

Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial

**Titulación:** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**Alumno:** RAÚL GÓMEZ RODRÍGUEZ

**Director:** PEDRO DÍAZ HERNÁNDEZ

Cartagena, 1 de Septiembre de 2013



---

## 0. INDICE GENERAL

1. **MEMORIA.....Pág. 1.**
2. **PLIEGO DE  
CONDICIONES.....Pág. 12.**
3. **PLANOS.....Pág. 42.**
4. **PRESUPUESTO.....Pág. 44.**
5. **ANEXOS.....Pág. 51.**
6. **BIBLIOGRAFÍA.....Pág. 63.**



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado  
Raúl Gómez Rodríguez  
ITI Esp Electrónica Industrial



---

# 1.MEMORIA



---

## **INDICE MEMORIA**

### **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **1.1. Objeto**

#### **1.2. Alcance**

#### **1.3. Antecedentes**

#### **1.4. Requisitos de diseño**

##### *1.4.1. Emplazamiento*

##### *1.4.2. Estudios realizados encaminados a la definición de la solución adoptada.*

#### **1.5. Relación de elementos, maquinaria e instrumentación del sistema**

##### *1.5.1. Depósito de agua*

##### *1.5.2. Bomba de agua*

##### *1.5.3. Calderín*

##### *1.5.4. Válvula de seguridad*

##### *1.5.5 Elemento calefactor*

##### *1.5.6. Electroválvula*

##### *1.5.7. Elemento de planchado*

##### *1.5.10. Tubería de conexión entre el depósito y el calderín.*

##### *1.5.11. Tuberías desde el calderín hasta la plancha.*



---

**1.5.12. Sensores utilizados.**

*1.5.12.1. Sensores de nivel*

*1.5.12.2. Sensores de temperatura*

*1.5.12.3. Sensores de presión*

**1.5.13. Indicadores**

*1.5.13.1. Diodos LEDs*

*1.5.13.2. Pantalla LCD*

**1.5.14 Microcontroladores.**

**1.6. Descripción general del proyecto**

**1.7. Normas y referencias**

*1.7.1. Disposiciones legales y normas aplicables.*



---

## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1. Objeto

La finalidad del presente proyecto contempla el diseño de una tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

Para todo ello, los trabajos que se llevarán a cabo en este proyecto son:

- Descripción del funcionamiento de la instalación de planchado industrial.
- Listado de aparamenta eléctrica, equipos de instrumentación, motores, bombas y demás componentes eléctricos y electrónicos que vayamos a utilizar.
- Elaboración y modificación de los planos de la instalación y la tarjeta.
- Familiarización con el software de programación
- Planificación de las tareas a realizar en el montaje, cableado, programación y puesta en marcha de la instalación.
- Elaboración del presupuesto de materiales, equipos y demás costes necesarios para la puesta en marcha del proyecto.
- Recopilación de Normas y Reglamentos que afectan a la realización de este proyecto y su posterior inclusión en el pliego de condiciones.

### 1.2. Alcance

El ámbito de aplicación de este proyecto es el control y creación de un sistema de planchado en una planta industrial

### 1.3. Antecedentes

Una plancha eléctrica a vapor industrial es similar a las planchas eléctricas convencionales, con la diferencia de que las industriales cuentan con un depósito de agua mayor y un generador independiente de vapor con capacidad suficiente para mantener la tarea del planchado algo más rápido y fácil; el vapor es expulsado mediante pequeños orificios situados en la suela de la plancha a una presión constante y regulable por el operador para obtener el máximo rendimiento de planchado dependiendo del tipo de prenda a planchar.

Estos centros de planchado, como ya se mencionaba, cuentan con un generador de vapor, que lo va produciendo de manera constante y que es conducido a la plancha a través de un tubo adecuado al caudal de vapor necesario y a la misma vez es flexible, ligero y adecuado para soportar la temperatura y presión necesarias. La caldera cuenta con una capacidad aproximada de un litro de agua y es calentada para su conversión en vapor constante según la demanda producida por la persona que lo maneja.



---

Se nos ha pedido en este proyecto que el depósito de agua tenga una capacidad de almacenamiento de cinco litros y le he añadido un litro más de capacidad para prevenir posible derrame de agua en el llenado. En este centro de planchado es posible rellenar el depósito a medida que se acaba el agua y además es posible regular la emisión del vapor, pudiendo utilizar una mayor cantidad del mismo sobre ciertas prendas que así lo requieran. La plancha tiene la posibilidad de regulación de temperatura y caudal de vapor permitiendo elegir temperatura y vapor necesarios para cada tipo de prenda. La potencia eléctrica de la plancha se ha considerado adecuada de 2KW.

#### **1.4. Requisitos de diseño**

##### ***1.4.1. Emplazamiento.***

Dirección: Calle Belgrado, 10, Polígono Industrial Cabezo Beaza,  
30353 Cartagena, Murcia.

##### ***1.4.2. Estudios realizados encaminados a la definición de la solución adoptada.***

Como se trata de un proyecto propuesto, no se han tenido que realizar ningún tipo de estudios.

#### **1.5. Relación de elementos, maquinaria e instrumentación del sistema**

Dentro de este apartado se enumera los elementos necesarios para la realización del sistema así como se expone una breve descripción de los mismos. Las descripciones técnicas y las características de los elementos se dispondrán tanto en los anexos como en el pliego de condiciones.

##### ***1.5.1. Depósito de agua***

El depósito de agua tiene como función proporcionar agua a la caldera. Al trabajar la caldera con una cantidad de 5 litros, nuestro depósito debe tener una capacidad mayor, de modo que en caso de corte en el suministro de agua, nos permita seguir trabajando de manera regular.

##### ***1.5.2. Bomba de agua***

Este elemento es el encargado de transportar el agua desde el depósito mencionado al calderín para cubrir las necesidades de agua del sistema.



---

### ***1.5.3. Calderín***

Es el recipiente donde se calienta el agua para convertirla en vapor a través de una resistencia calefactora colocada en su interior.

Este calderín tendrá un consumo máximo de 4 Kw y una presión de trabajo de 3,5 bares que es controlada mediante un presostato. En el caso de que esta presión se sobrepase se dispone de una válvula de seguridad que estará tarada a 5 bares de presión, evitando así sobrepresiones que interrumpen el correcto funcionamiento del sistema. Por encima de esta presión ( 5 bares ) el sistema expulsará el exceso de vapor para evitar la rotura de manguitos, grietas o explosiones en la caldera.

Las dimensiones del calderín serán aquellas que permitan albergar los litros de agua necesarios para el correcto funcionamiento del sistema en su interior.

Este calderín irá pintado exteriormente con imprimación oxidante y pintura antitérmica. El envolvente exterior estará recubierto por una manta de lana de vidrio a su vez recubierta por una chapa galvanizada de 1 mm de espesor.

Para controlar la presión dentro del calderín se usará un sensor de presión.

### ***1.5.4. Válvula de seguridad***

Esta válvula se encarga, como hemos expuesto antes, de evitar sobrepresiones dentro del calderín .

La presión nominal de la válvula de seguridad deberá ser superior al 110 % de la presión máxima de servicio.

### ***1.5.5 Elemento calefactor***

Se utiliza para calentar el agua del interior del calderín para producir el vapor que se utilizará para llevar a cabo el planchado.

Para esta labor usaremos una resistencia calefactora. Las dimensiones de la resistencia elegida serán adecuadas para introducirlas en el interior del calderín; 45 mm de longitud y 10 mm de diámetro.

Para controlar la temperatura usaremos un sensor de temperatura que nos indicaría, en el caso de que se produjese, un mal funcionamiento de la resistencia calefactora.



### ***1.5.6. Electroválvula***

El vapor de la plancha es regulado por una electroválvula de control manual. Para nuestro sistema elegiremos una electroválvula normalmente cerrada.

La electroválvula funciona de tal forma que si accionamos el pulsador de la plancha la electroválvula se abrirá, haciendo llegar el flujo de vapor hasta la plancha. En caso de que no se active el pulsador no saldrá vapor de la plancha.

### ***1.5.7. Elemento de planchado***

La plancha está constituida por un elemento calefactor que aportará temperatura a la base de la plancha y un sensor de temperatura que detectará si la temperatura es la correcta.

### ***1.5.10. Tubería de conexión entre el depósito y el calderín.***

La tubería que conecta el depósito de agua con el calderín es de polietileno. Se ha elegido este material por ser un material liviano, flexible y resistente (al a abrasión y resistencia química).

### ***1.5.11. Tuberías desde el calderín hasta la plancha.***

Para este recorrido usaremos tuberías de polipropileno, que presentan las siguientes características:

- Resistencia máxima ante la corrosión y productos químicos
- Soporta temperaturas extremas al impacto, lo que garantiza una larga vida del material.
- Aislante térmico.
- Material flexible, lo que también deriva en una fácil colocación.
- Material soldable por fusión.

Elegiremos entonces una tubería de polipropileno de diámetro 40 mm y con un espesor de 3.14 mm aproximadamente.



---

### **1.5.12. Sensores utilizados.**

#### *1.5.12.1. Sensores de nivel*

Son los encargados de controlar los niveles de agua en el depósito (mínimo y máximo). Son de tipo flotador.

#### *1.5.12.2. Sensores de temperatura*

Controlará la temperatura del elemento de planchado. El sensor elegido será el LM35.

