity.**

### 3.3 Documentation required by the EMC Directive

The documentation required by the EMC Directive comprises of the technical documentation and the EC Declaration of Conformity

#### 3.3.1 *Technical documentation*

The manufacturer draws up technical documentation providing evidence of the conformity of the apparatus with the essential requirements of this Directive<sup>39</sup>.

The purpose of the technical documentation is to enable the conformity of the apparatus with the protection requirements to be assessed. It must contain all necessary practical (technical) details, including the following:

---

<sup>39</sup> Annex II.3 and Annex IV

- An identification of the product covered by the technical documentation. This identification should allow unambiguously linking between the technical document and the product;
- A general description of the apparatus. The amount of information required will depend on the complexity of the apparatus, simple apparatus may be fully defined in one line whereas more complex apparatus may need a complete description (a picture may be included);
- If European harmonised standards have been applied then evidence of compliance is required. At a minimum this will be a dated list of the European harmonised standards applied and the results obtained on their application;
- If European harmonised standards have not been applied or have been applied only in part then a description of the steps taken to meet the essential requirements – an EMC Assessment described in Annex II of the Directive - must be included. The documentation includes test reports, design calculations made, examinations carried out etc.;
- If a manufacturer is using the procedure of Annex III of the EMCD, then the Notified Body statement shall be included.

As the directive does not provide for any rule regarding the linguistic regime of the technical documentation, one should refer to the horizontal guidance provided by the “Blue Guide”

### 3.3.2 *EC Declaration of Conformity*

The compliance of apparatus with all relevant essential requirements is declared by an ‘EC’ Declaration of Conformity (DoC) issued by the manufacturer - inside or outside the Community - or his authorised representative in the Community<sup>40</sup>. As the DoC is an "official" Declaration is must be signed by a person: "empowered to bind the manufacturer or his authorised representative.

The Directive specifies the mandatory minimum content of the DoC as follows.<sup>41</sup>

- a reference to the Directive;
- an identification of the apparatus to which it refers, as set out in Article 9(1);

---

<sup>40</sup> If the manufacturer is outside and has an agreement with the authorised representative to this effect. See the Blue Guide for more details

<sup>41</sup> Annex IV, 2

- the name and address of the manufacturer and, where applicable; the name and address of his authorised representative in the Community;
- a dated reference to the specifications under which conformity is declared to ensure the conformity of the apparatus with the provisions of this Directive;
- the date of that declaration;
- the identity and signature of the person empowered to bind the manufacturer or his authorised representative.

In most cases, the dated references to the specifications under which conformity is declared, will be those of the European harmonised standards that are applicable to the apparatus in question as listed in the OJEU. If European harmonised standards have not been used or only partially, a reference to the manufacturer's technical documentation needs to be included and a reference to any identifiable non-harmonised standards or specifications that have been applied.

The layout of the DoC can take any form as long as the minimum required relevant information is provided. If any of the minimum required content is missing, the DoC is considered not complete and thus not valid and may lead to an appropriate action from the competent authorities of a Member State.

The following standards have been drawn up with the objective of providing the general criteria for the EC Declaration of Conformity:

- EN ISO/IEC 17050-1:2005 Conformity assessment. Supplier's Declaration of Conformity. General requirements;
- EN ISO/IEC 17050-2:2005 Conformity assessment. Supplier's Declaration of Conformity – Part 2: Supporting documentation

.CENELEC has published a specific guide for the 'EC' Declaration of Conformity:

*“CENELEC Guide n° 16 on the implementation of New Approach directives and the Low Voltage Directive with respect to the EC Declaration of Conformity”*

It is left to the discretion of the manufacturer to add any information that could be useful in order to make the DoC applicable to areas outside the EU, provided that it does not conflict with the requirements of the EMC Directive.

Furthermore, in the case where several Directives apply simultaneously to the apparatus the manufacturer or the authorised representative is free to

decide whether it might be worthwhile to merge all the DoCs into a single document. However, this may not be possible if a Directive provides for a specific form of the DoC (such as the Directive relating to Personal Protective Equipment) that are not aligned with the DoC for the EMC Directive.

All information regarding the concept of making the DoC available for the authorities, as well as where to keep the DoC is given in section 3.3.3.

For examples see Annex V. Further information is provided in the Blue Guide.

### 3.3.3 *The Concept of “holding at the disposal”*

The Directive requires that:

“The manufacturer or his authorised representative in the Community shall hold the technical documentation and the EC Declaration of Conformity at the disposal of the authorities for a period of at least ten years after the date on which such apparatus was last manufactured. If neither the manufacturer nor his authorised representative is established within the Community, the obligation to hold the EC Declaration of Conformity and the technical documentation at the disposal of the competent authorities rests with the person who places the apparatus on the Community market.”

“Hold at the disposal” covers the obligation of “Making documentation available to the competent authority”.

The concept of holding at the disposal of means:

1. There shall be one person in the Community responsible for making available the EC Declaration of Conformity and the technical documentation;
2. This person must present the EC Declaration of Conformity and the technical documentation upon request by the competent authorities, within a reasonable time. He has to take positive actions to make it actually available to those authorities (send a copy of the file, email, etc.);
3. Failure to present the information within a reasonable period in response to a request by the authorities constitutes an infringement of one of the administrative requirements of the EMC Directive.
4. This person does not need to be in material possession of the documents. The documents can be kept on the manufacturer's premises, even if the manufacturer is outside the Community. However the authorities, who have limited geographical jurisdiction, cannot be expected to go beyond their frontiers to

examine the technical documentation at the manufacturer's premises. The manufacturer or his authorised representative in the Community is obliged to hold the required documents in such a way that they can be presented to the authorities upon first request and within a reasonable time. The onus rests with the manufacturer or his authorised representative in the Community to ensure that the documentation is provided.

