



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH**

**Estudio técnico sobre la calidad del suministro  
en redes de distribución:  
Análisis de la secuencia de desconexión y  
reconexión de las líneas de media tensión**

**Francesc Girbau Llistuella  
Andreas Sumper  
Mònica Aragüés Peñalba**

**Departamento de Ingeniería Eléctrica  
de la Universitat Politècnica de Catalunya**

07 de Abril 2014

---

## INDICE

Autores.....	3
Terminología .....	4
1. Introducción al sistema.....	7
2. Secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión.....	10
3. Interrupción de alimentación.....	11
4. Equipos conectados .....	16
5. Consecuencias y conclusiones de la desconexión y la reconexión de una línea de media tensión .....	20
Anexos .....	22
Anexo A .....	22
Anexo B .....	25
Anexo C .....	26
Anexo D.....	27
Anexo E.....	29

---

## **Autores**

**Francesc Girbau Llistuella**, Ingeniero Industrial por la Escuela Tècnica Superior Enginyeria Industrial de Barcelona (UPC);

**Andreas Sumper**, Ingeniero Eléctrico por parte de la Universidad Técnica de Graz, Doctor por la UPC y Profesor Lector del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UPC

**Mònica Aragüés Peñalba**, Ingeniera industrial por la Escuela Tècnica Superior Enginyeria Industrial de Barcelona (UPC).

## Terminología

- **Aislante:** Substancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.
- **Aparamenta:** 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.
- **Centro de transformación:** Instalación provista de uno o varios transformadores reductores de Alta a Baja tensión con la aparamenta y obra complementaria precisas.
- **Compatibilidad electromagnética (CEM o EMC):** designa, en primer lugar, la propiedad que poseen las instalaciones o aparatos electrónicos, eléctricos o informáticos y que hace estén funcionando correctamente, en un contexto dado, en presencia de otros aparatos o perturbaciones provenientes del exterior. Además, por extensión, designa igualmente el conjunto de técnicas que tratan esta propiedad. Estas técnicas consideran que todas las perturbaciones son de origen electromagnético. Por tanto, las técnicas se orientan a evitar los efectos indeseables que las perturbaciones electromagnéticas son susceptibles de provocar.
- **Corriente o intensidad eléctrica:** es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en amperios (A).
- **Cortacircuito fusible:** 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.
- **Electrodo de tierra:** conductor, o conjunto de conductores, enterrados que sirven para establecer una conexión con tierra. Los conductores no aislados, colocados en contacto con tierra para la conexión al electrodo, se considerarán parte de éste.
- **Fase:** designación de cualquier conductor, haz de conductores, terminales o cualquier otro sistema polifásico, que está destinado a estar energizado en condiciones normales. Usualmente por ellos circula una corriente eléctrica y están a un determinado potencial.
- **Impedancia:** 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.
- **Interruptor automático:** 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.

- **Interruptor de control de potencia y magnetotérmico:** Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:
  - Mando.
  - Protección contra sobrecargas.
  - Protección contra cortocircuitos.
- **Interruptor diferencial:** Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.
- **Relé:** es un dispositivo diseñado para producir cambios predeterminados en uno o más circuitos eléctricos, cuando se cumplen ciertas condiciones en los circuitos de entrada que controlan el dispositivo.
- **Seccionador:** aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierto, asegura una distancia de seccionamiento que satisface a condiciones especificadas. Cabe notar que un seccionador es capaz de abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o a establecer, o bien cuando no se produce cambio apreciable de tensión en los bornes de cada uno de los polos del seccionador. Es también capaz de soportar corrientes de paso en las condiciones normales del circuito, así como durante un tiempo especificado en condiciones anormales, tales como las de cortocircuitos.
- **Selectividad de una protección:** es la capacidad de una protección para identificar una falta en una sección eléctrica, una fase o un sistema eléctrico.
- **Sobretensión:** Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior al valor máximo que puede existir entre ellos en servicio normal.
- **Sobretensión temporal:** es la sobretensión entre fase y tierra o entre fases en un lugar determinado de la red, de duración relativamente larga y que no está amortiguada, o sólo lo está débilmente.
- **Sobretensión tipo maniobra:** es la sobretensión entre fase y tierra o entre fases en un lugar determinado de la red debida a una maniobra, defecto u otra causa y cuya forma puede asimilarse, en lo relativo a la coordinación de aislamiento, a la de los impulsos normalizados utilizados para los ensayos de impulso tipo maniobra.
- **Subestación:** conjunto situado en un mismo lugar, de la aparamenta eléctrica y de los edificios necesarios para realizar alguna de las funciones siguientes: transformación de la tensión, de la frecuencia, del número de fases, rectificación,

---

compensación del factor de potencia y conexión de dos o más circuitos. Notar que quedan excluidos de esta definición los Centros de Transformación.

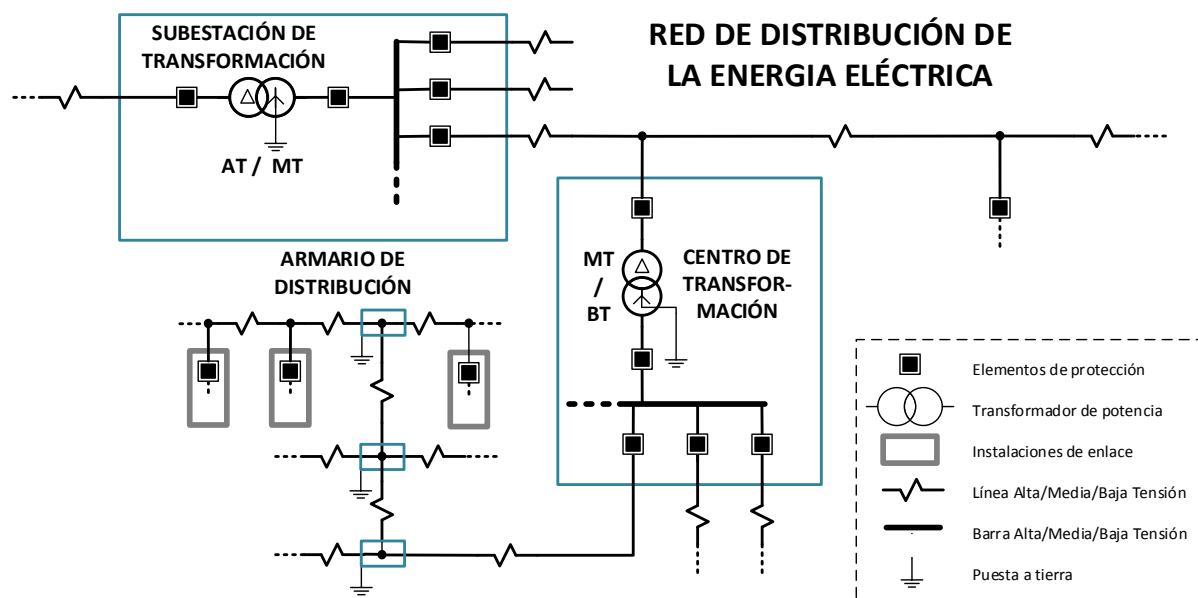
- **Tensión:** es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. También se puede definir como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas. Se puede medir con un voltímetro. Su unidad de medida es el voltio (V).

