



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# DISEÑO DE LA TARJETA DE CONTROL DE UN SISTEMA DE PLANCHADO INDUSTRIAL

**Titulación:** I.T.I. especialidad  
Electrónica Industrial

**Alumno:** Jesús Ramos Molina

**Director:** Pedro Díaz Hernández

## **INDICE GENERAL:**

<b>-MEMORIA</b>	<b>Pág. 4</b>
<b>-PLIEGO DE CONDICIONES</b>	<b>Pág. 13</b>
<b>-PRESUPUESTO</b>	<b>Pág. 64</b>
<b>-PLANOS</b>	<b>Pág. 70</b>
<b>-ANEXOS</b>	<b>Pág. 87</b>

# MEMORIA

## **MEMORIA**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

Con este Proyecto Fin de Carrera diseñaremos una tarjeta de control para automatizar un sistema de planchado industrial, que suministra una potencia de 2 KW en contacto con el tejido generando vapor en una caldera de 5 litros de capacidad. El Proyecto tendrá varias partes, en las que se describirán las características funcionales del sistema de planchado, cálculos necesarios para su elaboración y representación de los circuitos. Para terminar el problema propuesto, se dará una solución al problema cumpliendo siempre la normativa correspondiente.

#### Reglamentación

Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

### **2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.**

El sistema que queremos automatizar consiste en un centro de planchado industrial, por la necesidad de planchar fácil y rápidamente de una manera casi mecánica. Con un sistema de planchado de este tipo, conseguiremos una velocidad y una seguridad mayores a las habituales. El sistema de planchado estará dividido en las siguientes partes:

- Depósito de agua.
- Bomba.
- Caldera de 5 litros.
- Presostato.
- Válvula de seguridad.

- Válvula compuerta.
- Sensores.
- Indicadores.
- Elemento calefactor.
- Sistema de control.

### **3. COMPONENTES UTILIZADOS.**

#### **3.1 Depósito de agua.**

La función del depósito de agua es proporcionar agua a la caldera, la cual tiene que almacenar 5 litros. Para asegurar de que siempre el depósito tenga capacidad para rellenar la caldera, el depósito será mayor a 5 litros. El agua aplicada tendrá que ser destilada para evitar posibles averías por la cal.

#### **3.2 Bomba.**

Para impulsar el agua desde el depósito al calderín. La bomba deberá de suministrar el caudal idóneo para alimentar de agua sin problemas la caldera. También dependerá del nivel de agua que tenga el calderín y de la altura de llenado del depósito de agua.

#### **3.3 Calderín.**

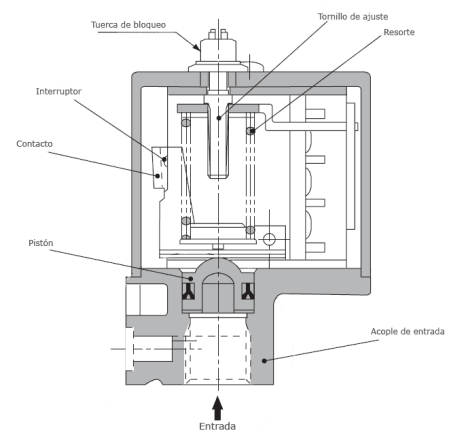
Un calderín o caldera es un recipiente diseñado para calentar agua por medio de un combustible, y con el que obtendremos el vapor de agua necesario para el elemento de planchado. Tendrá un sistema de seguridad para controlar las condiciones de operación de la caldera,

como suponen las presiones y temperaturas generadas en el interior de esta.

Se usará una caldera de vapor eléctrica 3,5 Bar y con un consumo máximo de 4 Kw. Además tendrá que almacenar 5 litros de agua, por lo que las dimensiones interiores deben de ser algo mayores de esta capacidad.

### 3.4 Presostato.

El presostato es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura presión de un fluido. Los tipos de presostatos varían dependiendo del rango de presión al que pueden ser ajustados, temperatura de trabajo y el tipo de fluido que pueden medir. Pueden haber varios tipos de presostatos:



En lugar de comprar un presostato comercial, se fabricará uno con amplificadores operacionales y el sensor DMP 331.

### 3.5 Válvula de seguridad.

La válvula de seguridad estará tarada a 5 bares de presión, con lo cual expulsará vapor cuando la caldera alcance esta presión. De este modo evitaremos la rotura de manguitos o agrietamiento o explosión de la caldera.

Es muy importante que la liberación de fluido se haga hacia el exterior, en un lugar visible, puesto que habitualmente la fuga indica un fallo del sistema normal de regulación y, de este modo, el operador

puede saber que hay un problema y que debe tomar medidas para solventarlo.

La válvula elegida es la 309400\_VALV. SEG. TEMPERTURA Y PRESION- 1/2" 10BAR.

Cabe destacar entre sus características:

Temperatura de calibración: 90°C.

Potencia de descarga: 1/2" - 3/4" x Ø

15: 10 kW. 3/4" x Ø 22: 25 kW.

Calibraciones: 3, 4, 6, 7 o 10 bar.

Certificadas según norma EN 1490

calibraciones: 4, 7 o 10

bar.Electroválvula



Medidas: 1/2" M DIAM 15 10 BAR. Válvula de seguridad combinada de temperatura y presión. Para instalaciones hidrosanitarias, como protección del acumulador de agua caliente.

### **3.6 Válvula compuerta.**

Es una válvula diseñada para cortar el paso del fluido a través de una conducción. Controlará el flujo de vapor a través del conducto que une la caldera con la plancha. Su funcionamiento siempre debe de ser totalmente abierto o cerrado, nunca en regulación para evitar daños por cavitación.

Usaremos una electroválvula fabricada en acero inoxidable y protegida contra filtraciones de aceite, refrigerante, etc y sellada con fluoroelastómetro.