#### *1.5.12.3. Sensores de presión*

Utilizados para comprobar la presión en el calderín.

### **1.5.13. Indicadores**

#### *1.5.13.1. Diodos LEDs*

Se emplearán para indicar el estado de los diferentes elementos del sistema durante el proceso de planchado.

A continuación clasificamos los colores de cada LED:

- LED VERDE: Indicarán la activación del elemento calefactor de la caldera y del elemento de planchado.
- LED AZUL: Indicará la falta de agua en el depósito.
- LED AMARILLO: Indicará que se ha alcanzado la presión máxima en el calderín.
- LED NARANJA: Indicará que se ha alcanzado la temperatura por el elemento de planchado.
- LEDS ROJOS: Son alarmas de las distintas partes del sistema.



### 1.5.13.2. Pantalla LCD

La pantalla LCD se usará para la muestra de las opciones de planchado y de la selección escogida. Usaremos una pantalla LCD de 4x16 capaz de representar en 4 líneas de 16 caracteres cada una, las indicaciones de estado del sistema.

A continuación clasificamos los posibles mensajes que podrán aparecer en la pantalla LCD utilizada en este proyecto:

**FALTA\_AGUA:** Indica que se ha alcanzado el nivel mínimo de agua en el depósito y que, por lo tanto, debemos suministrarla.

**AGUA\_OK:** Indica que el nivel de agua del depósito es el adecuado.

**TEMP\_PLANCHA\_BAJA:** Avisa de que aún no se ha alcanzado la temperatura adecuada de planchado (70°C).

**TEMP\_PLANCHA\_OK:** Avisa que se ha alcanzado una temperatura adecuada de planchado y que esta es menor de 120 °C.

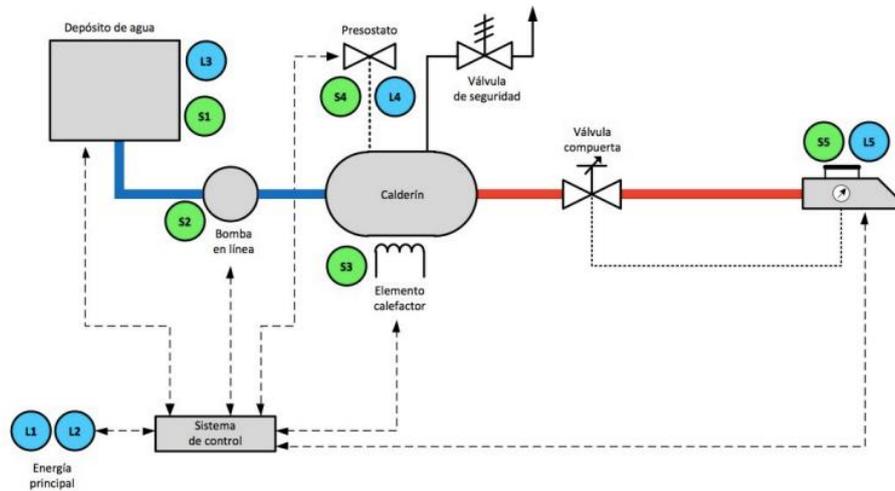
**CALEF\_FALLA:** Indica que el calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) y, por lo tanto, la producción de vapor del calderín no será correcta.

**CALEF\_OK:** Se ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición (100°C) y por lo tanto, la producción de vapor será correcta.

### 1.5.14 Microcontroladores.

Para este proyecto utilizaremos el microcontrolador PIC16F84, programado en Assembler. Este microcontrolador es fabricado por MicroChip, familia a la cual se le denomina PIC. El modelo 16F877 posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico. La función de este microcontrolador será la de controlar la pantalla LCD mediante las instrucciones dadas. También utilizaremos el PIC 16F84 para controlar el accionamiento del sistema.

## 1.6. Descripción general del proyecto



En el esquema funcional del sistema de planchado, se muestran los diferentes sensores e indicadores para el correcto funcionamiento del conjunto.

- S1: Sensor de existencia de agua
- S2: Sensor de funcionamiento de la bomba de aporte de agua al calderín
- S3: Sensor de funcionamiento de la resistencia calefactora de la caldera
- S4: Sensor de presión alcanzada en el interior de la caldera
- S5: Sensor de temperatura del elemento de planchado (En contacto con el tejido a planchar).

Así mismo, existen cinco indicadores visuales:

- L1 y L2: Activación del elemento calefactor de la caldera y del elemento de planchado
- L3: Indicación visual de falta de agua en el depósito
- L4: Presión alcanzada en el calderín
- L5: Temperatura alcanzada por el elemento de planchado.

Todos estos elementos estarán comandados por un sistema de control que se encargará de gestionar las decisiones a las que haya lugar.



---

## 1.7. Normas y referencias

### *1.7.1. Disposiciones legales y normas aplicables.*

1 Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión relativa a "Calderas, economizadores, precalentadores, sobrecalentadores y recalentadores"

2 Real Decreto 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre aparatos a presión

3. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

4. Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.



---

## 2. Pliego de condiciones



---

## **INDICE PLIEGO DE CONDICIONES**

### **2. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **2.1. Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del Proyecto.**

*2.1.1. Calidades mínimas a exigir para cada uno de los elementos constitutivos del Proyecto.*

*2.1.2. Pruebas y ensayos.*

*2.1.3. Norma según la cual se realizan.*

*2.1.4. Condiciones de realización.*

*2.1.5. Resultados mínimos a obtener.*

#### **2.2. Reglamentación y la normativa aplicables**

#### **2.3. Aspectos del contrato**

*2.3.1. Documentos base para la contratación de su materialización.*

ARTÍCULO 1. Documentos del proyecto.

*1.1. Prescripciones técnicas.*

- 1.1.1. CABLEADO
- 1.1.2. PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA
- 1.1.3. DEPÓSITO
- 1.1.4. BOMBA DE IMPULSIÓN
- 1.1.5. CALDERÍN
- 1.1.6. TUBERIAS
- 1.1.7. AGUA
- 1.1.8. MICROCONTROLADORES
- 1.1.9. LCD

*1.2. Contradicciones, omisiones o errores.*

*1.3. Planos de detalle*

*1.4. Documentos entregados al contratista.*



---

## 2.4. Especificaciones de seguridad

*2.4.1. Medidas de seguridad*

*2.4.2. Seguridad y protección del operario*

*2.4.3. Mantenimiento de la instalación*

*2.4.4. Registro de las tareas de mantenimiento*



---

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES

### 2.1. Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del Proyecto.

#### *2.1.1. Calidades mínimas a exigir para cada uno de los elementos constitutivos del Proyecto.*

##### ARTÍCULO 1. Materiales.

Todos los materiales serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características técnicas indicadas en el proyecto, cumpliendo las normas vigentes.

Toda especificación o características de materiales que figuren en uno sólo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En el caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto el contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al director técnico del montaje, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá decidir directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el contratista presentará al director técnico del montaje los catálogos, cartas muestras, certificados de garantía o de homologación de materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el director técnico del montaje.

#### *2.1.2. Pruebas y ensayos.*

##### ARTÍCULO 1. Reconocimientos y ensayos.

Cuando lo estime oportuno el Director Técnico del montaje, podrá encargar u ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en la fábrica de origen, laboratorios oficiales o en el mismo montaje, según crea conveniente, aunque estos no estén indicados en el pliego. Los gastos ocasionados por estas pruebas o comprobaciones serán por cuenta del contratista.



### ***2.1.3. Norma según la cual se realizan.***

La norma que se seguirá será la norma interna de la empresa, las normas UNE correspondientes, normas locales y la reglamentación seguida.

### ***2.1.4. Condiciones de realización.***

Seguir las normas de seguridad.

### ***2.1.5. Resultados mínimos a obtener.***

Que funcione el sistema de planchado industrial así como la tarjeta de control diseñada.

## **2.2. Reglamentación y la normativa aplicables**

### **ARTÍCULO 1. Reglamentos y normas.**

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos Técnicos y Normas Técnica de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico o municipal, como todas las otras que se establezcan como obligatorias para este proyecto y que se citan a continuación:

*1. Instrucción Técnica Complementaria MIE-API del Reglamento de Aparatos a Presión relativa a "Calderas, economizadores, precalentadores, sobrecalentadores y recalentadores"*

*2. Real Decreto 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre aparatos a presión*

*3. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51*

*4. Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.*



## 2.3. Aspectos del contrato

### ARTÍCULO 1. Contrato.

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a público a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra y medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el documento técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

### *2.3.1. Documentos base para la contratación de su materialización.*

#### ARTÍCULO 1. Documentos del proyecto.

##### 1.1. Prescripciones técnicas.

##### 1.1.1. CABLEADO

1. Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

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.

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.

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.



### 1.1.2. PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA

1. Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.
2. 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.
3. La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magneto-térmico u otro elemento que cumpla con esta función.

### 1.1.3. DEPÓSITO

#### 1. Características generales

Fabricado en polietileno lineal, éstos depósitos de dosificación, mezcla y aditivación están especialmente diseñados en su parte superior, reforzada mediante nervios que le dotan de gran rigidez para poderle montar agitadores y bombas de agitación. En polietileno alimenticio, son compatibles con caso todos los productos químicos utilizados en las instalaciones de dosificación.