5. Where neither are present in the Community, the responsibility for the provision of this information rests with the person first placing the products onto the Community market.
6. The manufacturer has to provide the documentation and cannot use the argument that it contains confidential information (e.g. commercial confidentiality).
7. It has been agreed by those concerned that the information to be made available on request needs not to be an original document but can be a copy. In addition, the technical documentation can be kept in any format (for example as a hard copy or CD-ROM or any other electronic storage method), which allows it to be made available within a reasonable period of time.

Neither the technical documentation nor the EC Declaration of Conformity has to accompany the apparatus. Nor is it a legal obligation under the Directive for manufacturers to make available technical documentation to their customers.

### **3.4 CE Marking and information**

#### *3.4.1 CE marking*

The EMC Directive requires that the apparatus bears the CE marking as an attestation of compliance with the EMC Directive<sup>42</sup>.

When use is made of the exemption provided by Article 13(1) for apparatus intended for incorporation into a given fixed installation and otherwise not commercially available (see section 3.4.4), it is not allowed to affix the CE marking to this apparatus to attest compliance with the EMC Directive. CE marking may however be required to show conformity to other Directives.

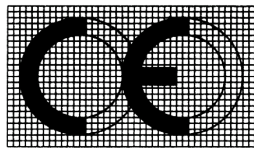
---

<sup>42</sup> Article 8 and Annex V

The procedures specified in Article 8 and Annex V of the EMC Directive are in accordance with the “CE Marking Directive” (93/68/EEC).

The EMC Directive also forbids affixing of marks that are similar to the CE marking, and also those that are likely to mislead third parties in relation to the meaning of the CE marking, e.g. by giving the impression that they are needed in order to have free access to a Member State’s market.

For apparatus under the EMC Directive, the CE marking is the only marking having regulatory effect regarding EMC within the European Community.



The CE marking is affixed to the apparatus or to its data plate. For most apparatus this poses no difficulties to achieve whilst observing the requirement on minimum height of 5 mm.

The EMC Directive (as with most New Approach Directives) recognises that there are circumstances where it is “not possible or warranted on account of the nature of the product” to have the marking affixed to the apparatus or to its data plate. In such cases it is allowed to have the CE marking’ affixed on the packaging if such exists and in addition on the accompanying documents. Although the word “documents” is in plural, the intention is that the CE marking is in the “primary” documentation and is easily identified by the user and/or the surveillance authorities.

The Blue Guide (Chapter 7.3) gives more information as to which circumstances this exemption is allowed.

The EMC Directive does not forbid affixing the CE marking to more than one place, for example, on the packaging as well as the apparatus inside.

Affixing the CE marking denotes compliance with all applicable EC “New Approach” Directives. As a consequence, a product neither falling under the scope of the EMC Directive nor under the scope of other Directives providing for CE marking cannot bear this sign.

#### 3.4.1.1 CE marking of systems

A system which is only placed on the market as a whole need carry only one CE marking, which may be placed on any one of the constituent parts or units. However the manufacturer may, if he wishes, place additional CE marking on the other parts of the system. This could be appropriate, for example, if the user were able to easily separate the constituent parts and make use of them separately. Additional CE marking does not incur the

need for separate conformity assessment or additional declarations of conformity for the constituent parts.

If separate use could lead to a part or unit failing to comply with the protection requirements, a suitable warning should be included in the instructions for use, for example: *The units of this system are intended to be used together, and must not be operated separately.*

If the manufacturer places any part of the system on the market separately, the relevant provisions of the Directive, conformity assessment, documentation and CE marking, apply separately to that part or unit, in addition to the requirements for the system as a whole.

### 3.4.2 *Other identifying marks*

The EMC Directive requires that apparatus be identified by “type, batch, serial number or any other information allowing for the identification of the apparatus”. There is flexibility in this requirement, allowing for the manufacturer to choose his own philosophy for identification of an apparatus for regulatory purposes. However, the identification of the apparatus must unambiguously correlate with the DoC and the technical documentation.

Although not explicitly mentioned this information needs to be on the apparatus (or its data plate). This will establish a link to the documentation where more information is given.

Specific apparatus intended to be incorporated into a given fixed installation (using the provisions of Article 13.2) and otherwise not commercially available may have this identification information in the accompanying documentation and not on the apparatus.

### 3.4.3 *Information for traceability*

In order to facilitate traceability, the EMC Directive requires that the actual manufacturer be identified by name and address. In cases where the manufacturer is located outside of the European Community, also the name and address of the authorised representative or (where neither are in the Community) the person responsible for placing the apparatus on the Community market needs to be given.

This information has to “accompany” the apparatus. It can thus be given in the documentation accompanying the apparatus, complementing the information usually found with the apparatus itself<sup>43</sup> or printed on the packaging.

---

<sup>43</sup> See section 3.4.2

#### 3.4.4 *Information regarding installation, use and maintenance*

Apparatus may need assembling or special consideration in respect of its installation for it to comply with the protection requirements of the Directive. Therefore all information necessary for correct assembly and installation has to be provided. If no information is given with the apparatus it needs to be presumed that users can install the apparatus without any special considerations regarding the EMC aspects, and it will still comply with the protection requirements of the EMC Directive.

Examples of cases where it is relevant to provide more detailed information:

- If there are any particular earthing aspects related to the apparatus for EMC purposes, recognising of course that earthing for safety purposes cannot be compromised;
- Where the apparatus is connected to other apparatus there may be a need to have specific types of cables (e.g. screened, double screened). If so this must be specified to allow for proper installation.

Furthermore, any precaution that needs to be observed for the apparatus to maintain its compliance with the protection requirements regarding use and maintenance also needs to be indicated.

Finally, information on use of the apparatus in accordance with its intended purpose has to be provided in the user's instructions.

There has been a good deal of discussion in the development of this Guide in recognition of the "state of the art" in the provision of information. This has also recognised that other relevant Directives allow for a "hyperlink" or electronic media to be used for information relating to traceability.

**The Commission services have taken as a bench-mark that the information provided to the end-user has to allow him/ her to use the apparatus without any further steps on their behalf.**

In short, it is recognised that the receipt of a computer with a DVD R/W function might allow specific information to be provided in DVD format with the paper copy of the information restricted to the installation, set-up and evidently operation of the DVD function.