### **3.7 Sensores.**

#### **Sensor de nivel.**

El sensor de nivel medirá el nivel que tenga el depósito y el calderín, detectando los límites mínimo y máximo del nivel de agua. Se utilizarán para garantizar la seguridad de la estructura, evitando desperdicio de agua, y evitando la entrada de aire en la tubería.

Hemos elegido un sensor de nivel de tipo comercial, concretamente el sensor horizontal de la marca cynergy<sup>3</sup> de la serie RSF46, que es capaz de trabajar con una temperatura máxima constante de 200°C. Es un sensor de nivel interruptor que nos tendrá informados de cuando alcanzamos el nivel deseado de agua en nuestro depósito.

#### **Sensor de Presión.**

Utilizaremos para medir la presión un sensor Trasmisor de Tensión DMP33. El cual tendrá dos funciones en nuestro sistema. La primera de ellas es en la que se encargará de regular la presión en el interior del calderín. La cual por motivos de seguridad no debe de exceder de 5 bares.

La segunda es que se utilizará para detectar el nivel e agua del depósito. En caso de que el calderín alcance la presión máxima, se activará una válvula de seguridad.

#### **Sensor de Temperatura.**

La elección de un sensor de temperatura depende del proceso que se está controlando, de los niveles de temperatura que se tienen que medir, y de la sensibilidad que necesitamos. Nosotros elegimos el sensor LM35, el cual nos dará a la salida una tensión proporcional a la entrada captada.

El sensor de temperatura tiene dos funciones en nuestro sistema:



- Controlar la temperatura del calderín.
- Controlar la temperatura del elemento de planchado.

### **3.7.1 INDICADORES.**

En este proyecto utilizaremos diversos indicadores para conocer el estado de nuestro sistema.

#### **LED'S**

Se utilizarán LED'S de distintos colores para la indicación de cada parte del sistema. Los clasificaremos de la siguiente forma:

- LED VERDE: Indicarán que está activado el elemento calefactor de la caldera y el elemento de planchado (L1,L2).
- LED AZUL: Indicará la falta de agua en el depósito y el calderín (L3,L4).
- LED AMARILLO: Se activará cuando se haya alcanzado la presión máxima del calderín (L5)
- LED NARANJA: Este se encenderá cuando se alcance la temperatura necesaria por el elemento de planchado (L6).
- LED'S ROJOS: Los utilizaremos como indicadores de alarmas de diferentes partes del sistema.

#### **PANTALLA LCD.**

Las pantallas de cristal líquido LCD (*Liquid Cristal Display*) pueden mostrar cualquier carácter alfanumérico, representando la información que genera el sistema.

Utilizaremos para este proyecto una pantalla LCD de 4x16. Se tratará de un módulo microcontrolado que es capaz de representar en 4 líneas de 16 caracteres cada una, todas las indicaciones del estado del sistema. Para controlar la pantalla se usará el microcontrolador 16F877, que permitirá mostrar por pantalla el estado de nuestro sistema.

La pantalla LCD podrá mostrar los siguientes mensajes en este proyecto:

- AGUA OK: Nivel de agua en depósito adecuado.
- AGUA BAJA: Nivel de agua en el depósito es mínimo.
- T. PLANCHA BAJA: La plancha no tiene temperatura suficiente para planchar.
- T. PLANCHA OK: Temperatura de la plancha idónea para el planchado.
- T. CALEF. BAJA: El calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua, y por lo tanto, la producción de vapor del calderín no será la deseada.
- T. CALEF. OK: Temperatura mínima de ebullición alcanzada, se producirá el vapor correcto.
- PRESIÓN OK: Indica que la presión del calderín es correcta, con lo cual no se ha activado la válvula de seguridad.
- PRESIÓN ALTA: Indica que la presión del calderín es demasiado alta, y que se activará la válvula de seguridad.

### **3.8 Elemento calefactor.**

Después de los distintos elementos que forman nuestro proyecto, veremos la parte que se encargará de calentar el agua, el elemento calefactor. Para producir el vapor se usará un elemento que calentará el interior del calderín. Este dispositivo estará dentro del calderín, conectado al sistema de control, que a su vez controlará su activación y desactivación. Para esta función utilizaremos una resistencia calefactora diseñada para un funcionamiento permanente.

La encargada de este trabajo será una resistencia calefactora Serie RCE 016, alimentada por una tensión alterna de 140 V, pudiendo alcanzar una temperatura de hasta 175°C. Este elemento calefactor tendrá unas dimensiones de 45 mm de altura y una base de 10 mm de diámetro. Se utilizará el sensor de temperatura de resistencia sumergible