#### Dimensiones del depósito

- Capacidad: 200 l.
- Altura: 98 cm.
- Diámetro: 62 cm.

#### 2. Aislamiento

El aislamiento y la protección es uno de los puntos más importantes de este proyecto, y por lo tanto, debe ser estudiado muy rigurosamente, estudiando tanto la composición como el espesor del material a usar. Un gran espesor del aislante es ideal para obtener una máxima resistencia a la transmisión de calor, aunque esto repercute negativamente sobre el costo de la caldera de manera innecesaria. Para que esto no ocurra, se ha de calcular el espesor óptimo del aislante.



---

Tanto el depósito de agua como el calderín serán de acero inoxidable debido a su resistencia ante la corrosión. El líquido del depósito y el calderín tendrán una temperatura considerable debido a su tratamiento inicial, por ello se tomarán las siguientes medidas de aislamiento y pintura:

- El depósito y el calderín se pintarán exteriormente con una mano de imprimación antioxidante y con otra mano de pintura antitérmica.
- La envolvente exterior estará recubierta por una manta de lana de vidrio sin aglomerar, con soporte de malla de acero galvanizado, de referencia TELISOL de la marca Isover.
- Esta capa de lana mineral va a su vez recubierta por una envolvente de chapa galvanizada de 1 milímetro de espesor, de tal forma que para una temperatura ambiente de 25°C, la temperatura de la superficie del calderín sea menor de 35°C.
- El espesor óptimo se calcula utilizando un software específico, al no disponer del, usaremos un grosor de 50 mm.

Los motivos por los que se deben aislar depósito y calderín son:

- Contribuir a que las condiciones de trabajo en las proximidades del sistema sean soportables para los operarios.
- Impedir que las zonas accesibles alcancen temperaturas excesivas que pudieran provocar accidentes a los operarios.
- Evitar entradas y salidas de aire incontroladas en las zonas de presión, actuando en este caso a modo de elemento de sellado.
- Disminuir el consumo de energía, reduciendo las pérdidas de calor a través de las paredes y tuberías del sistema.



---

Entre las características de este aislante, cabría destacar:

- Esta manta de lana de vidrio con soporte de malla de acero galvanizado, al carecer de aglomerantes, evita la aparición de olores en la puesta en marcha del sistema.

Su clasificación a alta temperaturas y en reacción al fuego es MO, no combustible, según la normativa UNE-23727.

- Material no hidrófilo.
- Totalmente estable a la dilatación y contracción.
- Posee una densidad aproximada de 50kg/m<sup>3</sup>

### 3. Control del nivel en el depósito de agua

El sensor de nivel se encargará de controlar el nivel de agua en el depósito. Existe gran variedad de sensores de nivel de tipo comercial, pero en este proyecto se ideará un sensor de nivel mediante sensores de presión. Esto se basará en que la presión que existe debajo del agua no será la misma que la presión que existe fuera de ella. El sensor de presión elegido para este proyecto será el DMP\_331.

Según el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1, *“el nivel mínimo del agua en el interior de una caldera debe mantenerse por lo menos 70 milímetros más alto que el punto más elevado de la superficie de calefacción. Para cumplir esta condición situaremos nuestro nivel mínimo a 70 milímetros de la base del calderín”*.

Por lo tanto, para controlar el nivel mínimo de agua, utilizaremos dos sensores de presión, uno situado fuera del agua y otro situado a 70 milímetros de la base del depósito. La función de estos sensores será comentada a continuación.

#### Sensor de presión en aire

Se le ha llamado “Sensor de Presión en Aire” (SPA) al sensor situado fuera del agua. Este sensor de presión captará la presión del aire dentro del depósito. Para que éste nunca entre en contacto con el agua, lo situaremos en la parte más elevada del depósito.



### Funcionamiento:

Para medir la presión en el interior del depósito utilizaremos el sensor DMP 331. Se trata de un sensor lineal, esto significa que nos proporcionará a la salida una tensión proporcional a la presión captada.

Tiene un rango de medición entre 0 y 40 bares, y un rango de salida entre 0 y 10 V. Este sensor de presión estará alimentado con 12 V.

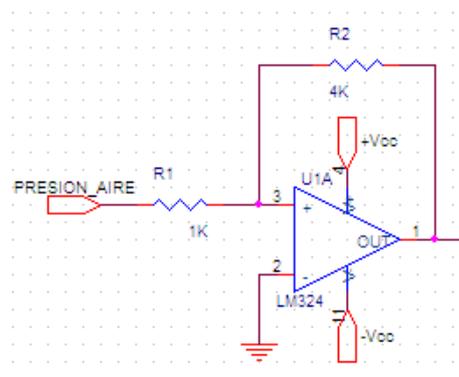
Los datos del sensor de presión los llevaremos a un amplificador operacional (U1A) para trabajar con mayor comodidad. La fórmula de este amplificador es:

$$V_{SPA} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_{IN,U1A}$$

Donde  $V_{IN,U1A}$  es la salida del sensor SPA. Queremos que a presión de 5 bares obtengamos de salida 5V, por lo tanto, suponiendo un  $R_1$  igual a  $1k\Omega$ :

$$R_2 = \frac{5 \cdot 1000}{1,25} = 4 K\Omega$$

Con estos cálculos obtendremos  $V_{SPA}$ , la cual compararemos con el sensor de presión sumergido.





### Sensor de presión en agua

Se le ha llamado “Sensor de Presión en Agua” (SPAG) al sensor que se encuentra en contacto con el agua. Este sensor de presión captará la presión del agua que hay dentro del depósito.

Se ha de tener en cuenta que, para cumplir el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1, situaremos el nivel mínimo de agua a 70 milímetros de la base del depósito. Por lo tanto situaremos el sensor “SPAG” a esa distancia.

### Funcionamiento

Para el sensor SPAG, al igual que para el otro sensor, utilizaremos el sensor de presión DMP 331, el cual nos devolverá una salida proporcional a la presión captada. Este sensor está alimentado a 12V y tiene un rango de medición de 0 a 40 bares y un rango de salida de 0 a 10 V, por lo tanto, a 5 bares obtendremos una tensión de salida de 1.25V aproximadamente. Para que la comparación entre sensores de presión sea fiable cogemos los 5 bares de presión como referencia.

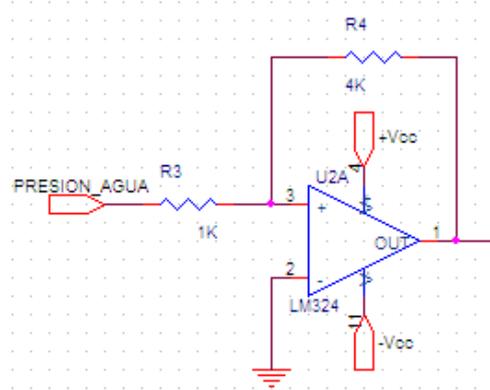
Al igual que en el anterior sensor SPA, llevaremos la salida del sensor de presión a un amplificador operacional (U2A).

$$V_{SPA} = -\frac{R_4}{R_3} \cdot V_{IN,U2A}$$

Donde  $V_{IN,U2}$  es la salida del sensor SPAG. Al igual que los cálculos anteriores tomamos que a 5 bares de presión la salida sea 5V, por lo tanto, suponemos  $R_3$  igual a 1 K $\Omega$ :

$$R_4 = \frac{5 \cdot 1000}{1,25} = 4 \text{ K}\Omega$$

Una vez obtenida  $V_{SPAG}$  la compararemos con  $V_{SPA}$ .



#### Circuito control de nivel:

Especificado en plano IN-05-A4

#### 1.1.4. BOMBA DE IMPULSIÓN

Su función es la de bombear el agua desde el depósito al calderín. Estará controlada por el PIC por lo que su funcionamiento será automático y estará condicionado por dos variables, ambas los niveles de agua en los depósitos. La bomba seleccionada es una Shurflo, modelo 403-143 de 12 voltios, que tiene las siguientes características:

- Ideal para aplicaciones con un alto volumen de transferencia de agua.
- Funcionamiento silencioso.
- Auto cebado a 3,6 metros.
- Puede funcionar en seco sin riesgo alguno.
- Disponible en una gran gama de resistentes materiales químicos.
- Disponible en 12, 24 y 36 DC y motores de 115 ó 230 voltios AC.
- La serie 2088 es la ideal para aplicaciones de alto fluido con bajo consumo.
  - Pueden ser montadas en cualquier posición, son compactas, y están disponibles en varios voltajes y con cabeza de varios materiales.
  - Válvulas testadas a 13.8 kg./m (200 PSI).
  - Con presostato ajustable.
  - Piezas fácilmente reemplazables con disponibilidad.
  - Aprobadas por las normativas: UL, CSA, NSF, FDA y IAPMO.

El resto de características técnicas sobre la bomba se encuentran en el anexo correspondiente.



### 1.1.5. CALDERÍN

Generador de vapor eléctrico, concebido para muy pequeños y pequeños consumos de vapor, instalaciones en ambientes limpios o suministro de vapor de gran pureza.

La caldera está construida en Acero Inoxidable AISI-316L con una producción de vapor de 6 a 50 Kg/h hasta a una presión de 3,5 Bar.