However, it is not accepted (in other cases than those stemming from the view above) that electronic media or a hyperlink is sufficient as an alternative to information in paper copy. The end-user has an absolute right to quick and easy use of the apparatus they have purchased with no further obligations (such as access to the internet).



If apparatus is sold via the internet it is considered that all necessary information that would otherwise have been available in material form should be accessible both to the intended end-user as well as market surveillance authorities.

#### 3.4.5 *Information when compliance is not ensured with protection requirements in residential areas*

The EMC Directive recognises that the electromagnetic environment of residential areas needs particular attention. In such areas, broadcast receivers may be expected to be used in close proximity to other apparatus.

The EMC Directive requires that apparatus for which compliance with the protection requirements in residential areas is not ensured by the manufacturer (for example when limits for the residential environment in standards are exceeded) has to be accompanied by a clear indication of this restriction of use, where appropriate also on the packaging. A clear indication may take one of the following forms (decided by the manufacturer on the basis of the severity of a potential problem if the apparatus is used in such locations):

- This product must not be used in residential areas.
- This product may cause interference if used in residential areas. Such use must be avoided unless the user takes special measures to reduce electromagnetic emissions to prevent interference to the reception of radio and television broadcasts.

The descriptions used in harmonised standards (for example “this is a class A product”) are not suitable without further explanation, as they are not understood by the general public.

The information should be included on the packaging (if present) and may be restricted to the languages used elsewhere on the packaging. The information should also be included in the instructions for use, in each of the languages in which instructions are provided.

Products sold via mail order or the internet may not have packaging, or instructions for use, visible to the user before purchase. In such cases, the information should be provided clearly as part of the product’s description in the catalogue or on the webpage.

## **4 FIXED INSTALLATIONS**

### **4.1 Essential Requirements**

*"Fixed installation" means a particular combination of several types of Apparatus and, where applicable, other devices, which are assembled, installed and intended to be used permanently at a predefined location*

Owing to their characteristics fixed installations are not subject to the need for free movement within the Community. Therefore, they are not subject to the requirements for CE marking, DoC or for formal EMC assessment before putting into service. However, fixed installations have to comply with the protection requirements and other specific requirements (Annex I of the Directive) which are applicable to them.

Measures are prescribed in the EMC Directive to enable the competent authorities to handle complaints concerning disturbance generated by fixed installations<sup>44</sup>.

A fixed installation may be assembled by the incorporation of several apparatus including specific apparatus as described in Article 13(1) and other devices outside the scope of the EMC Directive. In order to fulfil the protection and documentation requirements it may be advisable to specify the EMC characteristics of all these devices in the technical documentation.

Most apparatus making part of a fixed installation should be subject to all provisions applicable to apparatus under the EMC Directive. However, there is a possibility of exemption detailed in Article 13.1 of the EMC Directive under certain conditions (See sections 1.3.2 and 4.4 of this Guide).

The specific essential requirements specify that fixed installations need to be installed taking account of good engineering practices and of the information provided by the respective manufacturers regarding the intended use of the components that make up the fixed installation. This is to comply with the protection requirements which are expressed in an identical way for fixed installations as for apparatus.

The two basic requirements relating to the use of components and to good engineering practice can be summarised as follows:

#### Intended use of components

This means that all the EMC instructions given by the manufacturer for all the component sub-parts used in the fixed installation have to be taken into account. This applies to any sub-part, whether those parts are large machines, apparatus, components not subject to the EMC Directive, specific apparatus for the fixed installation, etc.

Since a fixed Installation is installed in a pre-defined location the instructions for use should ensure that the components are installed in this specific location.

---

<sup>44</sup> Article 13 (2))

For example, these instructions may concern:

- the specified environment (especially the EMC environment);
- the required use of additional auxiliary devices (protection devices, filters etc);
- the specifications and length of the cables required for external connections;
- the conditions for use;
- Any special precautions for EMC (equipotential earthing etc.).

### Good engineering practice

Good engineering practice comprises of suitable technical behaviour taking account recognised standards and codes of practice applicable to the particular fixed installation. The “good engineering practices” referred to in Annex I, 2 mean practices which are good for EMC purposes, at the specific site in question

General information on good engineering practice within the context of installations is available in several EMC handbooks, courses and technical reports. For example some technical reports published by standardisation bodies deal with installation and mitigation guidelines for EMC.

Good engineering practice, particularly in the field of EMC, are in constant evolution. Whilst there is a need to have regard for the ‘state of the art’ practices it does not necessarily follow that they are relevant for all installations. Standards for installations cannot cover all specific local conditions: therefore it is necessary to be aware of some guiding principles when aiming to demonstrate installation according to good engineering practices:

- Emissions: take appropriate actions to mitigate the source of disturbances by EMC design, e.g. by the addition of filters or of absorption devices etc.
- Coupling and radiation: take appropriate actions in respect of distances, equipotential earthing, selection of cables, screening etc.
- Immunity: take appropriate actions to ensure that sensitive equipment is protected against the various types of disturbances that might be expected.

When applying the protection requirements to a defined fixed installation, it is essential to define the borderlines/geographical limits of this fixed installation in order to distinguish it clearly from the external environment.

In an analogy with apparatus, it is fundamental to identify:

- The ports/interfaces where conducted (high or low frequency) disturbances may cross the borderline from or towards the fixed installation (power supply port, control and telecommunication ports etc.);
- The coupling mechanism with the external environment;
- The radiation towards or from the external environment.

It should be noted that it is not the purpose of the EMC Directive to ensure electromagnetic compatibility between specific equipment inside the borders of the defined fixed installation.

## **4.2 Documentation**

The level of detail of the documentation may vary from very simple information to much more detailed documentation for complex installations involving important potential EMC aspects. Where installations are comprised solely of apparatus placed on the market in conformity with the EMC Directive and carrying the CE marking, the responsible person satisfies the documentation requirements placed on him by being able to provide, on request, the instructions for installation, use and maintenance provided by the supplier of each apparatus:

## **4.3 Responsible person for fixed installations**

Member States are responsible for establishing provisions to identify such persons who are responsible for a fixed installation.