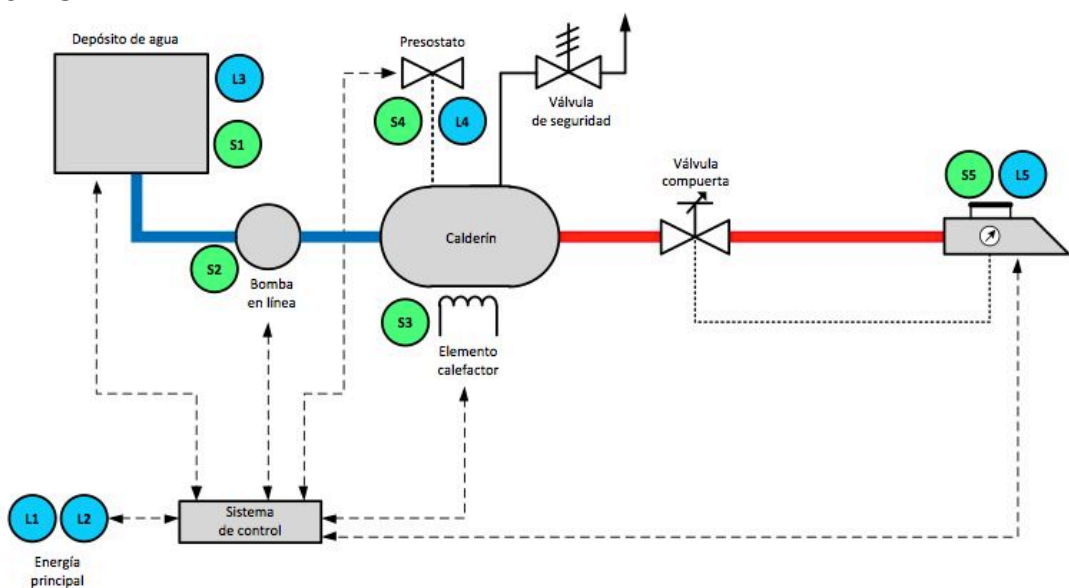
QT01005-253, que proporcionará 10 mV de salida por cada grado de entrada, es decir, que cuando llegue a los 100 °C tendremos 1 V. Para tener un voltaje lo suficientemente grande para trabajar en los rangos utilizados, añadiremos un amplificador operacional.

### 3.9 Sistema de control.

Es la parte que sirve de unión entre el operario y el proceso que desarrolla el equipo. Su función es la de controlar automáticamente el funcionamiento del sistema de planchado, recogiendo la información que le transmite los sensores y accionando los componentes necesarios para su correcto funcionamiento.

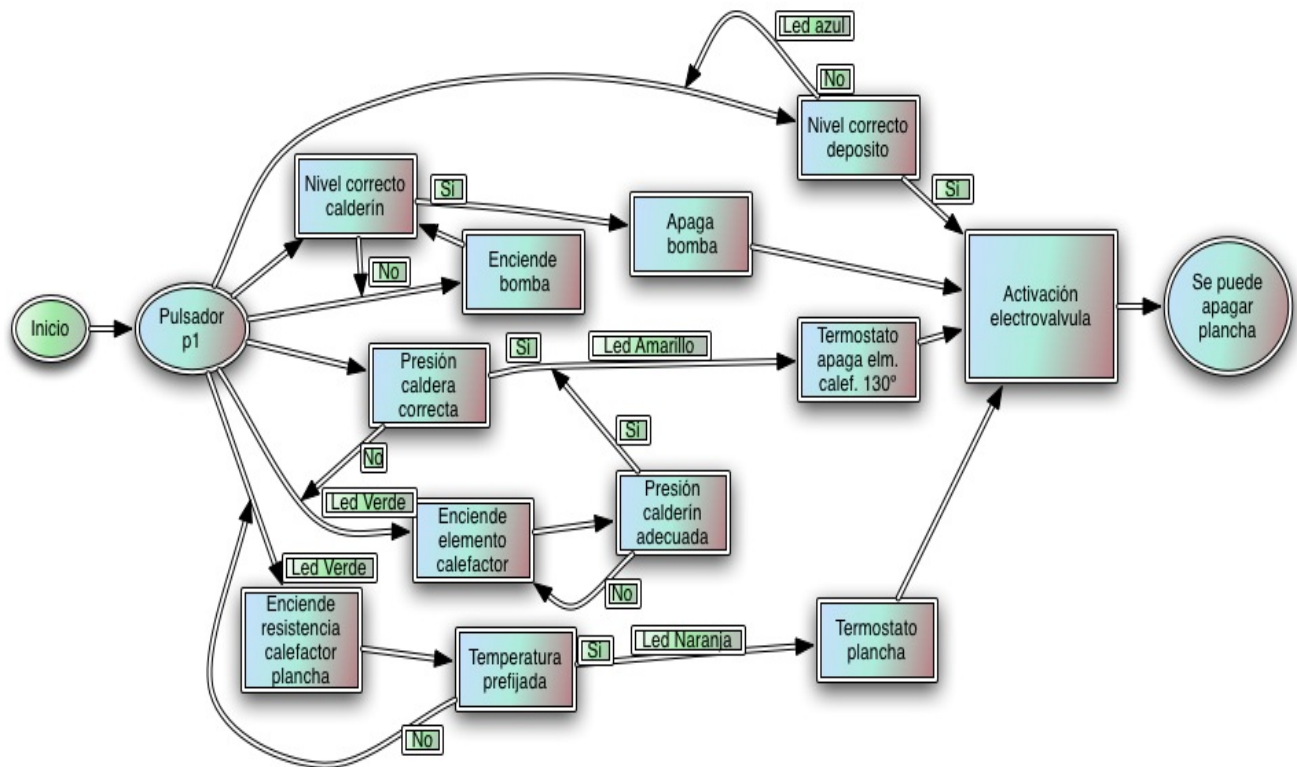
El sistema de control está formado por una pantalla LCD y dos microcontroladores, que estarán protegidos debidamente ante el agua, vapor, calor y suciedad.

Los microcontroladores elegidos para formar el sistema de control serán el PIC16F84 y el PIC16F877. El PIC16F84 se utilizará para controlar el accionamiento del sistema, y el PIC16F877 para controlar la pantalla LCD.