Está especialmente diseñada para instalaciones que precisan de un generador hecho en Acero Inoxidable de alta calidad.

Sus características principales resumidas son:

- Generador de vapor hecho con Acero Inoxidable AISI-316L
- Alto título de vapor, gracias al gran volumen y altura de la cámara de vapor, unido a la incorporación interior del separador de gotas.
- Las resistencias óhmicas de baja carga, de acero inoxidable, encapsuladas y blindadas, totalmente sumergidas, hacen de la caldera con una inmejorable transmisión térmica. Tienen un consumo de 3 kW
- La caldera Certificada según la Directiva Europea 97/23/CE.

#### Presostato

El presostato es un dispositivo cuya función es abrir o cerrar el circuito en función de la presión, es decir, actúa como un interruptor de presión. Existen varios tipos de presostatos, escogeremos nuestro presostato dependiendo de la temperatura de trabajo, el tipo de fluido que vaya a medir y el rango de presión al que pueda ser ajustado.

Para nuestro proyecto, crearemos un presostato mediante un sensor de presión y varios amplificadores operacionales. El sensor de presión que vamos a utilizar será el sensor de presión DMP 331.

#### Sensor de temperatura

Utilizaremos el sensor LM35, alimentado a 12 V, el cual dará a la salida una tensión proporcional a la entrada captada. El rango de temperaturas que abarca este sensor es desde los 2°C a los 150°C, donde cada grado equivale a 10 mV. a la salida, por lo tanto obtendremos un rango de salida entre 0'02 V. y 1'3 V.



### Sensor de presión

Como se ha comentado anteriormente, el sensor escogido es el DMP 331. Este sensor nos devuelve a la salida una tensión proporcional a la presión captada. Tiene un rango de medición de 0 a 40 bares y un rango de salida de 0 a 10 V, por lo tanto para 5 bares de presión obtendremos 1,25 V aproximadamente.

### Válvula de seguridad

Para nuestro circuito hemos elegido la válvula de seguridad comercial con referencia 309400\_VALV.SEG. TEMPERTURA Y PRESION- 1/2" 10BAR. La alimentación de esta válvula es de 0 a 10V.

La presión nominal de la válvula de seguridad deberá ser superior al 110% de la presión máxima de servicio, ya que es la que se alcanzará en el interior del equipo, pero preventivamente sería conveniente que fuera, al menos, dos veces la presión máxima de servicio, es decir, que esta soportara como mínimo 10 bares de presión.

### Funcionamiento del circuito

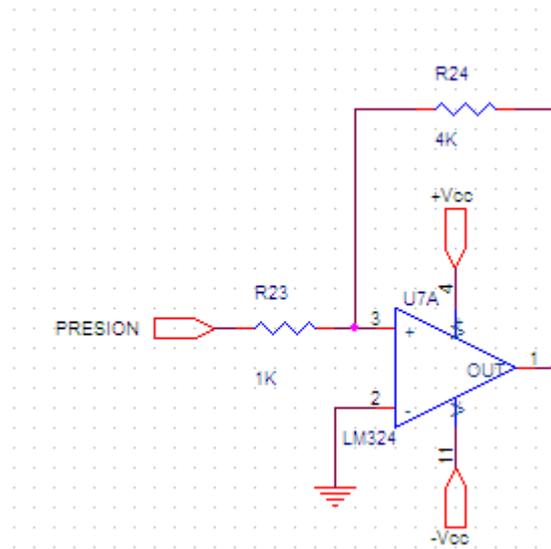
El circuito que se compone de un sensor de presión, que según su hoja de características esta alimentado a una tensión de 12 V, produce una tensión a la salida proporcional a la presión de entrada. A una presión de 5 bares nos proporcionara aproximadamente 1,25V. Como queremos que a 5 bares de presión se active la válvula de seguridad, compararemos la tensión a la salida correspondiente a los 5 bares con la salida del sensor.

Adaptaremos la salida del sensor con un amplificador operacional (U7), quedando así:

$$V_{OUT,U7} = -\frac{R_{24}}{R_{23}} \cdot V_{IN,U7}$$

Siendo  $V_{OUT,U1}$  la salida del sensor. Como queremos que a una presión de 5 bar la tensión de salida sea 5V, suponemos  $R_1 = 1K\Omega$ :

$$R_{24} = \frac{5 \cdot 1000}{1,25} = 4 K\Omega$$



La salida del amplificador (U7) la comparamos con una tensión constante igual a 5 V. Conociendo que la salida U7 puede ser negativa, la tensión de comparación también será negativa. Estas son las posibles salidas:

- La salida del comparador será -15 V cuando la presión en el interior del calderín sea menor de 5 bares, la tensión de salida en U1 será menor de 5 V.
- La salida del comparador será 0V cuando la presión es el interior del calderín sea igual a 5 V, la tensión de salida en U7 será 5 V aproximadamente.
- La salida del comparador será +15 V cuando la presión en el interior del calderín sea mayor de 5 bares, la tensión de salida en U1 será mayor de 5 V.

Esta salida del comparador se llevará a la entrada de otro amplificador operacional (U8). Esto se hace para adaptar la salida de 5 V para alimentar la válvula de seguridad.

Los datos de este paso quedan así:

$$V_{OUT,U8} = -\frac{R_{26}}{R_{25}} \cdot V_{IN,U8}$$

Siendo  $V_{IN,U8}$  la salida del comparador, supondremos una  $R_{25} = 1K\Omega$  y despejando la formula queda así:



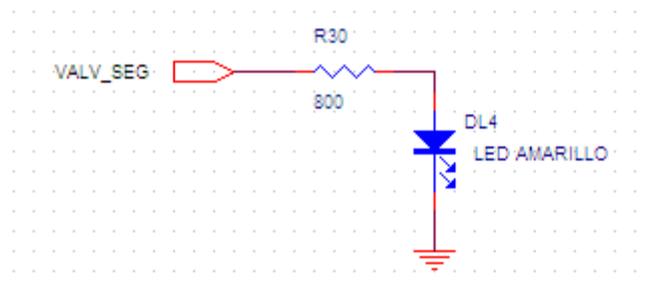
$$R_{26} = \frac{5 \cdot 1000}{15} = 333.33 \approx 300 \text{ K}\Omega$$

Añadiremos a la salida de U8 un amplificador operacional con ganancia unitaria (U9) para que, cuando la presión sea mayor de 5 bares, la respuesta del circuito sea positiva. A continuación, se añadirá un diodo para eliminar los valores negativos de la señal de salida del circuito.

Esta salida alimentará la válvula de seguridad, la cual puede estar alimentada entre 0 y 10V. Esta salida se utilizará para indicar si la presión en el calderín es adecuada o se ha accionado la válvula de seguridad, por lo tanto, también se llevará a una pata del PIC 16F877.

#### Indicador de presión mediante LED

Para indicar el estado de la presión en el interior del calderín dispondremos de un diodo LED amarillo, la función de este LED es encenderse cuando la válvula de seguridad se haya activado.



#### Circuito de control de presión del calderín

Circuito especificado en plano IN-06-A4

#### Elemento calefactor

La base de la plancha llevara un elemento calefactor de mica aislada, el cual se encontrará en contacto con la plancha para facilitar la transmisión de calor. Este dispositivo se alimenta a 120 V en alterna y será controlado por un termostato similar al utilizado con anterioridad. Se añadirá un pulsador manual al sistema del elemento calefactor para interrumpir su funcionamiento si fuese necesario.



### Gestión del vapor

Para regular el vapor, se utilizara la electroválvula de solenoide de acción directa y 2 vías Dywer SSV-S Series, fabricada en acero inoxidable y protegida contra polvo, filtraciones de aceite, refrigerante, etc. y sellada con fluoroelastómero, alimentada a 12 V y de acción manual.

Cuando el pulsador no este accionado, la electroválvula estará cerrada y no habrá circulación de vapor hacia la plancha.

Si se accionara el pulsador, la electroválvula se activara y el vapor fluirá hasta la plancha.

En la plancha tendremos un testigo luminoso LED de color naranja, que indicará si la temperatura es óptima o no. Cuando el LED se encienda indicará que la temperatura es igual o mayor a 70°C, la mínima necesaria para comenzar con el planchado.

### Circuito control elemento calefactor

Especificado en plano IN-03-A4

#### 1.1.6. TUBERIAS

Las tuberías destinadas a utilizarse en sistemas de presión se diseñan para resistir una presión hidrostática interna específica. Esta es la presión nominal PN, que nos indica la máxima presión de trabajo a la que puede estar sometida en operación continua a una determinada temperatura. Cuando la tubería es sometida a una presión interna, se induce en ella una tensión hidrostática.

La Normativa ISO establece que la designación del material se relación con el nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS (Minimum Required Strength) que se debe considerar en el diseño de tuberías por un tiempo de servicio de al menos 50 años, con una conducción de agua a 20°C.



Tubería de conducción desde el depósito hasta el calderín.

Para este proyecto, las tuberías que comunicarán el depósito de agua con el calderín serán de polietileno (HDPE), el tipo PE100. Se ha elegido el polietileno por las siguientes ventajas:

- Livianas.
- Flexibilidad y Resistencia.
- Flexibilidad Química.
- Resistencia a la Radiación Ultravioleta
- Baja presión
- Resistencia a la Abrasión.