## **4.4 Requirements for specific apparatus for given fixed installations**

The general principle is that all apparatus are subject to all the relevant provisions of the EMC Directive. However, the EMC Directive provides at Article 13(1) the possibility of exception for apparatus intended for incorporation in a given fixed installation and which are otherwise not commercially available.

An apparatus can only benefit from this exemption if there is a direct link between the manufacturer of that specific apparatus and the owners, installers, designers, operators or responsible persons of the fixed installation for which that specific apparatus is intended. A link provider-customer is required.

For the specific apparatus which may benefit from this exemption, the protection requirements for those apparatus considered in isolation, the conformity assessment procedure for apparatus, the subsequent EC

Declaration of Conformity and the specific marks and information for apparatus are not compulsory<sup>45</sup>.

Specific apparatus for which use is made of this exemption may not bear the CE marking for EMC purposes.

This exemption is extra-ordinary and that it is only provided on a case-by-case basis. However, the reader's attention is brought to the second part of Article 20 of the preamble which states:

“Should apparatus be incorporated into more than one identical fixed installation, identifying the electromagnetic compatibility characteristics of these installations should be sufficient to ensure exemption from the conformity assessment procedure.”

The characteristics of the identical installations, **together with their specific locations** need to be identified alongside each unit of specific apparatus intended for incorporation. The storage of “specific apparatus” units intended for more than one fixed (identical) installation is therefore permitted so long as these conditions are fulfilled

#### *4.4.1. Obligations when the exemption clause is used for specific apparatus*

In the case of such specific apparatus, the following indications are required in the accompanying documentation: the type, the batch, the serial number or any other identifying information of the apparatus as well as the name and address of the manufacturer and, if he is not established within the Community, the name and address of his authorised representative or of the person in the Community responsible for placing the apparatus on the Community market.

**The accompanying documentation has to identify the fixed installation for which the specific apparatus is intended and the electromagnetic compatibility characteristics of the fixed installation.**

Furthermore, the precautions to be taken for the incorporation of the specific apparatus, in order not to compromise the conformity of the given fixed installation, has to be given in the accompanying documentation.

---

<sup>45</sup> See 4.4.1

## **5 ENFORCEMENT OF THE EMC DIRECTIVE**

The purpose of market surveillance is to ensure that the provisions of the EMC Directive are complied with across the Community. Consumers, workers and other users are entitled to an equivalent level of protection throughout the single market, regardless of the origin of the product. Further, market surveillance is important for the interest of economic operators, because it helps to eliminate unfair competition.

Member States need to take all appropriate measures to ensure that equipment is placed on the market and/or put into service only if it complies with the requirements of the EMC Directive, when properly installed, maintained and used for its intended purpose.

This obligation is complementary to that requiring Member States to allow free movement of equipment that is in compliance with the EMC Directive.

It requires thus that Member States, where applicable:

- check that equipment is meeting the requirements, that action is taken to bring non-compliant equipment into compliance, and that sanctions are applied where necessary; and,
- deal with special measures and interference complaints

The EMC Directive does not contain provisions on how surveillance should be organised and carried out in the Member States. The legal and administrative surveillance infrastructures can therefore be different from one Member State to another.

No equipment can be excluded from surveillance operations, even if they have been subject to any voluntary certification scheme or other voluntary initiatives, or have been assessed according to the procedure involving a Notified Body.

The EMC Directive enables surveillance authorities to gain access to information on the equipment, the EC Declaration of Conformity and technical documentation. These must be made available by the manufacturer, the authorised representative established within the Community, or where neither is presenting the Community, by the importer or person responsible for placing onto the market, or by the responsible person for a fixed installation.

### **5.1 Special measures regarding equipment at trade fairs, etc.**

An exception to the principle that market surveillance can only take place after the manufacturer has taken formal responsibility for the equipment, is

the case of equipment being displayed and/or demonstrated at trade fairs, exhibitions and demonstrations.<sup>46</sup>

The Directive allows the display and/or demonstration of non-compliant equipment under specific circumstances, i.e. provided that a visible sign clearly indicates that the equipment may not be marketed or put into service until it has been brought into compliance, and that adequate measures are taken during demonstrations to ensure that electromagnetic disturbances are avoided.

Competent authorities of Member States monitor that this obligation is respected and can take appropriate measures when these pre-conditions are not followed by the persons responsible for the display and/or demonstration. This may include stopping any demonstration or having the equipment being removed from the trade fair, exhibition or similar event as well as issuing warnings.

## 6 NOTIFIED BODIES

### 6.1 General concept

In the EMC Directive the involvement of the Notified Body is **voluntary** and the purpose of the Body is to help the manufacturer (or his authorised representative within the Community) by reviewing the technical documentation for apparatus drawn up by the manufacturer.

The difference between any third party (such as an EMC test laboratory) and the Notified Body is that the Body has been designated by the competent authority of the Member State as competent to review the technical documentation.

Member States verify that these Bodies meet the criteria given in Annex VI of the EMC Directive i.e. that it can demonstrate the required level of competence, independence, impartiality and integrity. This is subject to surveillance at regular intervals.

A Body can either be established on the territory of the EEA, or established on the territory of a State that has a Mutual Recognition Agreement (MRA) in operation with the European Union, covering the EMC Directive. Within the MRA concept these Bodies are named Conformity Assessment Bodies (CAB) but they are equivalent to EEA Notified Bodies.

Mutual Recognition Agreements on conformity assessment in the area of EMC, between the EU and third countries have entered into force on: 1/12/1998 with the United States, 1/11/1998 with Canada, 1/01/1999 with

---

<sup>46</sup> Article 4(3)).

Australia and New Zealand, 1/01/2002 with Japan, 1/06/2002 with Switzerland

## **6.2 Role of Notified Bodies**

The role of the Notified Body derives from Article 7 and Annex III of the EMC Directive. Their designation criteria are laid down in Annex VI.