### 3.10 Esquema funcional del sistema

#### Diagrama funcional.



# **PLIEGO DE CONDICIONES**

## **1. CARACTERÍSTICAS DEL CALDERÍN, DEPÓSITO DE AGUA Y TUBERÍAS.**

### **1.1. CALDERIN**

#### **1.1.1. Dimensiones.**

El calderín se utilizará para disponer de una cantidad de agua suficiente. Queremos que tenga siempre 5 litros de agua, pero lo diseñaremos con mas capacidad para tener un margen adecuado, cogemos una caldera de 8 dm<sup>3</sup>

#### **1.1.2. Aislamiento térmico.**

Haremos un estudio para calcular el aislante justo para el calderín. Ya que demasiado aislante disipara mejor el calor pero aumentaría el costo de este. A continuación vamos a nombrar las principales razones por las que debemos aislar el calderín:

- Hacer soportable y segura la zona de trabajo
- Impedir altas temperaturas en zonas accesibles por los operarios.
- Ahorro de consumo de energía

Para minimizar las perdidas de calor se tomaran medidas:

- Se pintará el calderín con una imprimación antioxidante y pintura antitérmica
- Estará recubierto por lana de vidrio sin aglomerar, y con malla de acero galvanizado.
- Recubrimiento exterior de la lana de vidrio de chapa galvanizada de 1mm, para que la temperatura exterior no sea mayor de 35 °C.

## 1.2. TUBERÍAS.

Las tuberías destinadas a utilizarse en sistemas de presión se diseñan para resistir una presión interna específica. Esta presión nominal PN, es la máxima presión a la que puede estar sometida en operación continua a una determinada temperatura.

La normativa ISO establece que la designación del material en relación con el nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS, que se debe considerar en el diseño de tuberías por un tiempo de 50 años y una conducción de agua a 20°C.

### 1.2.1. Tubería de conducción del depósito al calderín.

Las tuberías que comunicarán el depósito de agua y el calderín serán de polietileno (HDPE), tipo PE 100. Ya que las tuberías de polietilenos tienen estas ventajas:

- Livianas
- Flexibles y resistentes.
- Resistentes a la Radiación Ultravioleta
- Resistencia a la Abrasión.
- Resistencia a líquidos y gases a baja temperatura

En la siguiente tabla se especifican las características de las tuberías:

Designación del material	MRS a 50 años y 20°C (MPa)	Tensión de diseño, $\sigma_s$ (MPa)
PE 100	10	8,0
PE 80	8	6,3
PE 63	6.3	5,0

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

$$e = (PN \times D) / (2\sigma_s + PN) \quad PN = \text{presión nominal, MPa}$$

D = diámetro externo de la tubería, mm  $\sigma_s$  = tensión de diseño, MPa (1 MPa = 10 bar  $\approx$  10 Kgf/cm<sup>2</sup>) 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:

$$e = (PN \times 100) / (2 \times 80 + PN)$$

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 e tarado de la válvula es 5 bares, supondremos que la presión nominal (PN) es igual a 5.2 bares aproximadamente.

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

$$e = (5.2 \times 100) / (2 \times 80 + 5.2) = 3.14 \text{ mm}$$

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 deposito de agua.

### **1.2.2. Tuberías de conducción desde calderín a la plancha.**

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 de las aguas y de las tierras.
- Mejor comportamiento, frente a las heladas que los demás tubos, ya que algunos tipos se rompen 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 pueden unir con cualquier tipo de soldadura alguno (polietileno), son totalmente flexibles, elaborándose en rollos, con lo cual el número de juntas y pérdidas de carga son menores.
- Son tubos aislantes térmicos y eléctricos, por lo cual las corrientes vagabundas y telúricas que se producen 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.

### **1.3. DEPOSITO DE AGUA**

#### **Dimensiones del depósito.**

El depósito de agua, al igual que el calderín, debe almacenar 5 litros de agua y con un volumen de 8 dm<sup>3</sup>. El depósito de agua será de acero inoxidable debido a su resistencia ante la corrosión.

#### **Aislamiento térmico del depósito.**

El depósito se pintará con una mano de imprimación antioxidante y otra mano de pintura antitérmica.

El depósito será envuelto con una manta de lana de vidrio sin aglomerar, y un soporte de malla de acero galvanizado. Esta manta irá recubierta por una chapa galvanizada de 1mm de espesor para que la temperatura superficial sea siempre inferior a 35 °C.

## **2. SENSORES EN EL DEPÓSITO Y SU FUNCIÓN**

### **2.1 CONTROL DE NIVEL**

Para el control del nivel del agua en el depósito, pondremos en su interior dos sensores de presión. Uno estará colocado en un punto donde nunca llegue el nivel del agua y el otro en un punto límite del nivel del agua. Se compararán las señales de ambos sensores y cuando estas no sean iguales significara que uno esta en el interior y otro fuera de ella, por lo tanto no se ha alcanzado el nivel mínimo de agua.

Los sensores utilizados son sensores de presión de alta precisión DMP 331. El situado fuera del agua se denominará SAPD (Sensor A de Presión en el Depósito) y el del límite lo llamaremos SBPD.

#### **2.1.1. Funcionamiento del circuito SAPD (Sensor A de Presión en el Depósito).**

Para medir la presión en el interior del depósito utilizaremos el sensor DMP 331. Este sensor 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 Voltios.

La presión máxima en el deposito es de 5 bares, para esta presión obtendríamos una tensión a la salida de 1.25V aproximadamente, ya que la salida de este sensor es lineal. Los datos del sensor de presión a la los llevaremos a un amplificador operacional (U1) para trabajar con mayor comodidad. La formula de este amplificador es:

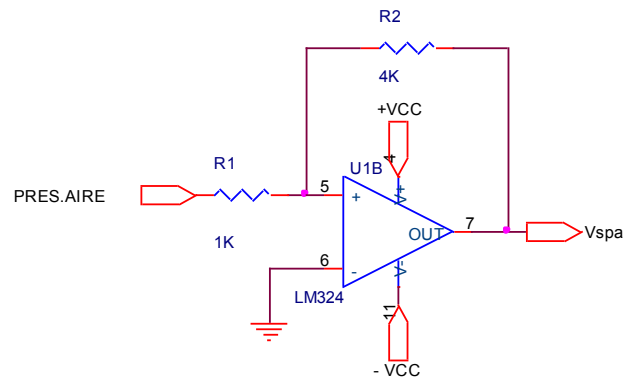
$$VSPA = - (R2 / R1) * VIN,U1$$

Donde VIN,U1 es la salida del sensor SPA. Queremos que a presión de 5

bares obtengamos de salida 5V, por lo tanto, suponiendo un R1 igual a 1kΩ:

$R2 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4K\Omega$  Con estos cálculos obtendremos VSPA, la cual compararemos con el sensor de presión

sumergido.