Las tuberías de polietileno pueden soportar líquidos y gases a baja temperatura. A continuación se muestra la tabla de características:

PE	SDR 26	SDR 17	SDR 13.6	SDR 11	SDR 9	SDR 7.4
	PN (bares)					
PE 63 ( = 5.0 Mpa / 725 psi )	4	6	8	10	12.5	16
PE 80 ( = 6.3 Mpa / 913 psi )	5	8	10	12.5	16	20
PE 100 ( = 8.0 Mpa / 1160 psi )	6	10	12.51	16	20	25

Hay que tener en cuenta el espesor de las paredes de las tuberías de presión. Este espesor se obtendrá a partir de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{PN \cdot D}{2\sigma_s + PN}$$

- PN = presión nominal, (MPa)
- D = diámetro externo de la tubería, (mm)
- $\sigma_s$  = tensión de diseño, (MPa) (1 MPa = 10 bar  $\approx 10 \frac{Kgf}{cm^3}$ )



Las tuberías se elegirán de diámetro externo de 100 mm aproximadamente y obteniendo el valor de  $\sigma_s$  de la tabla, sustituimos estos valores y podremos calcular el espesor de la tubería en la ecuación anterior:

$$e = \frac{PN \cdot 100}{2 \cdot 80 + PN}$$

Según el Apartado 5 del Artículo 15 de la I.T.C. MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión, sabemos que la bomba, situada en la línea de alimentación de agua, deberá ser capaz de introducir el caudal de agua a una presión superior a un 3% como mínimo a la presión de tarado más elevada de la válvula de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa. Por lo tanto, como la presión de tarado de la válvula es 5 bar, supondremos que la presión nominal (PN) es igual a 5,2 bar aproximadamente.

Con esta presión nominal, se puede conocer el espesor de la tubería sustituyendo su valor en la ecuación anterior:

$$e = \frac{5,2 \cdot 100}{2 \cdot 80 + 5,2} = 3,14 \text{ mm}$$

Una vez calculado el espesor de la tubería, utilizaremos tubería de polietileno de 40mm de diámetro y de espesor 3.14 mm para el enlace entre el calderín y el depósito de agua.



---

Tuberías de conducción desde el calderín hasta el elemento de planchado.

Las tuberías de polietileno no son adecuadas para suministrar el vapor desde el calderín hasta la plancha ya que no soportan altas temperaturas.

Para cumplir esta función utilizaremos tuberías de polipropileno, las principales características de este material son:

- Es una tubería ligera se puede decir, que la más ligera en el campo de redes de abastecimiento, bastante inertes a la agresividad de las aguas y de las tierras.
- Mejor comportamiento, frente a las heladas que los demás tubos, ya que algunos tipos polietileno flexible puede admitir la deformación sin romperse.
- Debido a su lisura interna, no es fácil que se produzcan incrustaciones de ningún tipo.
- Su condición de termoplásticos, permiten que al calentarlos se reblandezcan y se puedan curvar y manipular con gran facilidad, si bien alguno (polietileno), son totalmente flexibles, elaborándose en rollos, con lo cual el número de juntas es muy limitado, y por ello, las pérdidas de carga son menores.
- Son tubos aislantes térmicos y eléctricos, por lo cual las corrientes vagabundas y telúricas que afectan a los tubos metálicos aquí no existen, por lo que los efectos de electrolisis que destruyen los tubos enterrados no les afectan.

Para este proyecto, elegiremos una tubería de polipropileno de diámetro 40 mm y con espesor de 3.14 mm para el enlace entre el calderín y la plancha.



---

### 1.1.7. AGUA

#### Tratamiento del agua

El tratamiento del agua de una caldera de vapor es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes.

El objetivo principal del tratamiento de agua es asegurar la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera, evitando problemas de corrosión e incrustaciones.

Para poder asegurar la calidad del agua de alimentación y agua de la caldera, debemos cumplir con los requerimientos de las normas, que definen los límites recomendados para los parámetros involucrados en el tratamiento del agua.

### 1.1.8. MICROCONTROLADORES

Usaremos dos microcontroladores, el PIC16F84 y el PIC16F877. Ambos son microcontroladores de la familia PIC, fabricada por la empresa Microchip. Los programaremos en Assembler. El PIC16F84 lo utilizaremos para controlar el accionamiento del sistema y el PIC16F877 se encargará de controlar la pantalla LCD.



### PIC16F84

Se trata de uno de los microcontroladores más populares del mercado actual, ideal para principiantes, debido a su arquitectura de 8 bits, 18 pines, y un conjunto de instrucciones RISC muy amigable para memorizar y fácil de entender, internamente consta de:

- Memoria Flash de programa (1K x 14).
- Memoria EEPROM de datos (64 x 8).
- Memoria RAM (68 registros x 8).
- Un temporizador/contador (timer de 8 bits).
- Un divisor de frecuencia.
- Varios puertos de entrada-salida (13 pines en dos puertos, 5 pines el puerto A y 8 pines el puerto B).
  - Manejo de interrupciones (de 4 fuentes).
  - Perro guardián (watchdog).
  - Bajo consumo.
  - Frecuencia de reloj externa máxima 10MHz. (Hasta 20MHz en nuevas versiones). La frecuencia de reloj interna es un cuarto de la externa, lo que significa que con un reloj de 20Mhz, el reloj interno sería de 5Mhz y así pues se ejecutan 5 Millones de Instrucciones por Segundo (5 MIPS)
    - No posee conversores analógicos-digital ni digital- analógicos
- Pipe-line de 2 etapas, 1 para búsqueda de instrucción y otra para la ejecución de la instrucción (los saltos ocupan un ciclo más).
  - Repertorio de instrucciones reducido (RISC), con tan solo 30 instrucciones distintas.
    - 4 tipos distintos de instrucciones, orientadas a byte, orientadas a bit, operación entre registros, de salto.



### PIC16F877

Cuenta con memoria de programa de tipo EEPROM Flash mejorada, lo que permite programarlos fácilmente usando un dispositivo programador de PIC.

Esta característica facilitará sustancialmente el diseño del proyecto, minimizando el tiempo empleado en programar el microcontrolador.

Entre las características principales de este PIC:

- CPU de arquitectura RISC (Reduced Instruction Set Computer).
- Set de 35 instrucciones.
- Frecuencia de reloj de hasta 20MHz (ciclo de instrucción de 200ns).
- Todas las instrucciones se ejecutan en un único ciclo de instrucción, excepto las de salto.
- Hasta 8K x 14 palabras de Memoria de Programa FLASH.
- Hasta 368 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo RAM.
- Hasta 256 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo EEPROM.
- Hasta 15 fuentes de Interrupción posibles.
- 8 niveles de profundidad en la Pila hardware.
- Modo de bajo consumo (Sleep).
- Tipo de oscilador seleccionable (RC, HS, XT, LP y externo).
- Rango de voltaje de operación desde 2,0V a 5,5V.
- Conversor Analógico/Digital de 10 bits multicanal.
- 3 Temporizadores
- Watchdog Timer o Perro Guardián.
- 2 módulos de captura/comparación/PWM.
- Comunicaciones por interfaz USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter).
- Puerto Paralelo Esclavo de 8 bits (PSP).
- Puerto Serie Síncrono (SSP) con SPI e I2C.



### 1.1.9. LCD

Las pantallas de cristal líquido LCD (Liquid Cristal Display) o display LCD para mensajes tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico permitiendo representar de forma fácil y económica cualquier tipo de información que genere un equipo electrónico.

Para este proyecto hemos escogido una pantalla LCD 4x16. Esta pantalla está compuesta de un microcontrolador capaz de representar 4 líneas de 16 caracteres cada una.

A partir de 8 líneas de datos se le envía el carácter ASCII que se desea visualizar, así como ciertos códigos de control, que permiten realizar diferentes efectos de visualización.

Este elemento te ayuda a ver y controlar el estado del sistema con facilidad.

En esta tabla podemos observar el número de patilla que se corresponde con su símbolo y su función:

Pin	Símbolo	E/S	Función
1	Vss	-	0V (Tierra)
2	Vdd	-	+5V $\pm$ 0.25V (Tensión positiva de alimentación)
3	V <sub>0</sub> (*)	-	Tensión negativa para el contraste de la pantalla
4	RS	E	Selector de Dato/Instrucción*
5	R/W*	E	Selector de Lectura/Escritura*
6	E	E	Habilitación del módulo
7	DB0	E/S	BUS DE DATOS
8	DB1	E/S	
9	DB2	E/S	
10	DB3	E/S	
11	DB4	E/S	
12	DB5	E/S	
13	DB6	E/S	
14	DB7	E/S	



## Zonas de la memoria

### DDRAM

La zona DDRAM es una zona de la memoria RAM que se ocupa de almacenar los caracteres que se van a mostrar por pantalla. Tiene una capacidad de 80 bytes, 20 por cada línea, de los cuales sólo 64 bytes se pueden visualizar a la vez (16 bytes por línea).

Si se habilita ver el cursor, aparecerá en la localidad actualmente direccionada. En otras palabras, si un carácter aparece en la posición del cursor, se va a mover automáticamente a la siguiente localidad direccionada. Esto es un tipo de memoria RAM así que los datos se pueden escribir en ella y leer de ella, pero su contenido se pierde irrecuperablemente al apagar la fuente de alimentación.