The Notified Body shall:

- Only accept requests for assessment of technical documentation from manufacturers (inside or outside the Community) or their authorised representatives in the Community. The manufacturer defines which aspects of the essential requirements the Body is to assess.
- Review the technical documentation of the apparatus and assess whether the technical documentation properly demonstrates that the relevant aspects of the essential requirements of the EMC Directive have been met.
- Issue a Notified Body statement, to the manufacturer or authorised representative, if the compliance of the apparatus is confirmed for the requirements assessed. The Body will limit the statement on those aspects of the essential requirements of the apparatus that have been requested by the manufacturer and assessed by the NB.

If the compliance of the apparatus is not confirmed, the Body **has to** provide a negative response describing on what grounds the technical documentation of the apparatus fails to demonstrate compliance to the EMC Directive.

## **6.3 Selection of a Notified Body**

The EU Commission maintains a website list of all NBs including CABs. (<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/>). The list includes the address of each organisation as well as the scope of the designation.

When selecting a Notified Body manufacturers should consider the following:

A Body can only render services within its scope of designation, however it should be understood that there are no agreed criteria for the definition of "scope of designation".

The Body is free to offer its services, to any manufacturer established either inside or outside the Community. Although the Body must be established on the territory of the Notifying State, it may have personnel outside that State or may carry out its activities on any territory and at any premises (for example at manufacturers' premises).



Manufacturers are free to choose any Body. There is no need to choose an Body located in the country where the apparatus is manufactured, nor in the country to which the apparatus will be shipped or where the apparatus is brought on the market or taking into service.

If the manufacturer has used the service of a Body for one of his apparatus there is no obligation to use the same NB for any of his other apparatus. This also applies to modifications of original assessed apparatus.

Although not prescribed in the Directive, it is the general principle of the “New” and “Global” Approaches to legislation that a formal application can only be made by the manufacturer to a single Notified Body. It is also the view of the member states (responsible for the operation of Notified Bodies) that the opinion given by the Bodies is binding on the manufacturer i.e. any non-compliances identified cannot be ignored.

#### **6.4 Coordination between Notified Bodies.**

To achieve a higher degree of efficiency and uniformity in their work an organisation of Notified Bodies has been set up. This organisation is the Association of Notified Bodies (**ECANB**), which provides Internet-based support to the exchange of information between the NBs.

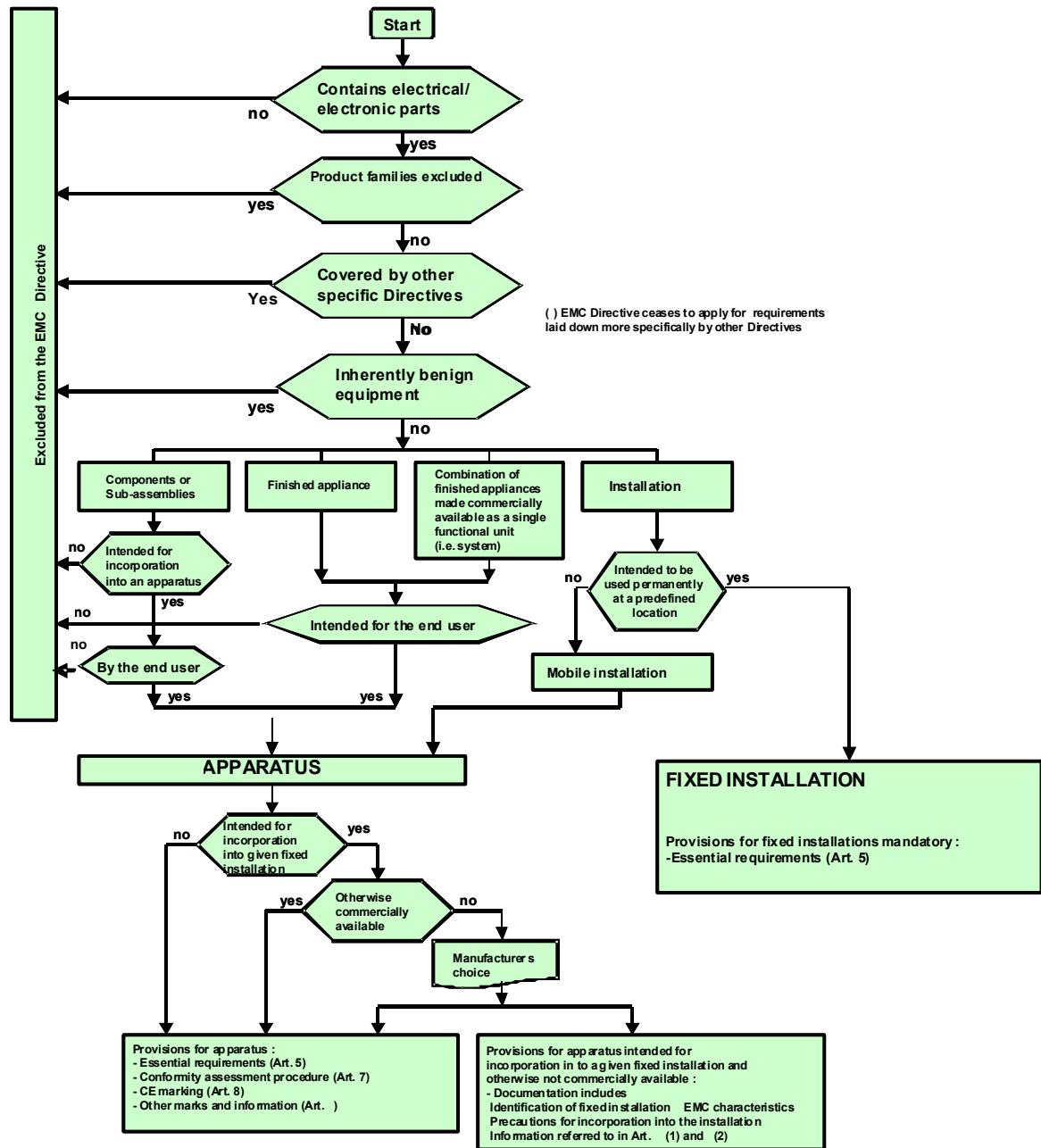
The relevant ECANB working documents, meeting reports, recommendations and guidelines are available to all Bodies. The ECANB issues information sheets, called technical guidance notes (TGNs) which have been established in order to assist the Bodies in their task. These TGNs may also contain valuable background information for manufacturers. The approved TGNs are therefore placed in the public domain (Technical Guidance Notes – TGN) and serve as general reference.