### 2.1.2. Funcionamiento del Sensor B de Presión (SBPD).

Al sensor encargado de medir la presión del agua en el interior del depósito se le ha llamado Sensor de presión de agua (SBPD). Cumpliendo con el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1, situaremos al SBPD a 70 milímetros de la base del calderín, ya que es el nivel mínimo del agua.

Para el sensor SBPD, 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 cogeremos los 5 bares de presión como referencia

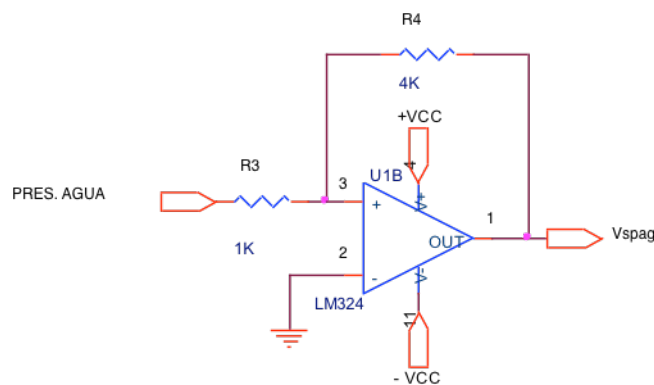
Al igual que en el anterior sensor SAPD, llevaremos la salida del sensor de presión a un amplificador operacional (U2).

$$VSPAG = - (R4 / R3) * VIN,U2$$

Donde VIN,U2 es la salida del sensor SBPD. Al igual que los cálculos anteriores tomamos que a 5 bares de presión la salida sea 5V, por lo tanto, suponemos R3 igual a 1 KΩ:

$$R4 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4 \text{ K}\Omega$$

Una vez obtenida VSBPD la compararemos con VSAPD.



### 2.1.3. Comparación entre los sensores.

En este apartado vamos a utilizar un comparador (U3) para llevar a cabo la comparación de las salidas de ambos sensores de presión. La función del comparador es:

- Si la tensión VSAPD es mayor que la tensión VSBPD, la salida del comparador será +15V.
- Si la tensión VSAPD es menor que la tensión VSBPD, obtendremos a la salida del comparador -15V.
- Si ambas tensiones son iguales, obtendremos a la salida del comparador 0V. Cuando los valores de las tensiones VSAPD y VSBPD son distintos que el nivel de agua se encuentra entre el mínimo y el máximo del depósito. Sin embargo, cuando estas tensiones son iguales

nos indicará que ambos sensores miden la misma presión, es decir, que ambos sensores se encuentran fuera del agua y que en el depósito no se ha alcanzado el nivel de agua mínimo.

A la salida del comparador (VCOM) añadiremos un amplificador operacional. Este comparador solo puede tomar 3 valores posibles: +15V, -15V y 0V. Los datos de este amplificador son:

$$V_{OUT,U5} = - (R_6 / R_5) * V_{COM}$$

Teniendo en cuenta que solo deseamos obtener a la salida dos posibles tensiones (+5V y 0V), tendremos que añadir un diodo, el cual tiene una caída de tensión (0.7V aprox).

$$V_{OUT,U5} = 5V + 0.7V = 5.7V$$

Si queremos obtener esta salida, debemos ajustar las características del amplificador:

$$R_6 = (5.7 \times 1000) / 15 = 380\Omega$$

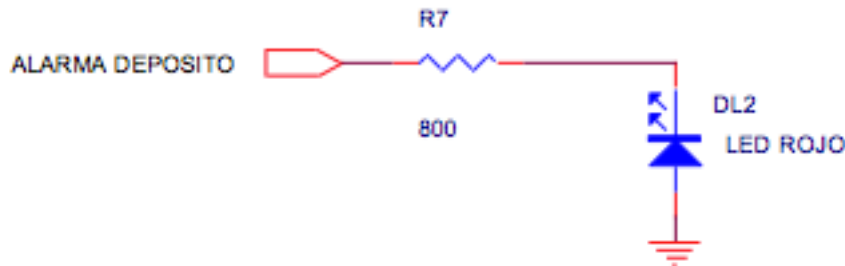
En este circuito, podremos obtener 2 salidas (VAGUA) posibles: +5V y 0V. Si obtenemos una salida de +5V indicará que el nivel de agua es el correcto, ya que las salidas de los sensores serían distintas. Sin embargo, si obtenemos una salida de 0V indicará que el nivel de agua está por debajo de 70 mm y tendríamos las mismas salidas en los sensores.

#### **2.1.4. Alarma de nivel del depósito.**

La alarma del circuito detector de nivel se ha basado en la relación entre la presión y la densidad del agua y aire. El agua, que es más densa que el aire, ejercerá mayor presión en las paredes del calderín. La densidad del agua es  $1 \times 10^3 \rho$  (kg/m<sup>3</sup>) mientras que la del aire es  $1.29 \rho$  (Kg/m<sup>3</sup>). Estos valores han sido tomados a temperatura ambiente, ya que la densidad depende de factores ambientales tales como la temperatura y la presión. Debido a esto, la presión captada en el interior del agua del depósito deberá ser siempre mayor a la presión captada fuera de él.