### CGROM

La CGROM es una zona de la memoria interno no volátil donde se almacena una tabla con los 192 caracteres que pueden ser visualizados. Cada uno de los caracteres tiene su representación binaria de 8 bits.

La memoria CGROM contiene un mapa estándar de todos los caracteres que se pueden visualizar en la pantalla. A cada carácter se le asigna una localidad de memoria:

4 bits más altos de la dirección		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)	00P`P	-93αp														
0000	CG RAM (2)	!1AQa9	α7#4äq														
0000	CG RAM (3)	"2BRbr	「イツ×pθ														
0000	CG RAM (4)	#3CScs	」ウ̄εε*														
0000	CG RAM (5)	\$4DTdt	、イトpα														
0000	CG RAM (6)	%5EUeu	・オ+1εÜ														
0000	CG RAM (7)	&6FUfv	ヲカコpΣ														
0000	CG RAM (8)	?7GW9w	ヅ#ズ?gπ														
0000	CG RAM (9)	(8HXhx	イウ̄ルJ̄x														
0000	CG RAM (10)	>9IYig	ε'ル'ly														
0000	CG RAM (11)	*:JZjz	エコ'ル'j#														
0000	CG RAM (12)	+;K[k<	*サヒ0*カ														
0000	CG RAM (13)	,<L#l	ハシフフ#														
0000	CG RAM (14)	-=M]m)	ユズ'ル'ε+														
0000	CG RAM (15)	.>N^n>	αε'ル'ñ														
0000	CG RAM (16)	/?O_oe	ウツマ'ε														



### CGRAM

Además de los caracteres estándar, el visualizador LCD puede visualizar símbolos definidos por el usuario. Esto puede ser cualquier símbolo de 5x8 píxeles. La memoria RAM denominada CGRAM de 64 bytes lo habilita.

Los registros de memoria son de 8 bits de anchura, pero sólo se utilizan 5 bits más bajos. Un uno lógico (1) en cada registro representa un punto oscurecido, mientras que 8 localidades agrupadas representan un carácter.

Los símbolos están normalmente definidos al principio del programa por una simple escritura de ceros y unos de la memoria CGRAM así que crean las formas deseadas. Para visualizarlos basta con especificar su dirección. Preste atención a la primera columna en el mapa de caracteres CGROM. No contiene direcciones de la memoria RAM, sino los símbolos de los que se está hablando aquí.

En este ejemplo ‘visualizar 0’ significa visualizar ‘sonrisa’, ‘visualizar 1’ significa - visualizar ‘ancla’ etc.

#### Secuencia de inicialización

El módulo LCD ejecuta automáticamente una secuencia de inicio interna en el instante de aplicarle la tensión de alimentación si se cumplen los requisitos de alimentación expuestos en su manual.

Dichos requisitos consisten en que el tiempo que tarde en estabilizarse la tensión desde 0.2V hasta los 4.5V mínimos necesarios sea entre 0.1ms y 10ms. Igualmente, el tiempo de desconexión debe ser como mínimo de 1ms antes de volver a conectar.

La secuencia de inicio ejecutada es la siguiente:

1. CLEAR DISPLAY
2. FUNCTION SET
3. DISPLAY ON/OFF CONTROL
4. ENTRY MODE SET
5. Se selección la primera posición de la RAM



Las instrucciones anteriores vienen suministradas por Microchip. Es importante que la primera instrucción que se envíe realice una espera de unos 15 ms o mayor para la completa reinicialización interna del módulo LCD.

### Indicadores de la pantalla LCD

Las indicaciones de la pantalla LCD nos informarán del estado de nuestro sistema. En nuestro proyecto, estas serán las posibles indicaciones:

- T. PLANCHA BAJA: Avisa de que aún no se ha alcanzado la temperatura adecuada de planchado (70°C).
- T. PLANCHA OK: Avisa que se ha alcanzado una temperatura adecuada de planchado y que esta es menor de 120 °C.
- PRESIÓN BAJA: Avisa que la presión alcanzada en el calderín es correcta y que, por lo tanto, no se ha activado la válvula de seguridad.
- PRESIÓN OK: Indica que la presión del calderín es la adecuada. Por motivos de seguridad, es recomendable iniciar el planchado cuando la presión del calderín sea la adecuada.
- AGUA FALTA: Indica que se ha alcanzado el nivel mínimo de agua en el depósito y que, por lo tanto, debemos suministrarla.
- AGUA OK: Indica que el nivel de agua del depósito es el adecuado.
- CALEF. FALLA: Indica que el calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) y, por lo tanto, la producción de vapor del calderín no será correcta.
- CALED.OK: Se ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición (100°C) y por lo tanto, la producción de vapor será correcta.

#### 1.1.10. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los hilos que unen los sensores con la tarjeta de control tendrán una sección de 1mm<sup>2</sup>.

El cableado que une la tarjeta de control con la resistencia de la caldera y con la plancha tendrá una sección de 4mm<sup>2</sup> y 2,5mm<sup>2</sup> respectivamente

La conexión de los interruptores diferencial y magnetotérmico se hará con un hilo de 4mm<sup>2</sup> de sección.

La conexión de las bobinas de las electroválvulas con la tarjeta de control se hará con hilo de 1,5mm<sup>2</sup>.



---

Todos los materiales y procedimientos de diseño e instalación relacionados con la parte eléctrica de los proyectos deben cumplir el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (RBT) e Instrucciones Técnicas Complementarias del Ministerio de Industria y Energía (MIE).

### *1.3. Contradicciones, omisiones o errores.*

En caso de contradicción entre planos y las prescripciones técnicas particulares, prevalece lo escrito en las prescripciones técnicas.

La interpretación será realizada por el director técnico del montaje.

Lo mencionado en el pliego de condiciones facultativas y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en los documentos, siempre que, a juicio del director técnico del montaje, quede suficientemente definida la ejecución y ésta tenga precio en el contrato.

### *1.4. Planos de detalle.*

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras han de estar suscritos por el Director Técnico del montaje, requisito sin el cual no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

### *1.5. Documentos entregados al contratista.*

Los documentos, tanto del proyecto como de otros complementarios que la propiedad entregue al contratista pueden tener un valor contractual o informativo.

## **2.4. Especificaciones de seguridad**

### ***2.4.1. Medidas de seguridad***

Las medidas de seguridad es estos sistemas es un punto muy importante, ya que depende de ellas la seguridad del operario. Para ello utilizaremos sensores de temperatura y presión para asegurar un correcto funcionamiento del sistema.

Además utilizaremos materiales que cumplan la normativa para asegurar y garantizar una correcta presión de planchado, evitando fugas y problemas que provocaran un deterioro de la maquinaria y de su rendimiento.



#### ***2.4.2. Seguridad y protección al operario***

Para preservar la seguridad y la protección del operario el sistema de planchado deberá cumplir con la normativa vigente de protección contra el contacto directo del usuario con las partes del sistema que se encuentren a temperatura y presión elevadas.

Para ello utilizaremos materiales aislantes y resistentes que proporcionaran una temperatura exterior segura y adecuada para el operario que manipule la caldera y el calderín. La zona de trabajo del operario estará limitada a los pulsadores de accionamiento/detención, al pulsador de presión y a la pantalla LCD, evitando así, zonas de peligro como pueden ser partes de tensión elevada, zonas de conductores de calor, etc.

En el caso de que el operario pueda tener contacto directo con ellas, estas estarán provistas de aislantes y sistemas de seguridad para una mayor protección del operario.

#### ***2.4.3. Mantenimiento de la instalación***

Para que las instalaciones sean seguras y sean eficientes es necesario realizar tareas de mantenimiento. El objetivo principal de este mantenimiento es el tratamiento del agua, con esto evitaremos problemas de corrosiones e incrustaciones en el circuito.

Un elemento del circuito, como es la caldera, deberá pasar revisiones periódicas, comprobando antes que el sistema esta desconectado, que los elementos del circuito estén secos y que la caldera este fría. Con un mantenimiento eficaz de la instalación evitaremos problemas de obstrucción de tuberías, averías y accidentes. Asegurando así una larga vida útil de la instalación.



---

#### ***2.4.4. Registro de las tareas de mantenimiento***

El encargado del mantenimiento de la instalación llevará un registro de las tareas de mantenimiento realizadas y de los resultados obtenidos. Este registro se anotará en un libro o en un archivo informático, donde se numerarán las operaciones de mantenimiento debiendo estar distribuidas de la siguiente forma:

- Titular de la instalación y la ubicación de la misma.
- Titular que realice el mantenimiento.
- Número de orden de la operación en la instalación.
- Fecha de ejecución.
- Operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- Lista de materiales sustituidos.
- Repuestos.
- Observaciones y sugerencias.

El registro de las tareas de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación.

Estos documentos deben guardarse al menos durante tres años, contados a partir de la fecha de ejecución del mantenimiento de la instalación.