#### **6.5 Complaints regarding the service of the NB**

Where a manufacturer has a complaint regarding the service performed by a Body, he should preferably first file a complaint with the organisation in question. However, the option exists to contact the competent authority of the Member State.

Where it is confirmed by the procedure of the Directive that an apparatus is non-compliant and it has been subject to the conformity assessment procedure involving the service of a Body the Member State supervising the Body shall take appropriate action in respect of the author of the Notified Body statement, and shall inform the Commission and the other Member States accordingly.

# ANNEX 1 - Overall Flowchart



## **ANNEX 2 - Guidance on using a (harmonised) standard**

Referencing a given standard in a DoC means that the manufacturer takes responsibility of the conformity of his equipment with all the provisions of that standard and that this can be demonstrated by applying the methods (tests, measurement methods, etc.) this standard describes or refers to.

The requirements and limits of this standard are expected to be met when the equipment is tested to the standard, for example by market surveillance authorities in the case of a harmonised standard referred to by the manufacturer in the DoC.

The only secure way for the manufacturer is thus to apply, without any deviation, the standards referred to, relevant for its equipment, while making the EMC assessment. As most EMC standards include a series of tests with associated measurement methods, that implies in particular that all normative tests indicated should be done exactly as required by the standard with regard to test and measurement methods

### Notes on some practices

There are circumstances where the manufacturer deviates, under his full responsibility, from the preferred way described above. The deviations described hereafter imply a risk for the manufacturer. He has to evaluate this risk when he declares conformity to a harmonised standard by allowing himself such deviations. The technical documentation should give detailed information on such deviations.

a) The manufacturer may decide in some cases not to perform some tests if he can satisfy himself by other means (e.g. design precautions, comparison with similar apparatus) with sufficient certitude that the requirements of the standard will be met, if the tests were executed. He may also decide under his responsibility not to perform some tests if the inherent physical characteristics of the apparatus are such that negligible disturbances will occur in a given frequency band.

b) The manufacturer may also have at disposal test installations not complying in all details with all the prescriptions of the standard or use simplified methods (sometimes called pre-compliance methods). He then takes a risk in declaring conformity to the standard. The risk may be minimised by taking increased margins with regard to the limits or by having performed comparison tests between his simplified method and the full compliant method.

c) A pre-scan measurement is made to quickly obtain information on the unknown emission spectrum of the apparatus in order to decide whether a

full complete measurement is considered necessary. More information may be found in EN 55016-2 (CISPR 16-2) on this particular subject.

## **ANNEX 3 - EMC assessment where harmonised standards have not been applied in whole or in part**

### **Guidance for selecting the electromagnetic phenomena to be assessed**

The EMC Directive requires the identification of the relevant disturbances and EMC phenomena for the apparatus and the environments where it operates in order to determine the relevant assessment to be performed.

Although the EMC Directive does not specify a frequency range, it is general practice to take account of the range of frequency encompassed in the EMC assessment from 0 Hz to 400 GHz. This does not mean there is a need to apply a full assessment within this range as certain phenomena are limited in frequency range (e.g. for conducted high frequency emission: the frequency range to take into account is usually 9 kHz to 30 MHz). For some apparatus, electromagnetic phenomena are inherently limited in frequency range by the principle of construction or the physical nature of the apparatus.

The frequency range to be applied in the assessment depends on the nature of the apparatus and its intended use. However it is important to make sure that the relevant frequency range has been covered in combination with the phenomena to be assessed.

The selection of phenomena to be assessed depends on the environment where the apparatus is being used.

The technology of electromagnetic compatibility has developed over a long period of time and is a fairly complex subject. The use of the radio spectrum is subject to constant changes, applying new RF technologies that may require a different protection against disturbances. An identical situation may occur for low frequency phenomena. In the field of electromagnetic immunity the sources that may create immunity problems are also constantly changing.

There exists a finite probability that the apparatus in practice will experience disturbance levels the severity of which is above those specified as characteristic of the apparatus. On the other hand it is not feasible to aim for 100 % performance in all situations, i.e. for immunity, temporary degradation in performance may be acceptable for certain apparatus.

For emission there may be special cases, for instance when highly susceptible apparatus is being used in proximity, where additional mitigation measures may have to be employed for individual apparatus to reduce the electromagnetic emission further below any specified levels. This issue may be taken into account during the assessment.

One should be aware that the problem of electromagnetic compatibility may become worse with the trend towards smaller devices operating at higher frequencies. Higher speed switching logic increases emissions while low operating voltages and currents, with circuits packaged more closely together, decreases immunity. Furthermore the mechanisms for radiation from apparatus are complex due to the different number, nature and interaction of interference sources that are active within the apparatus.

EMC covers conducted and radiated phenomena over the whole frequency range from 0 Hz to 400 GHz and may relate to many different phenomena such as given in the following non-exhaustive list of examples. Generally the three main aspects to be covered are:

- (a) Low-frequency emission on the mains supply (harmonics, voltage fluctuations) for all apparatus intended to be connected directly to low-voltage public distribution systems.
- (b) High frequency emission aspects.
- (c) Immunity aspects.

For the detailed technical EMC assessment the phenomena in the list need to be considered, unless it can be justified that a phenomenon is not relevant for the apparatus to be assessed. It may also be necessary in some cases to consider a phenomenon that is not listed in the list of examples.