## 1. Introducción al sistema

En este informe se pretenden estudiar los fenómenos asociados a la secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión y exponer las consecuencias de dicho suceso.

En primer lugar, es necesaria una descripción de la red de distribución de energía eléctrica. La función de ésta es suministrar energía desde la **subestación de transformación** hasta las **instalaciones interiores** de los consumidores. A su vez, la **subestación de transformación** está conectada a la red de transporte o de distribución en alta tensión. La **subestación de transformación** transforma la alta tensión en media tensión y ramifica la salida de media tensión en líneas de media tensión hasta los **centros de transformación**, que, a su vez, transforman una línea de media tensión y ramifica la salida de baja tensión hasta las **instalaciones de enlace**. En la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, se definen los derechos y las obligaciones de las empresas distribuidoras, es decir aquellas sociedades mercantiles que tienen la función de distribuir la energía eléctrica, así como construir, mantener y operar las instalaciones de la red de distribución (Anexo A).

En la siguiente figura se presenta un sistema típico de una red de distribución de energía eléctrica.



Según la figura, en la red de distribución se pueden identificar los siguientes elementos:

- **Elementos de protección:** son un conjunto de dispositivos destinados salvaguardar la integridad de las personas e instalaciones. Las protecciones, en general, están diseñadas de tal manera que la seguridad de las personas prevalece por encima de otros criterios. Estos identifican y actúan sobre faltas y otras situaciones anormales

dentro de una red eléctrica, como por ejemplo los cortocircuitos, las sobrecargas, las sobretensiones, etc. Este conjunto de dispositivos suelen ser **relés de protección** junto a un **interruptor automático**, **interruptores diferenciales**, **interruptores magnetotérmicos** y **fusibles**. Los elementos de protección suelen colocarse en el sistema de distribución respetando los criterios de selectividad. Además, junto con los elementos de protección, también se instalan elementos que permiten operar y maniobrar la red de distribución.

- **Transformadores de potencia:** son un dispositivo eléctrico sin partes móviles que permite cambiar las tensiones y corrientes asociadas de un circuito de corriente alterna sin cambiar la frecuencia. Cabe destacar que los niveles de alta y media tensión (más habituales) en los transformadores de potencia de redes trifásicas están recogidos en el apartado: Tensiones nominales normalizadas en redes trifásicas de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 06 del Real Decreto 223/2008 (Anexo B). Y los niveles de baja tensión usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna (en monofásico o trifásico) se recogen en el artículo 4 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Anexo B).
- **Instalaciones de enlace:** son las que unen la caja general de protección o cajas generales de protección con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Cabe destacar que estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y **quedarán de propiedad del usuario**, el cual se responsabilizará de su conservación y mantenimiento. Las partes que constituyen las instalaciones de enlace son la caja general de protección, la línea general de alimentación, los elementos para la ubicación de contadores, la derivación individual, la caja para el interruptor de control de potencia y los dispositivos generales de mando y protección. Por último, las instalaciones interiores o receptoras de usuario deben seguir unas instrucciones recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (de la ITC-BT-19 hasta la ITC-BT-51).
- **Líneas de distribución:** son las que distribuyen la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación hasta centros de transformación, y a su vez hasta las instalaciones de enlace. Además se suelen operar de forma radial, sin formar mallas, al contrario de las redes de transporte.
- **Barras:** son conductores de baja impedancia en el cual se conectan separadamente varios circuitos eléctricos, es decir de donde se interconectan las líneas de distribución con el transformador de potencia. Las barras se instalan en subestaciones de transformación y algunos centros de transformación.
- **Puesta a tierra:** son conductores, que unen directamente los elementos o partes de una instalación con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de las masas metálicas de los elementos de la instalación eléctrica no existan diferencias de potencial superior a tensión



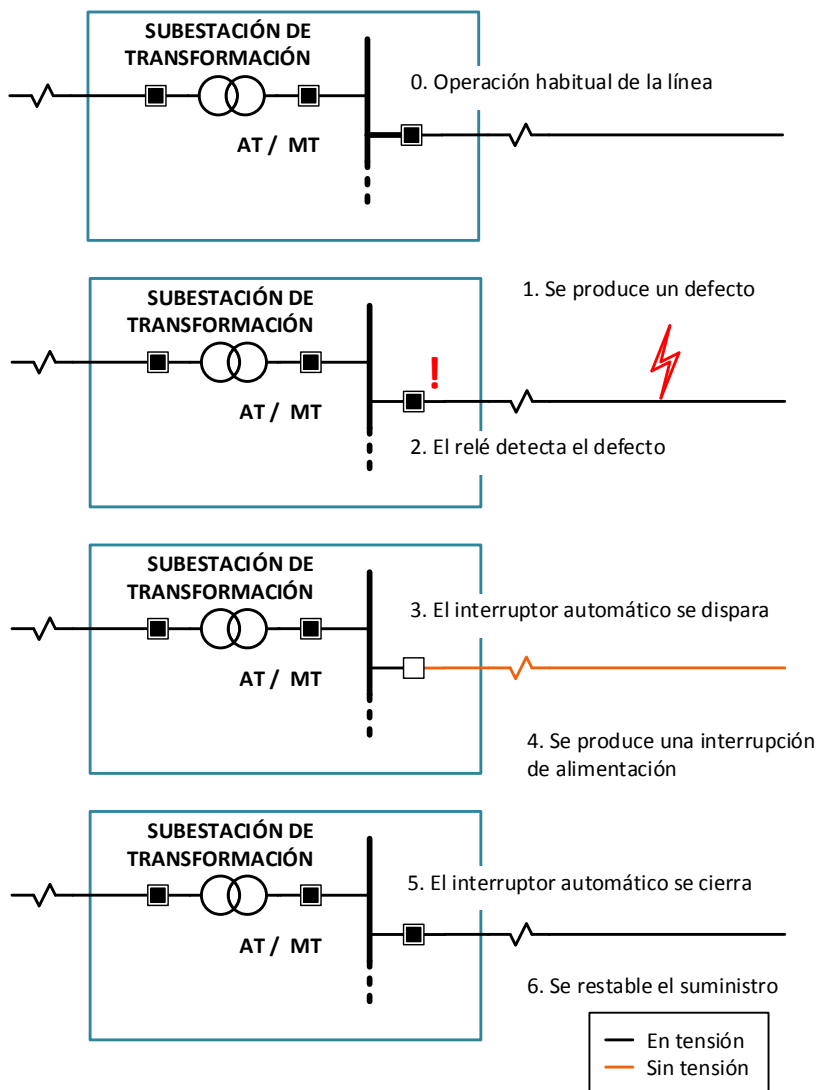
---

admisibles, y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto.

Este documento está estructurado de la siguiente forma: definición de la **secuencia de desconexión y conexión de una línea de media tensión**, presentación de la **interrupción de alimentación**, tratamiento de los requerimientos de los **equipos conectados** a la red de distribución y finalmente exposición de las **consecuencias y conclusiones de la desconexión y la reconexión de una línea de media tensión**.