---

# 3.PLANOS



---

### 3. PLANOS

#### 3.1. Planos generales.

GE-01-A4 Situación  
GE-02-A4 Emplazamiento

#### 3.5. Planos instrumentación y control.

IN-01-A4 Esquema eléctrico Puesta en Marcha  
IN-02-A4 Esquema eléctrico Elemento de Planchado  
IN-03-A4 Esquema eléctrico Elemento Calefactor  
IN-04-A4 Esquema eléctrico Pantalla LCD  
IN-06-A4 Esquema eléctrico Control de Presión  
IN-05-A4 Esquema eléctrico Control de Nivel  
IN-07-A4 Esquema PCB Puesta en Marcha  
IN-08-A4 Esquema PCB Elemento de Planchado  
IN-09-A4 Esquema PCB Elemento Calefactor  
IN-10-A4 Esquema PCB Pantalla LCD  
IN-12-A4 Esquema PCB Control de Presión  
IN-11-A4 Esquema PCB Control de Nivel

#### 3.6. Planos sistema de control.

SC-01-A4 Diagrama de flujo de la programación del PLC



---

# 4.PRESUPUESTO



---

## **INDICE PRESUPUESTO**

### **4. Presupuesto**

#### ***4.1. Estudio técnico***

#### ***4.2. Mano de obra***

#### ***4.3. Componentes***

##### **4.3.1. RESISTENCIAS**

##### **4.3.2. SENSORES**

##### **4.3.3. DIODOS LEDS**

##### **4.3.4. DIODO**

##### **4.3.5. MICROCONTROLADORES**

##### **4.3.6. AMPLIFICADORES OPERACIONALES**

##### **4.3.7. RELE**

##### **4.3.8. CONDENSADORES**

##### **4.3.9. CRISTALES DE CUARZO**

##### **4.3.10. RESISTENCIA CALEFACTORA**

##### **4.3.11. BOMBA**

##### **4.3.12. ELEMENTO CALEFACTOR**

#### ***4.4. Total***



## 4. Presupuesto

### 4.1. ESTUDIO TÉCNICO

TAREA	PRECIO(€/ H)	Nº DE HORAS	PRECIO TOTAL
DISEÑO CONCEPTUAL Y BOCETOS	25	20	500
DISEÑO FINAL	25	60	1500
BÚSQUEDA Y ELECCION DE LOS MATERIALES	25	10	250
ESTUDIO DE LA DOCUMENTACIÓN Y NORMATIVA VIGENTE	25	6	150
REALIZACIÓN DE LOS CÁLCULOS	25	20	500
REDACCIÓN DEL PRESENTE PROYECTO	25	12	300
REVISIÓN DEL PROYECTO	25	6	150

### 4.2 MANO DE OBRA

OPERACIÓN	PRECIO(€ / H)	Nº DE HORAS	PRECIO TOTAL
MONTAJE	25	50	1250
PROGRAMACIÓN DEL PLC	25	10	250
COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO	25	10	250

### 4.3. COMPONENTES



#### 4.3.1. RESISTENCIAS

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
4.8K	2	0,26	0,52
4K	3	0,26	0,78
3.8	3	0,26	0,78
1K	32	0,26	8,32
970	1	0,26	0,26
800	5	0,26	1,3
690	1	0,26	0,26
350	4	0,26	1,04
330	4	0,26	1,04
POTENCIÓMETRO (1K R NOMINAL	2	0,3	0,6

#### 4.3.2 SENSORES

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
DMP331	3	5,8	17,4
LM35	2	3,13	6,26

#### 4.3.3. DIODOS LEDS

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
AMARILLO	3	0,1	0,3
AZUL	2	0,1	0,2
NARANJA	1	0,1	0,1
ROJO	1	0,1	0,1
VERDE	1	0,1	0,1



#### 4.3.4. DIODO

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
1N4007	7	0,82	5,74

#### 4.3.5. MICROCONTROLADORES

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
16F877	1	15,5	15,5
16F84	1	11,65	11,65

#### 4.3.6. AMPLIFICADORES OPERACIONALES

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
LM124	8	1,5	12
LM139	5	1,94	9,7

#### 4.3.7. RELÉ

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
AQ8	6	6,2	37,2



#### 4.3.8. CONDENSADORES

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
CERAMICO (22nF)	2	0,095	0,38

#### 4.3.9. CRISTALES DE CUARZO

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
OSC4M	2	6,55	6,55

#### 4.3.10. RESISTENCIA CALEFACTORA

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
RCE016	1	10,5	10,5

#### 4.3.11. BOMBA

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
MOD	1	120	120

#### 4.3.12. ELEMENTO CALEFACTOR

MODELO	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL(€)
PLANA DE MICA	1	38,7	38,7



---

#### 4.4. TOTAL

	PRECIO(€)
<b>ESTUDIO TÉCNICO</b>	<b>3350</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>1725</b>
<b>COMPONENTES</b>	<b>307,28</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5382,28</b>

El presupuesto asciende a la cantidad de **CINCO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS con VEINTIOCHO EUROS. (5382.28 €)**.



---

# 5. ANEXOS



---

## **INDICE ANEXOS.**

5.1. Anexo I. Programación puesta en marcha

5.2. Anexo II. Programación pantalla LCD

5.3. Anexo III. Datasheets

5.3.1. 1N4007

5.3.2. CRYSTAL

5.3.3. DMP331

5.3.4. LCD 4x16

5.3.5. LCD

5.3.6. LM35

5.3.7. LM139

5.3.8. LM324

5.3.9. PIC16F84

5.3.10. PIC16F877

5.3.11. Potenciómetro 10 K

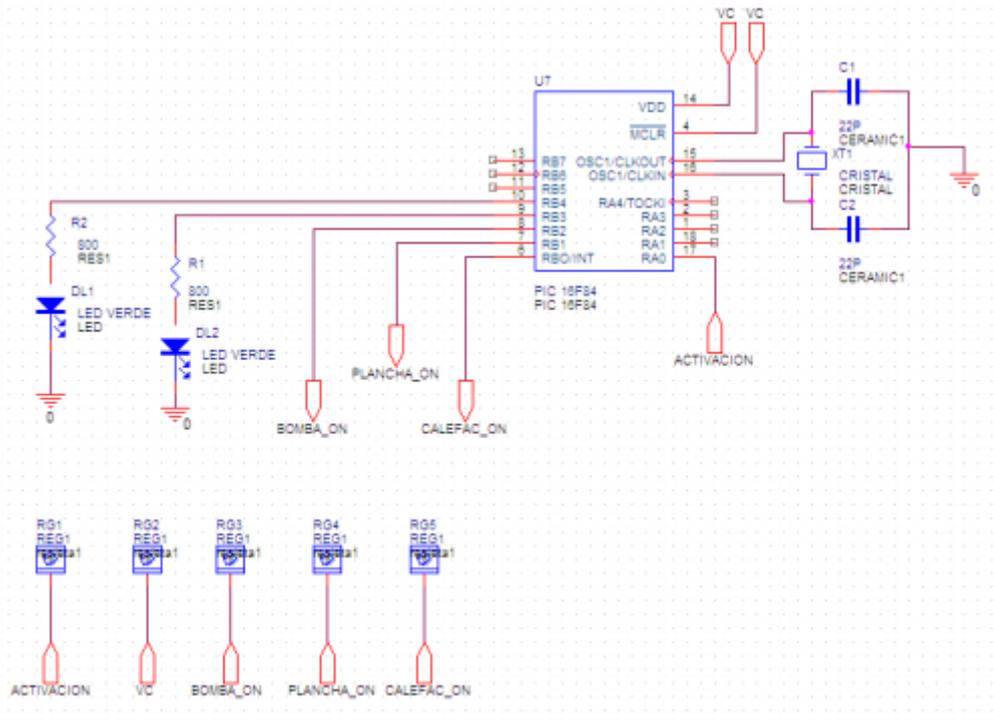


### 5.1. Anexo I. Programación puesta en marcha

El sistema estará controlado por el PIC 16F84, al cual ira conectado el pulsador que activa el sistema. Al accionar el pulsador circulará una corriente hasta el pin RA0 del PIC, activado a nivel alto.

Cuando el pulsador se encuentre activado, la tensión de la patilla RA0 será 5V., accionando el calefactor, la plancha y la bomba. Cuando RA0 esté a 5V también se activarán los LED's L1 y L2, emitiendo luz, indicando así, la activación del sistema.