**List of examples of electromagnetic phenomena**

<b>Conducted low frequency phenomena</b>	
<b>Emission</b>	<b>Immunity</b>
Harmonics and voltage fluctuations likely to be produced on the mains supply by apparatus intended to be directly connected to the low-voltage public power distribution system.	<p>a) harmonics, interharmonics on the mains supply</p> <p>This phenomenon may be relevant to apparatus sensitive to precise zero crossing in time on the a.c. mains voltage or to specific harmonic components.</p> <p>b) signals superimposed on power lines;</p> <p>May be relevant for apparatus operating at low level of sensitivity such as residual current operated protection devices.</p> <p>c) voltage fluctuations on the mains supply</p> <p>In general, voltage fluctuations have an amplitude not exceeding 10 %; therefore,</p>

	<p>most apparatus are normally not disturbed by voltage fluctuations. However, this phenomenon may be relevant for apparatus intended to be installed at locations where the mains have larger fluctuations.</p> <p>d) voltage dips and interruptions on the mains supply</p> <p>To be considered generally for all types of apparatus. If the principle of the apparatus requires or involves a particular sensitivity to such phenomena, this should be indicated in the user documentation.</p> <p>e) voltage unbalance;</p> <p>Only applicable in special cases for three phase apparatus</p> <p>f) power frequency variations of the mains supply</p> <p>This may apply to apparatus intended to be installed at locations where the power frequency has large variations (for example apparatus connected to an emergency power supply).</p> <p>g) induced low frequency voltages</p> <p>For sensitive low level measuring instruments;</p> <p>h) d.c. component in a.c. networks.</p> <p>For special cases as residual current circuit breakers</p>
<b>Radiated low-frequency field phenomena</b>	
<b>Emission</b>	<b>Immunity</b>
Generally not relevant	<p>a) magnetic fields</p> <p>1) continuous;</p> <p>2) transient;</p>

	<p>In general only relevant for apparatus which are susceptible to magnetic fields (for example Hall effect devices, CRT and special apparatus to be installed in high magnetic field environments). If apparatus is intended for use in a low magnetic field environment, this characteristic should be indicated in the user documentation.</p> <p>b) electric fields.</p> <p>Relevant only for special applications in measurements</p>
<b>Conducted high-frequency phenomena</b>	
<b>Emission</b>	<b>Immunity</b>
<p>Generally relevant for most electronic and for many electrical apparatus. Exceptions may occur for apparatus which do not contain any source likely to generate high frequency disturbances.</p> <p>a) induced voltages or currents</p> <p>1) continuous waves;</p> <p>2) modulated waves;</p> <p>3) discontinuous waves</p> <p>There are two methods of assessing conducted disturbances, either as a voltage or as a current. Both methods can be used to assess the three types of conducted disturbances, i.e.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– common mode (also called asymmetrical mode)</li> <li>– differential mode (also called symmetrical mode)</li> <li>– unsymmetrical mode (combines both modes by using specific artificial test networks)</li> </ul> <p><i>NOTE the unsymmetrical mode voltage is primarily measured at the mains network.</i></p>	<p>a) induced voltages or currents</p> <p>1) continuous waves;</p> <p>2) modulated waves;</p> <p>b) unidirectional transients ;</p> <p>c) oscillatory transients.</p> <p>Induced high frequency voltages or currents are generally relevant for electronic apparatus, except the simplest ones.</p> <p>In general, fast transient aspects should be assessed for apparatus which are connected to mains or have cables (signal or control) in close proximity to mains.</p> <p>The surge aspects should be assessed for apparatus which are connected to networks leaving the building or mains in general.</p>



<p><i>The common mode voltage (or current) is measured primarily for signal and control lines.</i></p> <p>Account should be taken of the following types of disturbance:</p> <p>a) narrowband continuous disturbance,  b) broadband continuous disturbance; and  c) broadband discontinuous disturbance</p>	
<b>Radiated high-frequency field phenomena</b>	
<b>Emission</b>	<b>Immunity</b>
<p>a) magnetic fields;  b) electric fields;  c) electromagnetic fields</p> <p>1) continuous waves;  2) modulated waves;  3) transients.</p> <p>Generally relevant for most electronic and for many electrical apparatus. Exceptions may occur for apparatus which do not contain any source likely to generate high frequency disturbances.</p> <p>Generally magnetic fields are considered up to 30MHz and electromagnetic fields above 30MHz up to 1000MHz.</p> <p>There may be a need to cover phenomena above 1000MHz for apparatus with fast microprocessors.</p>	<p>a) magnetic fields;  b) electric fields;  c) electromagnetic fields</p> <p>1) continuous waves;  2) modulated waves;  3) transients.</p> <p>In general, the radiated immunity to electromagnetic fields is relevant to all apparatus. Exclusions may include non-electronic apparatus.</p> <p>Pulse magnetic fields. This test is mainly applicable to apparatus to be installed in electrical plants (for example telecontrol centres in close proximity to switchgear).</p>
<b>Electrostatic discharge phenomena (ESD)</b>	
	<b>Immunity</b>

	<p>In general, electrostatic discharge aspects are applicable to all apparatus to be used in an environment where electrostatic discharges may occur. Direct and indirect discharges should be taken into account. Exclusions may include apparatus limited for use in high humidity environments or in ESD-controlled environmental conditions and non-electronic apparatus.</p>
--	---

## ANNEX 4 – Transitional arrangements

### **Date of application (Article 14) :20 July 2007**

The current EMC Directive 89/336/EEC is repealed from this date. National provisions implementing the new EMC Directive 2004/108/EC must be applied from that date. As from 20 July 2007, equipment compliant with the new Directive may be placed on the market and/or put into service. The national transpositions of the new Directive cannot be put into force before this date of application. Thus equipment claiming compliance with the new EMC Directive cannot be put on the market and/or put into service before the date of application of 20 July 2007.