## 2. Secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión

En esta sección se describe la secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión. Cuando un relé de protección se activa como consecuencia de una situación anormal en la red de distribución, provoca la apertura del interruptor automático asociado. Al abrirse este interruptor automático, se desconecta la línea de distribución que protege, produciéndose una interrupción de alimentación en los consumidores. En algunos casos el interruptor automático está programado para que vuelva a cerrarse después de un tiempo establecido, con el fin de comprobar si la situación se ha normalizado; este proceso es conocido como reenganche o reconexión. La interrupción de alimentación termina cuando la situación se ha normalizado y se ha restablecido la tensión de alimentación. En la siguiente figura se observa la secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión.



### 3. Interrupción de alimentación

En un sistema de distribución eléctrica pueden tener lugar, aunque no frecuentemente, interrupciones de alimentación debido a la actuación de los elementos de protección, anteriormente mencionados. Por lo tanto, éstas están contempladas en leyes y normativas vigentes. En particular, en el punto 5 del Artículo 100 del Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, se define una interrupción de alimentación como:

***Interrupción de alimentación:*** condición en la que la tensión en los puntos de suministro no supera el **10 por 100 de la tensión declarada**. Las interrupciones pueden ser **largas**, de duración superior a tres minutos, o **breves**, de duración inferior o igual a tres minutos. El Ministerio de Economía, en función de la evolución de la tecnología, podrá modificar el valor máximo del tiempo hasta el cual una interrupción puede ser clasificada como breve.

Por lo tanto, el Real Decreto 1955/2000 establece que la condición para considerar una interrupción de alimentación es que la tensión de alimentación sea inferior al 10% de la tensión declarada y clasifica las interrupciones en largas o breves. Con el fin de cuantificar la afectación de las interrupciones de alimentación a los consumidores, el Artículo 101 del Real Decreto 1955/2000 establece el término de **continuidad del suministro** que está definido a continuación:

1. *La continuidad del suministro viene determinada por el **número** y la **duración de las interrupciones**. Las interrupciones pueden ser **imprevistas** o **programadas** para permitir la ejecución de trabajos programados en la red, en cuyo caso los consumidores deberán ser informados de antemano por la empresa distribuidora, previa autorización de la Administración competente de acuerdo con lo previsto en el presente artículo.*
2. *La determinación de la continuidad del suministro, por las interrupciones de suministro, se basa en dos parámetros:*
  - a) *El tiempo de interrupción, igual al tiempo transcurrido desde que la misma se inicia hasta que finaliza, medido en horas. El tiempo de interrupción total será la suma de todos los tiempos de interrupción durante un plazo determinado.*
  - b) *El número de interrupciones. El número de interrupciones total será la suma de todas las interrupciones habidas durante un plazo determinado.*
3. *Para que las interrupciones se califiquen de programadas, las empresas distribuidoras deberán solicitar la correspondiente autorización del órgano competente de energía de la Administración autonómica correspondiente con una antelación mínima de setenta y dos horas, no computándose a tales efectos los sábados, domingos o festivos. (...)*

Como conclusión del artículo, se establece que las interrupciones de alimentación a su vez pueden ser programadas o imprevistas y la continuidad del suministro vendrá determinada por el número y duración de las interrupciones de alimentación. Cabe destacar que las empresas distribuidoras deben cumplir con el cumplimiento de la calidad de suministro individual del Artículo 104 del Real Decreto 1955/2000 que establece la continuidad del suministro mínima que debe garantizar la empresa distribuidora:

1. **El distribuidor deberá disponer de un sistema de registro de incidencias de acuerdo con el procedimiento de medida y control que se establezca según lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 108, que le permita determinar la afectación de las incidencias de continuidad del suministro de sus redes con todos y cada uno de los consumidores conectados a ellas en todas sus zonas de distribución. El plazo máximo de implantación será de un año desde la aprobación del citado procedimiento.**
2. **El distribuidor estará obligado, con relación a cada uno de sus consumidores, a que el tiempo y número de interrupciones imprevistas mayores de tres minutos de cada año natural, dependiendo de la zona donde esté situado el suministro, definida de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 99 del presente Real Decreto, no supere los siguientes valores: (...)**

(Tablas en Anexo C):

4. (...) **El consumidor tendrá derecho a instalar a su cargo un sistema de registro de medida de incidencias de calidad de servicio, debidamente precintado, al objeto de confrontar los valores aportados por las empresas distribuidoras. La instalación y precintado de este sistema deberá contar con el previo acuerdo de ambas partes, adoptado por escrito. En caso de discrepancia, resolverá el órgano competente de la Administración autonómica.**

Como conclusión, es importante destacar que distribuidor deberá disponer de un sistema de registro de incidencias auditable que permita verificar las incidencias de continuidad del suministro. Además en el punto 2 del Artículo 104 del Real Decreto 1955/2000 queda reconocido que las interrupciones previstas o imprevistas de alimentación forman parte de la explotación normal del sistema, y para reducir su impacto sobre los consumidores se limitan en número y tiempo. También destacar que el consumidor tendrá el derecho a instalar a su cargo un sistema de registro para confrontar los valores aportados por las empresas distribuidoras. En cuanto a la calidad del producto el Artículo 102 del Real Decreto 1955/2000 establece que:

1. **La calidad del producto hace referencia al conjunto de características de la onda de tensión, la cual puede verse afectada, principalmente, por las variaciones del valor eficaz de la tensión y de la frecuencia y por las interrupciones de servicio y huecos de tensión de duración inferior a tres minutos.**

2. *Para la determinación de los aspectos de la **calidad del producto** se seguirán los **criterios establecidos en la norma UNE-EN 50.160** o norma que la sustituya y las instrucciones técnicas complementarias que se dicten por el Ministerio de Economía, previo informe de la Comisión Nacional de Energía, en desarrollo del presente Real Decreto.*

En general, en las redes de distribución, las interrupciones más habituales son las inferiores a los tres minutos, es decir, las interrupciones breves. Éstas constituirán parte de la calidad del producto y por lo tanto deberán cumplir con los criterios establecidos en la norma UNE-EN 50160:2010. En particular, como establece la norma UNE-IEC/TR 61000-2-8 IN dichas interrupciones se deben al funcionamiento de un interruptor automático que desconecta una parte de la red de la fuente de energía. En el caso de las redes de distribución, como son circuitos radiales, se interrumpe el suministro de todas las partes aguas abajo de la red.

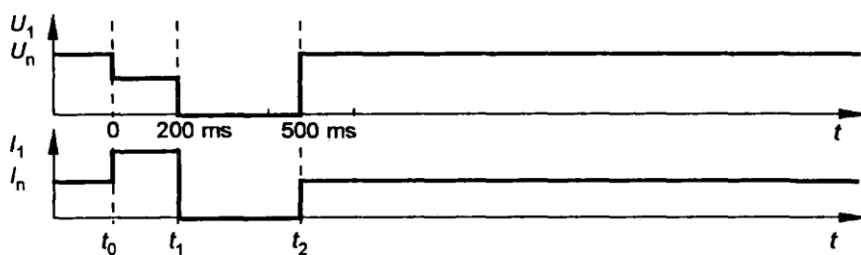
Asimismo, es habitual en las redes aéreas, que las secuencias de reenganches automáticos se apliquen a menudo en los interruptores que interrumpen las corrientes de falta, con el fin restablecer la normalidad en un tiempo mínimo. En primer lugar, se comprueba si la falta es transitoria, es decir auto-extinguible. Incluso si el primer intento de reenganche resulta infructuoso, puede haber otros intentos en intervalos preajustados. Sin embargo, si la falta permanece después de la secuencia de operaciones de apertura-cierre preajustadas, el interruptor automático quedará en la posición de apertura y no se cerrará de nuevo hasta que se hayan efectuado las reparaciones necesarias en el emplazamiento de la falta. Una de las características importantes del problema es que cada reenganche, mientras todavía exista la falta, provoca un hueco de tensión en las líneas no afectadas por la falta, cuya profundidad dependerá de varios factores.