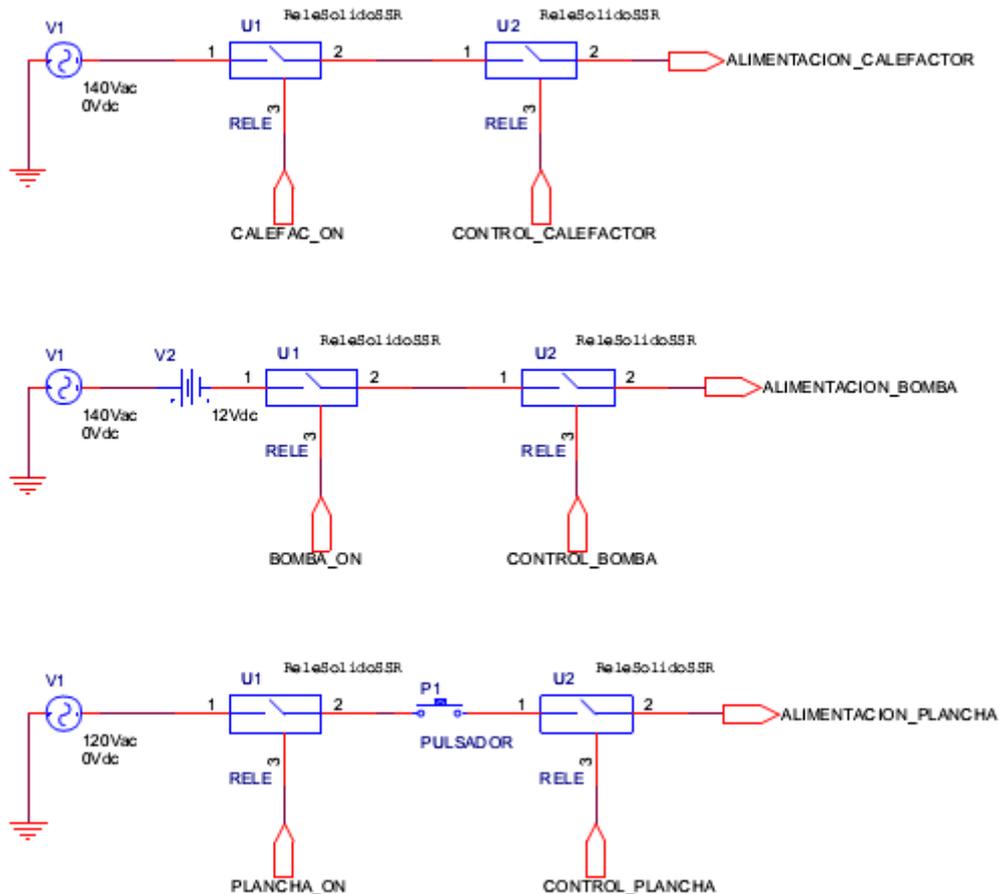
Cuando el pulsador se encuentre desactivado, la tensión de la patilla RA0 será 0V., apagando el calefactor, la plancha y la bomba. Cuando RA0 se encuentre a 0V. se apagarán los LED's L1 y L2.



Para las tres salidas, CALEFACTOR\_ON, PLANCHA\_ON y BOMBA\_ON, se usará un relé sólido para cada una de ellas, debido a que se alimentan con tensiones elevadas.

Utilizaremos en nuestro caso Relés Solidos SRR.

La distribución de los relés para cada una de las salidas será:



La bomba entrará en marcha cuando este activado el pulsador de accionamiento del sistema P1 y el nivel de líquido del depósito sea el adecuado.

El elemento calefactor también se activará cuando se accione el pulsador P1, pero cuando alcance el valor de temperatura máximo, en ese instante, el termostato lo desactivará.

La plancha se activará cuando el pulsador P1 esté accionado y su termostato indique que la temperatura es adecuada.

Todo ello irá controlado por el microcontrolador PIC 16F84, cargado con el siguiente código:



```
LIST P=16F84
RADIX HEX
TMRO EQU 01
STATUS EQU 03
PUERTAA EQU 05
PUERTAB EQU 06
NTCON EQU 0B
RETARD_1 EQU 20
CONT_1 EQU 22

ORG 00

CALL TIME1
CLRF PUERTAA
BSF STATUS,5
CLRF PUERTAB
BCF STATUS,5
CALL TIME1

GOTO INICIO

INICIO BTFSS PUERTAA,1
CALL APAGA
CALL ENCIENDE

TIME1 MOVLW RETARD_1
MOVWF CONT_1

RETURN

APAGA MOVLW B'00000000'
MOVWF PUERTAB

GOTO INICIO

ENCIENDE MOVLW B'11111000'
MOVWF PUERTAB

GOTO INICIO

END
```



## 5.2. Anexo I. Programación puesta en marcha

```

LIST          P=16F877
RADIX        HEX
TMR0        EQU      01
PLC         EQU      02
STATUS      EQU      03
PORTA       EQU      05
PORTB       EQU      06
PORTC       EQU      07
PORTD       EQU      08
PORTE       EQU      09
INTCON      EQU      0B
ADRESH      EQU      1E
ADCON0      EQU      1F

LCD_RS      EQU      0
LCD_RW      EQU      1
LCD_E       EQU      2

RETARD_1    EQU      20
RETARD_2    EQU      21
CONT_1      EQU      22
CONT_2      EQU      23

ORG         00
CLRF        PORTA
CLRF        PORTB
CLRF        PORTC
CLRF        PORTD

MOVLW      0XFF
MOVWF      PORTA
BSF        STATUS,5
MOVLW      B'00000000'
MOVWF      PORTC
MOVLW      B'00000000'
MOVWF      PORTB
BCF        STATUS,5
CALL       TIME_1
MOVLW      B'00110000'

```



---

```
CALL LCD_1
MOVLW B'00111000'
CALL LCD_1
MOVLW B'00001110'
CALL LCD_1
MOVLW B'00000110'
CALL LCD_1

INICIO CALL TIME_2
MOVLW B'10000000'
CALL LCD_1
MOVLW B'01000001'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000111'
CALL LCD_C
MOVLW B'01010101'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000001'
CALL LCD_C
BTFSS PORTA,0
CALL FALTA_AGUA
CALL AGUA_OK

CALEF CALL TIME_2
MOVLW B'10010000'
CALL LCD_1
MOVLW B'01000011'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000001'
CALL LCD_C
MOVLW B'01001100'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000101'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000110'
CALL LCD_C
MOVLW B'00101110'
CALL LCD_C

BTFSS PORTA,2

CALL NO_CALIENTA
CALL CAL_OK
```



---

```
PLANCHA      CALL      TIME_2
              MOVLW    B'11000000'
              CALL      LCD_1
              MOVLW    B'01010100'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'00101110'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01010000'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01001100'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01000001'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01001110'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01000011'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01001000'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01000001'
              CALL      LCD_C

              BTFSC    PORTA,3

              CALL      TEMP_OK
              CALL      NO_TEMP

PRESION      CALL      TIME_2
              MOVLW    B'11010000'
              CALL      LCD_1
              MOVLW    B'01010000'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01010010'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01000101'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01010011'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01001001'
              CALL      LCD_C
              MOVLW    B'01001111'
              CALL      LCD_C
```



---

```
MOVLW    B'01001110'  
CALL     LCD_C  
BTFSS    PORTA,1  
  
CALL     PRESION_OK  
CALL     NO_PRESION  
CALL     TIME_1  
  
GOTO     INICIO  
  
TIME_1   MOVLW    RETARD_1  
         MOVWF    CONT_1  
  
         RETURN  
  
TIME_2   MOVLW    RETARD_2  
         MOVWF    CONT_2  
  
         RETURN  
  
LCD_1    BCF       PORTC,LCD_RS  
         BCF       PORTC,LCD_RW  
         BSF       PORTC,LCD_E  
         MOVWF    PORTB  
         BCF       PORTC,LCD_E  
         CALL     TIME_2  
  
         RETURN  
  
LCD_C    BSF       PORTC,LCD_RS  
         BCF       PORTC,LCD_RW  
         BSF       PORTC,LCD_E  
         MOVWF    PORTB  
         BCF       PORTC,LCD_E  
         CALL     TIME_2  
  
         RETURN  
  
AGUA_OK  MOVLW    B'10000101'  
         CALL     LCD_1  
         MOVLW    B'01001111'  
         CALL     LCD_C  
         MOVLW    B'01001011'
```

---



---

	CALL	LCD_C
	GOTO	CALEF
FALTA_AGUA	MOVLW	B'10001001'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01000110'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01010100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	GOTO	CALEF
CALL_OK	MOVLW	B'10011000'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01001111'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001011'
	CALL	LCD_C
	GOTO	PLANCHA
NO_CALIENTA	MOVLW	B'10011001'
	CALL	LCD_1
	OVLW	B'01000110'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C

---



---

	GOTO	PLANCHA
TEMP_OK	MOVLW	B'11001010'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01001111'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001011'
	CALL	LCD_C
	GOTO	PRESION
NO_TEMP	MOVLW	B'11001100'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01000010'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001010'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	GOTO	PRESION
PRESION_OK	MOVLW	B'11011000'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01001111'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001011'
	CALL	LCD_C
	GOTO	INICIO
NO_PRESION	MOVLW	B'11011100'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01010100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C

---



---

GOTO      INICIO  
END

### 5.3.Datasheets

Todos los datasheets se adjuntarán al final del proyecto.



---

# BIBLIOGRAFÍA



---

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Libros consultados

- Rashid M. H, Electrónica de Potencia. “*Circuitos, dispositivos y aplicaciones.*” Editorial Pretice Hall, 1993
- Daniel W. Hart, “*Electrónica de Potencia.*” Editorial PrenticeHall, 2005.
- Norbert R. Malik, “*Circuitos Electrónicos (Análisis, simulación y diseño).*” Editorial Prentice Hall, 1996.
- Ramón Pallás Areny. “*Sensores y Acondicionadores de Señal.*” Editorial Marcombo, 1998

### 6.2. Páginas web

- [www.forosdeelectronica.com](http://www.forosdeelectronica.com) (Tutoriales de programación en PIC)
- [www.uca.es](http://www.uca.es) (consulta de otros proyectos)
- [www.soloingenieria.com](http://www.soloingenieria.com) (utilización de los recursos del foro)

### 6.3. Software utilizado

- *Orcad* (montaje y simulación de circuitos)
- *Layout* (programa para diseñar PCB'S)
- *MPLAB* (compilador de código ensamblador)
- *Autocad* (dibujo de planos)