Transitional provisions (Article 15): date of application plus 2 years, i.e. 20 July 2009

- For apparatus in the sense of the old EMC Directive 89/336 (i.e. excluding installations in the sense of this Directive) for which the manufacturer or his authorized representative has issued a Declaration of Conformity before 20 July 2007 can continue to be manufactured and placed on the market up to 20 July 2009<sup>47</sup>.
- Installations: installations are excluded from the scope of the transitional provisions laid down in Article 15 of 2004/108 as installations are not, as such, placed on the market and, according to its wording, Article 15 only applies to "equipment" which is "placed on the market". As a result, new installations put into service on or after 20 July 2007 have to comply with the "new" EMC Directive 2004/108.
- Installations put into service before 20 July 2007 will have been subject to Directive 89/336/EEC. The new EMC Directive 2004/108/EC introduces new requirements for fixed installations. The question arises as to how these requirements will apply to existing fixed installations. Fixed installations in service on 20 July 2007 are not subject to the provisions of Directive 2004/108/EC until they are modified in a way that may affect their electromagnetic compatibility.

---

<sup>47</sup> Provided "state of the art" remains unchanged

When such an installation is modified:

- A responsible person must be identified;
- The modifications must be carried out employing good engineering practices respecting the information on the intended use of components;
- The obligation to document good engineering practice relating to the installation is limited to consideration of the changes or additions that could affect its electromagnetic compatibility characteristics.

## ANNEX 5 Examples of EC Declarations of Conformity

### Example 1.

- This DoC is only applicable for the EMC Directive;
- The manufacturer is located outside the EU and he has a representative in the EU;
- The specifications applied are only all the relevant harmonised standards, applied in full;
- Use is made of the opinion of a Notified Body;
- In this example the mandatory minimum requirements according to the EMC Directive are given in **bold** and the *optional data (that the manufacturer finds useful) in italics*



EC Declaration of Conformity

We, the undersigned,

<b>Manufacturer</b>	<b>Tokyo Apparatus Ltd.</b>
<b>Address, City</b>	<b>Nagata-cho 1-11-35, Chiyoda-ku, Tokyo</b>
<b>Country</b>	<b>apan</b>
<i>Phone number</i>	<i>+ 81 1234567</i>
<i>Fax number/e-mail</i>	<i>+ 81 7654321</i>
<b>Authorised representative in Europe</b>	<b>Mr. E. Veen, Director TAL Europe B.V.</b>
<b>Address, City</b>	<b>Emissionstreet 2, Immunitytown</b>
<b>Country</b>	<b>Belgium</b>

certify and declare under our sole responsibility that the following apparatus:

<b>Description</b>	<b>Seminar Presentation Machine</b>
<b>Manufacturer</b>	<b>Tokyo Apparatus Ltd.</b>
<b>Brand</b>	<b>Honshu</b>
<b>Identification</b>	<b>Model De Luxe</b>
<i>Restrictive use</i>	<i>For residential and office environment only</i>

conforms with the essential requirements of the EMC Directive 2004/108/EC, based on the following specifications applied:

<p><b>EU Harmonised Standards</b></p> <p><b>EN 550 :200</b></p> <p><b>EN 550 :2010</b></p> <p><b>EN 55088:2008</b></p>
--


and therefore complies with the essential requirements and provisions of the EMC Directive.

The following Notified Body has issued a positive Statement of Opinion.

Notified reference	Body	Identification of NB letter of Opinion	Name and address of NB
9999		Nr. 200700234	EMC Services BV NB street 1 EMC City The Netherlands

The Technical documentation is kept at the following address:

Company	Tal Europe B.V.
Address, City	Emission street 2, Immunity town
Country	Belgium
Phone number	+ 32 99999999
Fax number/e-mail	+ 32 88888888 <a href="mailto:veen@tal.belgium">veen@tal.belgium</a>

Name and position of person binding the manufacturer or his authorised representative	
Mr. Atsushi Gotoh Manager Product Design Tokyo Apparatus Ltd.	20 August 2010

**Example 2.**

- In this DoC the manufacturer wants to use the worldwide SDoC model according to the ISO Guidance making sure the mandatory minimum requirements applicable for the EMC Directive are fully covered;
- The manufacturer is located inside the Community;
- This DoC is only applicable for the EMC Directive;
- The technical specifications applied are a combination of a non standard test as well as EU harmonised standards, one applied only partial;



**Suppliers Declaration of Conformity (conform ISO 17050)**

1. **Number of SdoC:** 23456
2. **Issuer's name:** Electronic Emission Presentation B.V.  
Immunitystreet 2  
Emission City  
Belgium
3. **Object of declaration:** Seminar Presentation Machine  
Honshu Model de Luxe
4. **The object of declaration described above is in conformity with the requirements of the following documents:**

<b>Document No:</b>	<b>Title</b>
2004/108/EC	EU EMC Directive (December 2004)
EU Harmonised standards	EN 88099:2009
	EN 99099:2010
EEP test method: 2009	EN 99088:2008 Part X except Chapter Y
	Test method XYZ. To cover the parts of EN 99088 not being applied
5. **Additional information** A technical documentation nr. Global Presentation nr. YZZ is available to document compliance of the excluded part of the harmonized standard
6. **Signed for and on behalf of:** Electronic Emission presentations B.V.
7. **Date:** 30 August 2010
8. **Name and Function:** Mr. E Veen Managing Director



**ANNEX 6 Acronyms and abbreviations**

a.c.	Alternative current
CEN	European Committee for Standardisation
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CISPR	International Special Committee on Radio interference (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques)
d.c.	Direct current
DoC	EC Declaration of Conformity
ECANB	Association of Competent Bodies
EEA	European Economic Area
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMCD.	Electromagnetic Compatibility Directive
ESD	Electrostatic discharge
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EU	European Union
IEC	International Electrotechnical Commission
IEV	International Electrotechnical Vocabulary
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
LED	Light emitting diode
MRA	Mutual Recognition Agreement
NB	Notified Body
OJEU	Official Journal of the European Union

R&TTE	Radio and Telecommunication Terminal Equipment
RF	Radio frequency
TGN	Technical_Guidance_Note
TR	Technical Report