Así pues, una sola falta puede tener como consecuencia una serie compleja de maniobras, observables por los usuarios como una serie de interrupciones de diversas duraciones. Dependiendo de la estructura de la red, algunos usuarios experimentarán interrupciones muy breves, mientras que otros experimentarán interrupciones largas hasta que no se hayan terminado las reparaciones para poder restaurar el suministro.

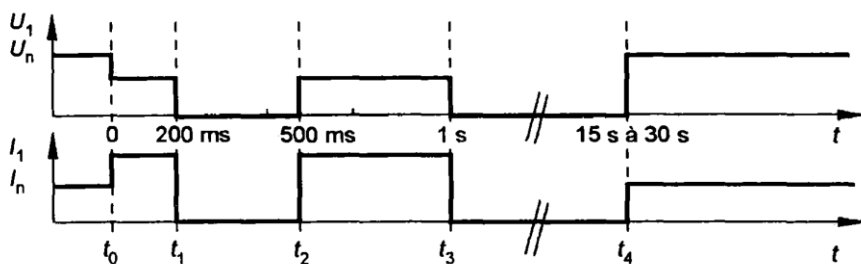
Por lo tanto, las interrupciones de alimentación breves y los huecos de tensión son fenómenos estrechamente relacionados entre sí, siendo la fuente principal de los huecos de tensión el cortocircuito eléctrico que se produce en un punto cualquiera de la red. Muchos de los cortocircuitos se eliminan en el intervalo de tiempo de 100 ms a 500 ms. Los tiempos más rápidos se alcanzan a menudo para cortocircuitos en líneas de transporte, mientras que la supresión de los cortocircuitos en las redes de distribución suele ser más lenta.

A continuación, se muestra un ejemplo de falta en una red de media tensión, extraído del ejemplo expuesto en el apartado 3.6 de la UNE-IEC/TR 61000-2-8 IN, donde se muestra la secuencia de desconexión y conexión que resultan de una falta sobre una línea de media tensión. En este ejemplo se representan los tres casos, descritos a continuación, que propician las interrupciones breves. En los tres casos se está analizando el impacto de una falta en la línea de alimentación, a los consumidores conectados en dicha línea.

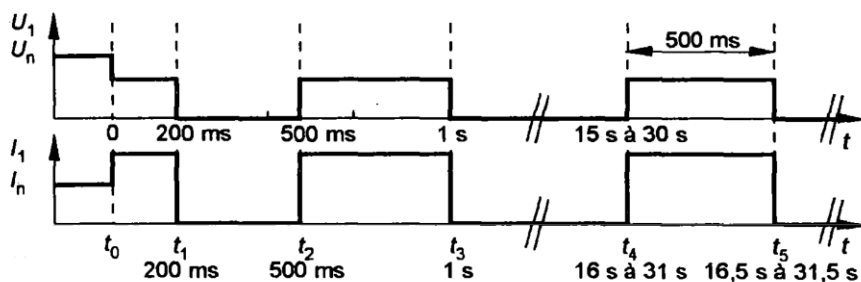
- En el primer caso, se produce una falta transitoria en el instante  $t_0$ . El relé de protección actúa, después de un determinado tiempo  $t_1$  (en este caso 200 ms), al detectar una sobrecorriente de valor  $I_1$  en la línea (véase figura 2 del primer caso). El interruptor automático actúa en el instante  $t_1$  (en este caso 200 ms después de la falta), desconectando la línea. En el instante  $t_2$  (en este caso 500 ms después de la falta) se produce la maniobra de reenganche, en la cual se comprueba que falta ha sido suprimida, ya que el relé de protección no detecta sobrecorriente en la línea.



Caso de una falta transitoria



Caso de una falta semi-permanente



Caso de una falta permanente

$t_0$	$t_0 - t_1$	$t_1 - t_2$	$t_2$
Aparición de una falta	Tiempo de detección de la falta + duración	Apertura de la línea de la falta	La falta ha desaparecido (en el caso de una falta transitoria)

- En el segundo caso, la secuencia que se reproduce es la misma secuencia que en el primer caso, salvo que la falta no ha sido suprimida en el instante  $t_2$ . Por lo tanto, el relé de protección actuará para la sobrecorriente  $I_1$  pasado un determinado tiempo (500 ms). En el instante  $t_3$  se produce de nuevo una desconexión de la línea por parte del interruptor automático durante 15 a 30 segundos. En el instante  $t_4$  se vuelve a producir la maniobra de reenganche por parte del interruptor, en el cual se comprueba que la falta ha sido suprimida.

- Finalmente en el tercer caso, se reproduce la misma secuencia que en el caso anterior, sin embargo la falta es permanente y persiste después de que se hayan efectuado toda la secuencia completa de reenganches. En el instante  $t_5$  el interruptor automático desconecta definitivamente la línea.

Como se presenta en la figura anterior, en los dos primeros casos se producen interrupciones breves en la línea, mientras que en el tercer caso se produce una interrupción larga.

Finalmente, en el punto 3.19 de la UNE-EN 50160:2010 se define una interrupción de alimentación, a diferencia del Real Decreto 1955/2000, establece que:

*(...)Condición en la que la tensión en los puntos de suministro es **inferior al 5%** de la tensión de referencia. (...)*

*(...) [Interrupción] **accidental**, cuando está provocada por faltas permanentes o transitorias, la mayoría de las veces ligadas a sucesos exteriores, a averías de los equipos o interferencias. Una interrupción accidental puede ser clasificada como:(...)*

*(...)Generalmente, las interrupciones están provocadas por la **acción de interruptores o de dispositivos de protección**. (...)*

*(...) Las **interrupciones accidentales son sucesos imprevisibles y esencialmente aleatorios**. (...)*

Es decir, las interrupciones están provocadas por la acción de interruptores o dispositivos de protección; estas interrupciones están provocadas por faltas permanentes o transitorias causadas por defectos, maniobras o fenómenos atmosféricos como el rayo. La mayoría de las veces estos son fenómenos transitorios, que son inevitables e imprevisibles, y son esencialmente aleatorios e inherentes a la red de distribución. Cabe destacar que según la UNE-EN 50160:2010 la tensión deberá caer por debajo del 5% de la tensión de referencia en todas las fases para considerarse una interrupción de alimentación, a diferencia del 10% establecido en el Real Decreto 1955/2000.

Finalmente en el Anexo A de la UNE-EN 50160:2010 se destaca que por parte del cliente existe una gran responsabilidad sobre la calidad de la electricidad que recibe. Siendo necesario que los aparatos conectados a la red de distribución cumplan normas de compatibilidad electromagnética y exigencias de emisión e inmunidad (ver Anexo D).