Para controlar esto se ha instalado una alarma luminosa, que se manifestaría a

través de un Led rojo y nos indicaría que el sensor de presión del agua detectara menos presión en el sistema que fuera de él.



### **3. CONTROL DE LA BOMBA**

#### **3.1 Bomba.**

La bomba que hemos elegido como mejor opción para impulsar y transportar el agua es una bomba de impulsión en línea, que proporcionará un caudal adecuado para alimentar de agua sin problemas la caldera.

El funcionamiento o no funcionamiento de la bomba dependerá del nivel de agua que haya en el calderín, de si es necesario aportar más agua o no. La función de la bomba es la de impulsar y transportar el agua del depósito al calderín. La bomba estará controlada por el nivel de agua del calderín y únicamente se activará cuando el nivel del agua se encuentre por debajo del mínimo propuesto. El sistema de alimentación de agua será automático y habrá un sensor que nos indique el estado del funcionamiento de la bomba, si en marcha o parada, dependerá del nivel de agua en el calderín. Por ello, la bomba estará conectada a los sensores del calderín.

La bomba elegida para este proyecto suministrará al calderín un caudal aproximado de 6 l/min. La tensión de alimentación es de 12V en continua.

Esta bomba 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. Todo ello de acuerdo con el Apartado 5 del Artículo 15 de la I.T.C. MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión.

### **3.2. Detector de nivel del calderín mediante sensores**

El detector de nivel situado en el calderín será el encargado de poner en funcionamiento la bomba. En este proyecto vamos a utilizar un sensor de presión como sensor de nivel, el sensor de presión escogido es el DMP 331, este sensor devuelve a la salida una tensión proporcional a la presión de entrada.

Para poder utilizar correctamente este sensor tendremos en cuenta la relación entre presión y densidad, ya que el agua, cuya densidad es  $1 \times 10^3 \rho$  (Kg/m<sup>3</sup>), es más densa que el aire  $1.29 \rho$  (Kg/m<sup>3</sup>). Por este motivo ejercerá más presión sobre las paredes del calderín.

Para la medición del nivel de agua en el calderín utilizaremos 2 sensores DMP331, situando uno en la parte inferior del calderín a 70 mm de la base (sensor SBPC) y el otro sensor en la parte superior del calderín en una ubicación donde no se encuentre en contacto con el agua (sensor SAPC), cumpliendo con el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1.

#### **3.2.1. Sensor SAPC.**

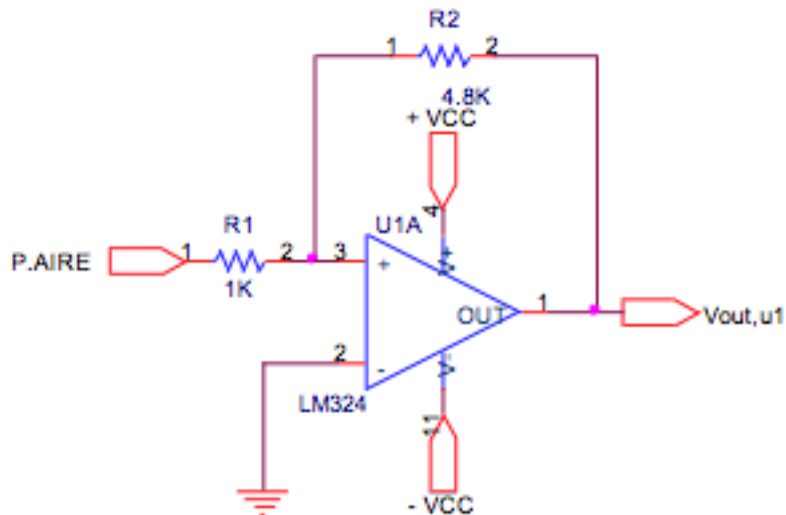
Si tomamos como presión máxima del calderín 5 bares, se dispondrá de una salida del sensor aproximada de 1.25V. Los valores a la salida de este sensor (VIN,U1) se llevaran hasta un amplificador operacional (U1).

$$V_{OUT,U1} = -(R2 / R1) * V_{IN,U1}$$

Como queremos que a presión máxima (5 bares) nos proporcione una salida de 6V, calculamos el valor de R2 suponiendo una R1 = 1K $\Omega$

$$R2 = (6 \times 1000) / 1.25 = 4.8K\Omega$$

Una vez obtenida la salida del amplificador operacional ( $V_{OUT,U1}$ ) la compararemos con la salida del sensor SBPC.



### 3.2.2. Sensor SBPC.

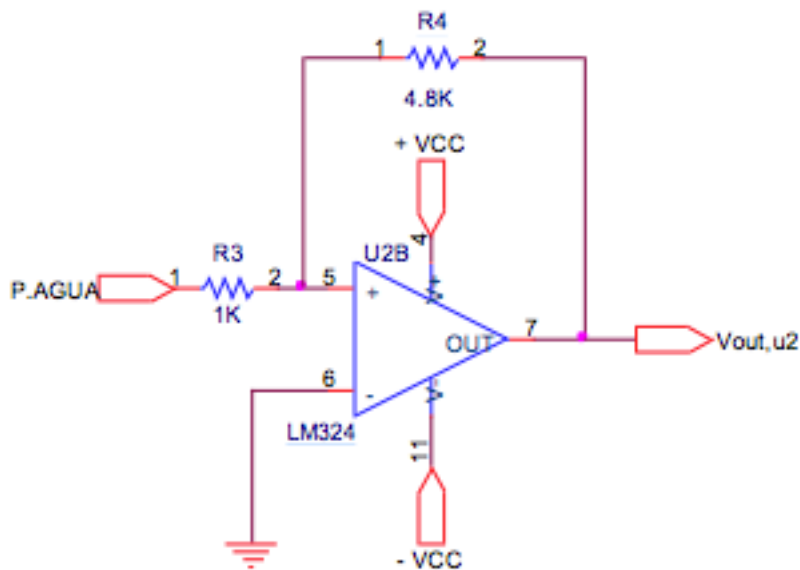
Llamaremos sensor SBPC al sensor DMP331 colocado en contacto con el agua a 70 mm de la base del calderín. Este sensor siempre medirá más presión que el sensor SPA debido a la relación entre la densidad y la presión comentada anteriormente. Si tomamos como presión referencia 5 bares (tensión máxima) tendremos una salida aproximada de 1.25V. Al igual que en el sensor SPA, la salida de este sensor la llevaremos a un amplificador operacional ( $U2$ ).