## 4. Equipos conectados

Los equipos conectados a la red de distribución deben de cumplir las exigencias recogidas en las normas genéricas de la UNE-EN 61000-6-1 sobre compatibilidad electromagnética. Esta norma está destinada a los aparatos conectados directamente a la red pública de alimentación de baja tensión. Los lugares considerados en esta norma son los residenciales, comerciales y de la industria ligera. En el Anexo E se exponen los entornos cubiertos por esta norma.

El objetivo de esta norma es definir los requisitos de los ensayos de inmunidad a las perturbaciones continuas y transitorias, conducidas y radiadas, incluidas las descargas electrostáticas, para los aparatos definidos en el campo de aplicación. Estos requisitos aseguran un nivel adecuado de inmunidad para los aparatos en los lugares anteriormente especificados.

A continuación se presenta la tabla que especifica los ensayos de inmunidad según el fenómeno en concreto y los criterios de aptitud que deben de superar los aparatos.

	Fenómeno de entorno	Especificación de ensayo	Unidades	Norma básica	Observaciones	Criterios de aptitud
4.1	Radiofrecuencia en modo común	0,15 a 80 3 80	MHz V % AM (1 kHz)	IEC 61000-4-6	El nivel de ensayo especificado es el de la portadora, en valor eficaz, antes de la modulación <sup>a</sup>	A
4.2	Huecos de tensión	0 0,5	% tensión residual Ciclo	IEC 61000-4-11	El hueco de tensión se efectúa al paso por cero <sup>b</sup>	B
		0 1	% tensión residual Ciclo			B
		70 25/30 a 50/60 Hz	% tensión residual Ciclo			C
4.3	Interrupciones de tensión	0 250/300 a 50/60 Hz	% tensión residual Ciclo	IEC 61000-4-11	El hueco de tensión se efectúa al paso por cero <sup>b</sup>	C
4.4	Ondas de choque entre línea y tierra entre líneas	1,2/50 (8/20) ±2 ±1	Tr/Th µs kV (tensión a circuito abierto) kV (tensión a circuito abierto)	IEC 61000-4-5		B
4.5	Transitorios rápidos	±1 5/50 5	kV (tensión a circuito abierto) Tr/Th ns Frecuencia de repetición kHz	IEC 61000-4-4		B

<sup>a</sup> El nivel de ensayo puede estar también definido como la corriente equivalente en una carga de 150 Ω.

<sup>b</sup> Aplicable únicamente a los accesos de entrada.

- a) **Criterio de aptitud A:** El aparato debe continuar funcionando como estaba previsto durante y después del ensayo. Ninguna degradación de funcionamiento ni pérdida de la función está autorizada por debajo de los niveles de aptitud definidos por el fabricante cuando el aparato se utiliza como estaba previsto. El nivel de aptitud puede ser reemplazado por una pérdida de aptitud admisible. Si el nivel mínimo de aptitud o pérdida de aptitud admisible no está especificado por el fabricante, estos pueden deducirse de la descripción y de la documentación del producto, de lo que el usuario pueda esperar razonablemente del aparato si es utilizado como estaba previsto.



- b) **Criterio de aptitud B:** *El aparato debe continuar funcionando como estaba previsto después del ensayo. Ninguna degradación de funcionamiento o pérdida de función está autorizados por debajo del nivel de aptitud definidos por el fabricante cuando el aparato se utiliza como estaba previsto. El nivel de aptitud puede ser reemplazado por una pérdida de aptitud admisible. Durante el ensayo, una degradación de funcionamiento está, sin embargo, autorizada. No se permite ningún cambio en el estado de funcionamiento real o en los datos almacenados. Si el nivel mínimo de aptitud o la pérdida de aptitud admisible no está especificado por el fabricante, estos pueden deducirse de la descripción y de la documentación del producto y de lo que el usuario pueda esperar razonablemente del aparato si es utilizado como estaba previsto.*
- c) **Criterio de aptitud C:** *Una pérdida de función temporal es admisible, siempre que esta función sea autorecuperable o pueda restablecerse mediante una intervención en los controles.*

En definitiva, la UNE-EN 61000-6-1 establece que los aparatos deben poder soportar una interrupción de alimentación de 250 ciclos de duración (una duración total de 5 segundos) con una profundidad del 100% de la tensión (es decir 0 V), permitiendo únicamente una pérdida de función temporal siempre y que sea recuperable su funcionalidad total. Asimismo, se debe considerar que el aparato no ha superado el ensayo si como resultado de la aplicación de los ensayos definidos el aparato llega a ser peligroso o inseguro.

Como se describe en la UNE-EN 61000-6-1 la norma en la UNE-EN 61000-4-11 están definidas los procedimientos de ensayo y medida para los ensayos de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión. Esta norma se aplica a los equipos eléctricos y electrónicos cuya corriente nominal de entrada no pasa de 16 A por fase (como máximo aproximadamente 10 kW), y que se conectan a las redes eléctricas de corriente alterna de 50 Hz.

A continuación se definen los ensayos a los que deben de someterse los aparatos recogidos en dos tablas según se realice un hueco de tensión o una interrupción breve, respectivamente. La normativa establece 3 clases diferentes de equipos, los equipos de mayor sensibilidad y con alimentaciones protegidas se corresponden a los de la clase 1; los equipos que están destinados a una conexión común de red pública corresponden a los de clase 2 y los equipos en entornos industriales a la clase 3. A continuación se expone la definición de la clase 2, que es el caso se estudia.

**Clase 2:** *Esta clase se aplica a los puntos de conexión común de la red pública (PCC para sistemas para consumidores) para los sistemas de clientes y a los puntos de conexión común de la instalación interna (IPC) en el entorno industrial en general. Los niveles de compatibilidad en esta clase son idénticos a los de las redes públicas. Así, los componentes destinados a las aplicaciones en las redes públicas pueden ser utilizados en esta clase de entorno industrial.*

Clases <sup>a</sup>	Duración y nivel de ensayo para huecos de tensión ( $t_s$ ) (50 Hz/60 Hz)				
Clase 1	Caso por caso en función de los requisitos del equipo				
Clase 2	0% durante ½ periodo	0% durante 1 periodo	70% durante 25/30 <sup>c</sup> periodos		
Clase 3	0% durante ½ periodo	0% durante 1 periodo	40% durante 10/12 <sup>c</sup> periodos	70% durante 25/30 <sup>c</sup> periodos	80% durante 250/300 <sup>c</sup> periodos
Clase X <sup>b</sup>	X	X	X	X	X
<sup>a</sup> Clases similares a las de la Norma IEC 61000-2-4, véase el anexo B. <sup>b</sup> A definir por el comité de producto. Para los equipos conectados directamente o indirectamente a la red pública, los niveles no tienen que ser menos severos que los de la clase 2. <sup>c</sup> "25/30 periodos" significa "25 periodos para ensayos a 50 Hz" y "30 periodos para ensayos a 60 Hz".					

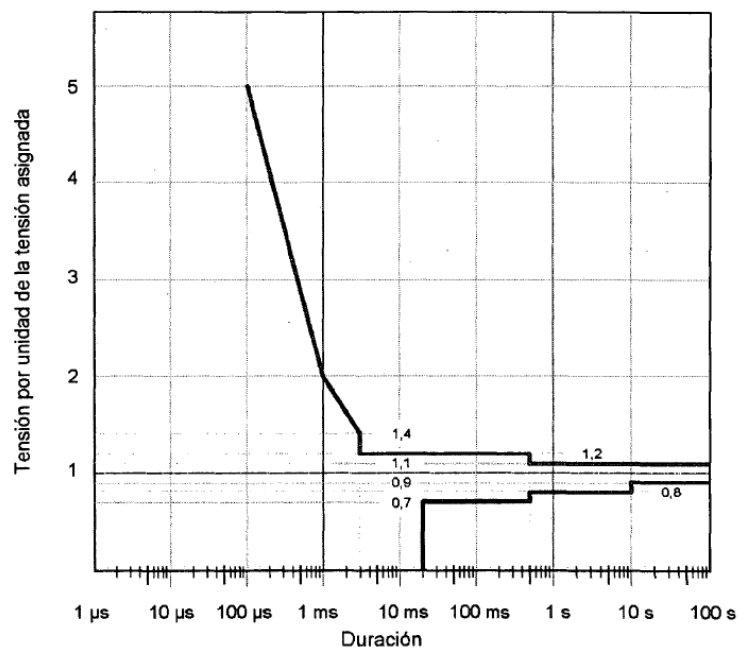
Clases <sup>a</sup>	Duración y nivel de ensayo para interrupciones breves ( $t_s$ ) (50 Hz/60 Hz)
Clase 1	Caso por caso en función de los requisitos del equipo
Clase 2	0% durante 250/300 <sup>c</sup> periodos
Clase 3	0% durante 250/300 <sup>c</sup> periodos
Clase X <sup>b</sup>	X
<sup>a</sup> Clases similares a las de la Norma IEC 61000-2-4, véase el anexo B. <sup>b</sup> A definir por el comité de producto. Para los equipos conectados directamente o indirectamente a la red pública, los niveles no tienen que ser menos severos que los de la clase 2. <sup>c</sup> "250/300 periodos" significa "250 periodos para ensayos a 50 Hz" y "300 periodos para ensayos a 60 Hz".	

La norma establece que los resultados del ensayo deben ser clasificados teniendo en cuenta la pérdida de función o el deterioro del funcionamiento del equipo sometido a ensayo, comparado con el funcionamiento definido por su fabricante. Además, dicha clasificación se puede utilizar como guía para la elaboración de los criterios de aptitud para la función y la clasificación recomendada es la siguiente:

- a) **funcionamiento normal dentro** de los límites especificados por el fabricante, el solicitante del ensayo o el comprador;
- b) **pérdida temporal de función o deterioro temporal del funcionamiento que cesa después de la desaparición de la perturbación**; el equipo sometido a ensayo recupera su funcionamiento normal sin la intervención de un operador;
- c) **pérdida temporal de función o deterioro temporal del funcionamiento, cuya corrección necesita la intervención de un operador**;
- d) **pérdida de función o deterioro del funcionamiento no recuperable**, debida al daño de un equipo o programa, o a una pérdida de datos.

Por último, la UNE-EN 61000-2-2 destaca que ningún aparato eléctrico puede continuar funcionando de forma indefinida correctamente en ausencia de suministro. La inmunidad a esas perturbaciones está ligada a la rapidez con la que se puede restaurar el suministro, o bien a la posibilidad de adaptar el comportamiento del equipo y los procesos asociados en caso de desaparición breve o de disminución del suministro.

El apartado 4.2 de la UNE-IEC/TR 61000-2-8 IN destaca las curvas que definen el margen dentro del cual el equipo podrá seguir funcionando sin interrupciones ni pérdida de datos en función de la duración y la tensión de un incidente. En la siguiente figura se muestra una curva ITIC (CBEMA), recomendada por la asociación de fabricantes de equipos informáticos y empresariales, para un equipo conectado a una red de 120 V y 60 Hz y donde se muestran los objetivos mínimos de inmunidad ante los huecos y sobretensiones. También existen las curvas SEMI que son las recomendadas por los fabricantes de equipos semiconductores, éstas suelen ser más restrictivas que las ITIC.



Para concluir, cabe destacar que todo equipo padece envejecimiento natural asociado a su ciclo de vida pudiendo modificar su capacidad afrontar perturbaciones eléctricas por parte de la red. Además, de la obsolescencia natural del equipo otros factores como la suciedad, las condiciones ambientales, temperatura, entre otras, aceleran el envejecimiento del equipo y perdiéndose las propiedades de inmunidad.

## 5. Consecuencias y conclusiones de la desconexión y la reconexión de una línea de media tensión

Este documento analiza las consecuencias de la secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión. El punto de partida se establece cuando un relé de protección se activa como consecuencia de una situación anormal en la red de distribución. El relé de protección a su vez acciona la apertura del interruptor automático asociado. Una vez se ha producido la apertura del interruptor automático, se desconecta la línea de distribución que protege, produciéndose una interrupción de alimentación en los consumidores.

En un sistema de distribución eléctrica pueden tener lugar, aunque no frecuentemente, interrupciones de alimentación debido a la actuación de los elementos de protección. La mayoría de desconexiones de línea, que causan las interrupciones de alimentación imprevistas (o accidentales), suelen estar causadas por fenómenos transitorios, que son inevitables e imprevisibles, y son esencialmente aleatorios e inherentes a la red de distribución.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la legislación contempla que las interrupciones de alimentación pueden ser programadas, siempre que el distribuidor haya avisado a los usuarios previamente. El distribuidor deberá disponer de un sistema de registro sobre las incidencias auditable que permita verificar las incidencias de continuidad del suministro.

La continuidad del suministro se determina mediante el número y duración de las interrupciones de alimentación como se establece en el Artículo 104 del Real Decreto 1955/2000. Si las interrupciones de alimentación son inferiores a los tres minutos, es decir son interrupciones breves, constituirán parte de la calidad del producto y por lo tanto deberán de cumplir con los criterios establecidos en la norma UNE-EN 50160:2010.

De la misma forma, los aparatos conectados a la red de distribución de baja tensión deben cumplir con las normas de compatibilidad electromagnética y exigencias de emisión e inmunidad de ámbito europeo y español. En particular, la norma UNE-EN 61000-6-1 regula la inmunidad de los aparatos eléctricos conectados directamente a la red pública de alimentación de baja tensión en las zonas residenciales, comerciales y de la industria ligera. Esta norma establece que los aparatos deben poder soportar una interrupción de alimentación de 5 segundos de duración total con una profundidad del 100% de la tensión, permitiendo únicamente una pérdida de función temporal siempre y que sea recuperable su funcionalidad total.

Por todo lo expuesto anteriormente, se podría afirmar que la secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión, conlleva una afectación directa al usuario en forma de una interrupción de alimentación, o un hueco de tensión. Estas perturbaciones son **fenómenos habituales**, aunque no frecuentes, de la propia red y están contemplados en la regulación y la normativa tanto para el propio distribuidor para el cumplimiento de los

requisitos de continuidad del suministro y calidad del producto. No obstante, **la normativa sobre la compatibilidad electromagnética** destinada los fabricantes de aparatos eléctricos que van instalados a la red de baja tensión del usuario **prevé que dichas perturbaciones puedan ocurrir** y **exige** ensayos que **garantice la seguridad y el funcionamiento** del aparato en estos casos. Es más, la responsabilidad de comprobar el cumplimiento de las normas de los equipos instalados en la instalación interior es del propio el usuario. Además, el usuario debería tener en cuenta los medios de mitigación de estas perturbaciones que permiten mantener la funcionabilidad e integridad de los equipos durante estos fenómenos. Cabe destacar, la vida útil de los equipos y su capacidad de resistir a las perturbaciones depende de las condiciones de uso, del mantenimiento y de la obsolescencia del propio equipo.