$$V_{OUT,U2} = - (R4 / R3) * V_{IN,U2}$$

Como queremos que a presión máxima (5 bares) nos proporcione una salida de 6V, calculamos el valor de  $R4$  suponiendo una  $R3=1K\Omega$

$$R4 = (6 \times 1000) / 1.25 = 4.8K\Omega$$





### 3.2.3 Comparación entre los sensores y alarma.

En este apartado compararemos las 2 tensiones obtenidas de los sensores SAPC y SBPC, para ello, introduciremos los valores en el comparador U3 pudiendo ofrecer estas respuestas:

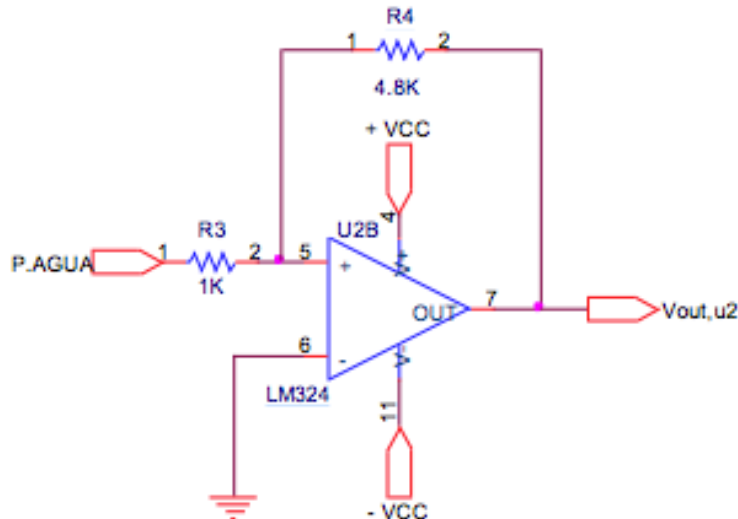
- 0V: Esta respuesta la obtendríamos si alcanzamos el nivel mínimo de agua e el calderín, ya que ambos sensores captarían la misma presión.
- -15V y 15V: Estas respuestas las obtendríamos porque el sensor SBPC captaría una presión distinta a la que capta el sensor SAPC.

Como hemos mencionado anteriormente, la presión del sensor SBPC siempre deberá ser mayor que la del sensor SAPC, esto quiere decir que no deberemos obtener a la salida del comparador un valor de -15V. En el caso de que obtengamos este valor, se considerará una anomalía en el calderín y se encenderá un LED rojo. Este LED rojo se interpretará como una alarma, para poder activar este relé de alarma se añadirá un amplificador operacional. Supondremos una  $R5 = 1K\Omega$

$$VALARMA = - (R6 / R5) * VIN$$

R5

$$R6 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33\Omega$$



### 3.3. Activación de la bomba.

El encargado de poner en marcha la bomba es la salida del comparador, estas salida solo podían tomar 2 valores: +15V y 0V. La activación del relé solido es de 5V, para filtrar la salida del comparador colocaremos un diodo. Este diodo afectará a la caída de tensión del circuito, si suponemos que la tensión del diodo es de 0.7V obtendremos una VOUT de 14.3V.

Queremos conseguir a la salida del circuito (VOUT) una tensión de 0V cuando el sensor detecte que hay un nivel suficiente de agua y una tensión de +15V cuando el sensor detecte que no hay un nivel de agua suficiente. Para lograr esto compararemos VOUT con la tensión obtenida anteriormente a la cual llamaremos  $V4 = 14.3V$

Al comparar  $V4$  con  $V_{out}$ , obtenemos las siguientes salidas:

- Si  $V_{OUT}$  es igual a  $V4$ , el comparador devolverá 0V
- Si  $V_{OUT}$  es inferior a  $V4$ , el comparador devolverá +15V Para obtener los 5V necesarios para activar el relé solido añadiremos un amplificador operacional.

$$VBOMBA = - (R9 / R8) * VIN$$

Siendo VIN la salida del sensor, para calcular R9 supondremos un R8 = 1K $\Omega$

$$R9 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33\Omega \sim 330 \Omega$$

## **4. CONTROL DEL ELEMENTO CALEFACTOR.**

### **4.1. Elemento calefactor y Termostato.**

La función del calderín es la de producir vapor a presión mediante el calentamiento del agua. Para llevar esto a cabo el calderín tendrá en su interior una resistencia calefactora semiconductor. El elemento calefactor lo conectaremos a un termostato con un relé integrado para que en función de la temperatura se apague o encienda la resistencia calefactora.