**Por todo ello, en los equipos eléctricos que cumplen con las exigencias de la normativa y se haya realizado un mantenimiento apropiado, la secuencia de desconexión y reconexión de una línea de media tensión no debe causar daños en los mismos.**

## Anexos

### Anexo A

#### Artículo 41. Obligaciones y derechos de las empresas distribuidoras de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

1. Serán obligaciones de las empresas distribuidoras:
  - a) Realizar sus actividades en la forma autorizada y conforme a las disposiciones aplicables, prestando el servicio de distribución de forma regular y continua, y con los niveles de calidad que se determinen, manteniendo las redes de distribución eléctrica en las adecuadas condiciones de conservación e idoneidad técnica.
  - b) Proceder a la ampliación de las instalaciones de distribución cuando así sea necesario para atender nuevas demandas de suministro eléctrico, sin perjuicio de lo que resulte de la aplicación del régimen que reglamentariamente se establezca para las acometidas eléctricas.  
Todas las instalaciones destinadas a más de un consumidor tendrán la consideración de red de distribución y deberán ser cedidas a la empresa distribuidora de la zona, la cual responderá de la seguridad y calidad del suministro. Dicha infraestructura quedará abierta al uso de terceros.  
Cuando existan varios distribuidores en la zona a los cuales pudieran ser cedidas las instalaciones, la Administración competente determinará a cuál de dichos distribuidores deberán ser cedidas, siguiendo criterios de mínimo coste.
  - c) Comunicar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio las autorizaciones de instalación que les concedan otras Administraciones, así como las modificaciones relevantes de su actividad, a efectos del reconocimiento de sus costes en la determinación de la tarifa y la fijación de su régimen de retribución.
  - d) Comunicar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y a la Administración competente la información que se determine sobre peajes de acceso, así como cualquier información relacionada con la actividad que desarrollen dentro del sector eléctrico.
  - e) Atender en condiciones de igualdad las solicitudes de acceso y conexión a sus redes y formalizar los contratos de acceso de acuerdo con lo establecido por la Administración.  
Reglamentariamente, previa audiencia a las Comunidades Autónomas, se regularán las condiciones y procedimientos para el establecimiento de acometidas eléctricas y el enganche de nuevos usuarios a las redes de distribución.
  - f) Proceder a la medición de los suministros en la forma que reglamentariamente se determine, preservándose, en todo caso, la exactitud



*de la misma y la accesibilidad a los correspondientes aparatos, facilitando el control de las Administraciones competentes.*

- g) Aplicar a los usuarios los peajes de acceso que, conforme a lo dispuesto reglamentariamente, les correspondan.*
- h) Desglosar en la facturación al usuario, en la forma que reglamentariamente se determine, al menos los importes correspondientes a la imputación de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento y permanentes del sistema y los tributos que graven el consumo de electricidad, así como los suplementos territoriales cuando correspondan.*
- i) Poner en práctica los programas de gestión de la demanda aprobados por la Administración.*
- j) Procurar un uso racional de la energía.*
- k) Asegurar el nivel de calidad del servicio que, de acuerdo con los criterios de diferenciación por áreas y tipología del consumo a que se refiere el siguiente capítulo, se establezca reglamentariamente.*
- l) Aplicar las medidas adecuadas de protección del consumidor de acuerdo con lo establecido reglamentariamente.*
- m) Mantener actualizada su base de datos de puntos de suministro, y facilitar a la Oficina de Cambios de Suministrador la información que se determine reglamentariamente.*
- n) Preservar el carácter confidencial de la información de la que tenga conocimiento en el desempeño de su actividad, cuando de su divulgación puedan derivarse problemas de índole comercial, sin perjuicio de la obligación de información a las Administraciones públicas.*
- o) Proporcionar al gestor de la red de transporte información suficiente para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente, el desarrollo coordinado y la interoperabilidad de la red interconectada.*
- p) Los titulares de redes de distribución de energía eléctrica, antes del 15 de octubre de cada año, deberán presentar sus planes de inversiones anuales y plurianuales a las Comunidades Autónomas en las que dichas inversiones vayan a realizarse. En los planes de inversión anuales figurarán como mínimo los datos de los proyectos, sus principales características técnicas, presupuesto y calendario de ejecución.*
- q) Cumplir los plazos que se establezcan reglamentariamente para las actuaciones que les corresponden en relación con los cambios de suministrador.*

## *2. Serán derechos de las empresas distribuidoras:*

- a) El reconocimiento por parte de la Administración de una retribución por el ejercicio de su actividad dentro del sistema eléctrico en los términos establecidos en el Título III de esta Ley y la percepción de la retribución que les corresponda por el ejercicio de la actividad de distribución.*
- b) Contratar, facturar y cobrar los peajes de acceso de los clientes conectados a sus redes.*

- 
- c) *Exigir garantías a los sujetos que contraten el acceso a sus redes de distribución en los términos que se establezcan reglamentariamente.*
  - d) *Exigir que las instalaciones y aparatos receptores de los usuarios que se conecten a sus redes reúnan las condiciones técnicas y de construcción que se determinen, así como el buen uso de las mismas y el cumplimiento de las condiciones establecidas para que el suministro se produzca sin deterioro o degradación de su calidad para otros usuarios.*
  - e) *Recibir la información de la Oficina de Cambios de Suministrador que se determine reglamentariamente relativa a los cambios de suministrador.*
  - f) *Determinar, en el ejercicio de la función de gestor de su red de distribución, los criterios de la explotación y mantenimiento de las redes garantizando la seguridad, la fiabilidad y la eficacia de las mismas, de acuerdo con la normativa medioambiental que les sea aplicable.*



## Anexo B

En la ITC-LAT 06 del Real Decreto 223/2008 se especifican las tensiones normalizadas para distribución y transporte.

### 1.2 (...) **Tensiones nominales normalizadas**

En la tabla siguiente se indican las tensiones nominales normalizadas en redes trifásicas.

Tabla 1. Tensiones nominales normalizadas

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED ( $U_n$ ) kV	TENSIÓN MAS ELEVADA DE LA RED ( $U_s$ ) kV
3	3,6
6	7,2
10	12
15	17,5
20*	24
25	30
30	36
45	52
66*	72,5
110	123
132*	145
150	170
220*	245
400*	420

\* Tensiones de uso preferente en redes eléctricas de transporte y distribución.

(...)

En el Artículo 4 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se especifican los niveles de baja tensión:

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. (...)*

## Anexo C

En referencia al que el distribuidor estará obligado, con relación a cada uno de sus consumidores, a que el tiempo y número de interrupciones imprevistas mayores de tres minutos.

a) *Media tensión (de 1 a 36 kV):*

	Número de horas	Número de interrupciones
Zona urbana .....	4	8
Zona semiurbana .....	8	12
Zona rural concentrada .....	12	15
Zona rural dispersa .....	16	20

*Los consumidores conectados a redes de tensión superior a 36 kV se asimilarán a los umbrales definidos en zonas urbanas, sea cual sea su ubicación.*

b) *Baja tensión (menor o igual a 1 kV):*

	Número de horas	Número de interrupciones
Zona urbana .....	6	12
Zona semiurbana .....	10	15
Zona rural concentrada .....	15	18
Zona rural dispersa .....	20	24

*A los efectos de la aplicación del presente capítulo, se establece la siguiente clasificación de zonas:*

A) *Zona urbana: conjunto de municipios de una provincia con más de 20.000 suministros, incluyendo capitales de provincia, aunque no lleguen a la cifra anterior.*

B) *Zona semiurbana: conjunto de municipios de una provincia con un número de suministros comprendido entre 2.000 y 20.000, excluyendo capitales de provincia.*

C) *Zona rural:*

a. *Zona rural concentrada: conjunto de municipios de una provincia con un número de suministros comprendido entre 200 y 2.000.*

b. *Zona rural dispersa: conjunto de municipios de una provincia con menos de 200 suministros, así como los suministros ubicados fuera de los núcleos de población que no sean polígonos industriales o residenciales.*

## Anexo D

### Anexo informativo de la UNE-EN 50160:2010: Naturaleza Particular de la Electricidad

*La electricidad es una forma de energía particularmente flexible y adaptable. Puede ser convertida en otras formas de energía: calor, luz, energía mecánica y en la mayoría de las formas: electromagnética, electrónica, acústica y visual que son base de las técnicas modernas de telecomunicaciones, de tecnología de la información y de ocio.*

*La electricidad, tal como es suministrada a los clientes, presenta varias características que pueden variar y afectar su utilidad hacia los usuarios de la red. Esta norma describe las características de la electricidad como tensión alterna. Dada la utilización hecha de la electricidad, es deseable que la tensión suministrada presente alternancias a frecuencia constante, según una senoide perfecta y una amplitud constante. En la práctica no lo permiten numerosos factores. Contrariamente a los productos normales, la utilización que se hace de ella es uno de los principales factores que determina la variación de sus "características".*

*El suministro de energía a los aparatos de los usuarios de red provoca corrientes eléctricas más o menos proporcionales a la demanda de los usuarios. Cuando estas corrientes circulan por los conductores de la red, dan origen a caídas de tensión. La amplitud de la tensión suministrada a un usuario en todo momento es función de las caídas de tensión acumuladas en todos los elementos de la red a través de la cual se alimenta dicho usuario, y está determinada a la vez por la demanda individual y por la demanda simultánea de otros usuarios. Dado que la demanda de cada cliente está constantemente variando junto con una variación suplementaria en función de la coincidencia entre las demandas de los distintos usuarios, la tensión suministrada variará igualmente. Por esta razón esta norma trata de las características de tensión en términos de estadística y de probabilidad. En beneficio económico del cliente, la norma corresponde a las condiciones normalmente previstas más que a circunstancias no habituales tales como un grado de coincidencia inusual entre las demandas de varios aparatos o usuarios.*

*La electricidad llega al cliente a través de un sistema de producción, de transporte y de distribución. Cada elemento de la red puede ser objeto de daños o de averías provocadas por esfuerzos eléctricos, mecánicos y químicos, debidos a factores variados, tales como condiciones climáticas extremas, desgaste normal, envejecimiento, las causas externas debidas a las actividades humanas, a los pájaros, a los animales, etc. Estos daños pueden afectar o incluso interrumpir la alimentación de uno o varios usuarios.*

*Para mantener la frecuencia constante, es necesario disponer de una capacidad de producción adaptada en cada instante a la demanda simultánea de todos los usuarios. Siendo la capacidad de producción y la carga susceptibles de variar de forma discreta, particularmente en el caso de fallos de generación y en las redes de transporte o de distribución, existe siempre un riesgo de desequilibrio que provoque un aumento o una disminución de la frecuencia. Sin embargo, este riesgo disminuye si numerosas redes están*

---

*agrupadas en una gran red interconectada cuya capacidad de producción sea muy grande con respecto a eventuales variaciones susceptibles de producirse.*

*Otras muchas características pueden perturbar o dañar los equipos del usuario e incluso al propio usuario de la red. Algunas de estas características están ligadas a fenómenos transitorios inevitables inherentes a la red misma, causados por faltas, maniobras o fenómenos atmosféricos (rayo). Otras características, sin embargo, son el resultado de diversas utilidades de la electricidad que modifican directamente la forma de onda de la tensión, imponen un valor particular de su amplitud o le superponen tensiones de señales de información. Por pura coincidencia, la proliferación reciente de los equipos que producen estos efectos está acompañada de un aumento del número de los equipos sensibles a estas perturbaciones.*

*Esta norma europea define, cuando es posible, las variaciones de las características normalmente esperadas. En otros casos, la norma da una estimación cuantitativa, la mejor posible, de lo que puede encontrarse en la práctica.*

*Debido a la gran diversidad de estructuras de las redes de distribución en diferentes regiones que resultan de las diferencias de densidad de carga, de la dispersión de la población, de la topografía local, etc., numerosos usuarios de la red podrán constatar variaciones de las características de la tensión claramente inferiores a los valores indicados en esta norma.*

*Una de las propiedades de la electricidad es que, con relación a algunas de sus características, su calidad depende más del usuario que del suministrador o del productor. En tales casos, el usuario es entonces un compañero importante del suministrador para esforzarse en mantener la calidad de la electricidad.*

*Se debería resaltar que esta cuestión ha sido abordada en otras normas ya publicadas o en curso de elaboración: las normas de emisión de los equipos de los clientes definen los niveles de las perturbaciones electromagnéticas que estos equipos están autorizados a emitir. Las normas de inmunidad definen los niveles de perturbación tolerables por los equipos sin provocar daños excesivos o parada de funcionamiento. Un tercer tipo de normas concerniente a los niveles de compatibilidad electromagnética permite coordinar y armonizar las normas de emisión y de inmunidad, con el objeto de asegurar la compatibilidad electromagnética.*

*A pesar de que existan vínculos evidentes con los niveles de compatibilidad, es importante señalar que esta norma trata de las características de la tensión eléctrica. No se trata de una norma sobre los niveles de compatibilidad. Es importante señalar que las prestaciones de un equipo pueden degradarse si las condiciones de alimentación son más severas que las definidas en la norma de producto correspondiente.*

---

## **Anexo E**

*Los entornos cubiertos por esta norma son los lugares residenciales, los locales comerciales y de la industria ligera, tanto interiores como exteriores. La lista siguiente, aunque no es exhaustiva, da una indicación de los sitios que se incluyen:*

- *Propiedades residenciales, por ejemplo casas, apartamentos;*
- *Lugares de venta al por menor, por ejemplo tiendas, supermercados;*
- *Centros de negocios, por ejemplo oficinas, bancos;*
- *Locales de espectáculos públicos, por ejemplo cines, bares, clubes de baile;*
- *Lugares al exterior, por ejemplo estaciones de servicio, aparcamientos, centros de diversión y deportivos;*
- *Locales de industria ligera, por ejemplo talleres, laboratorios, centros de servicios.*