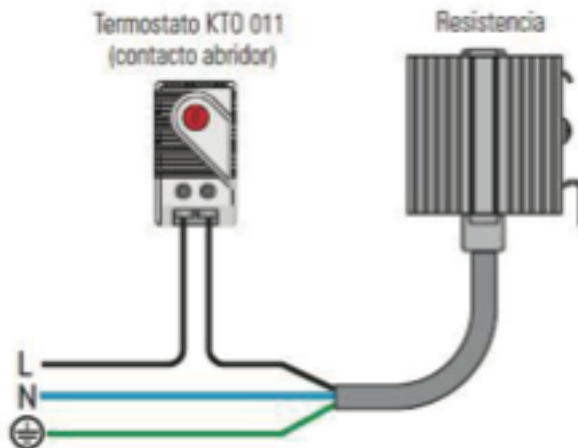
Colocaremos un indicador visual en forma de led para indicar la activación del elemento calefactor de la caldera.

Además, colocaremos un sensor de temperatura para indicar al PIC si la temperatura en el calderín ha superado 100°C o no.

La resistencia calefactora semiconductor elegida es de la marca STEGO con referencia Serie HGK 047. El elemento calefactor tendrá que alimentarse con una tensión alterna de 140v según la hoja de características de esta.

Las dimensiones de la resistencia elegida son de 50 mm de longitud y 50 mm de diámetro máximo. Tiene tres cables de conexión, todos ellos revestidos de silicona.

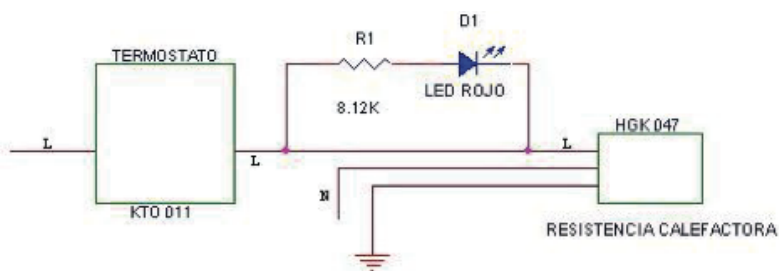
También hemos escogido un termostato de la misma marca, por la facilidad de conexión entre ambos. El termostato KTO 011 de la marca STEGO. Las dimensiones del termostato KTO 011 son de 60x33x43 mm. Y tiene integrado en su interior un relé. Este se conectará en serie en el cable de conexión L de la resistencia calefactora del siguiente modo:



Led de aviso:

Colocaremos un indicador visual en forma de led para indicar la activación del elemento calefactor de la caldera.

Colocaremos una resistencia y un led en serie, todo ello en paralelo con la patilla L del elemento calefactor, pero entre el termostato y el elemento calefactor. Del siguiente modo:



Como la alimentación del elemento calefactor es 140V:

$$R = \frac{V - V_{led}}{I_{led}} = \frac{140 - 1.9}{17 \cdot 10^{-3}} = 8.12 \text{ K}\Omega$$

#### 4.1.1. Salida del sensor de temperatura.

Colocaremos un sensor de temperatura para indicar al PIC si la temperatura en

el calderín ha superado 100°C. El sensor escogido es el sensor de temperatura LM35, el cual proporciona 10 mV a la salida por cada grado a la entrada. Para trabajar con mayor comodidad añadiremos un amplificador operacional a la salida del sensor.

Mediante este sensor comprobaremos el funcionamiento del elemento calefactor. Considerando que este sensor funciona una vez obtenida una temperatura superior a 100°C, el sensor devolverá una salida de 1 V para esta temperatura. Los datos del amplificador colocado a la salida de sensor son:

$$V_0 = - (R_2/R_1) * V_{IN1}$$

Suponiendo una resistencia  $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$ .  $R_2 = (5 \times 1000) / 1 = 5 \text{ K}\Omega$

Utilizaremos un comparador para comprobar que la temperatura captada por el sensor es correcto o no. Las salidas posibles del comparador son:

- El sensor devolverá -15 V cuando la temperatura sea menor de 100 °C.
- El sensor devolverá 0 V cuando la temperatura sea igual a 100 °C.
- El sensor devolverá 15 V cuando la temperatura sea mayor de 100 °C.

A la salida de este comparador colocaremos un diodo, con una caída de tensión de 0.7V. Este diodo nos rectificará la salida del comparador obteniendo estos resultados:

- El comparador devolverá 0V para una temperatura igual o menor de 100 °C.
- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura supere los 100 °C. Si tenemos en cuenta la caída de tensión en el diodo, obtenemos este valor:

$$V_{IN2} = 15 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 14.3 \text{ V}$$

A la salida de este circuito se necesitan 5 V porque es una de las entradas del PIC16F877, para adaptar la salida añadiremos un amplificador operacional:

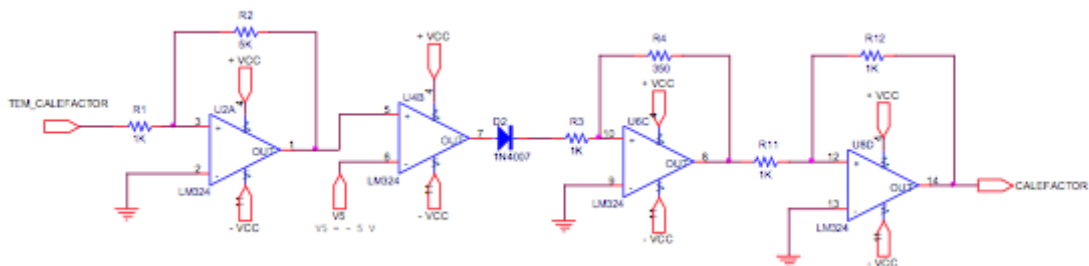
$$V_{CALEFACTOR} = - (R_4 / R_3) * V_{IN2}$$

En donde  $R_3 = 1 \text{ K}\Omega$ , despejando  $R_4$  obtenemos un valor:

$$R_4 = (5 \times 1000) / 14.3 = 350 \Omega$$

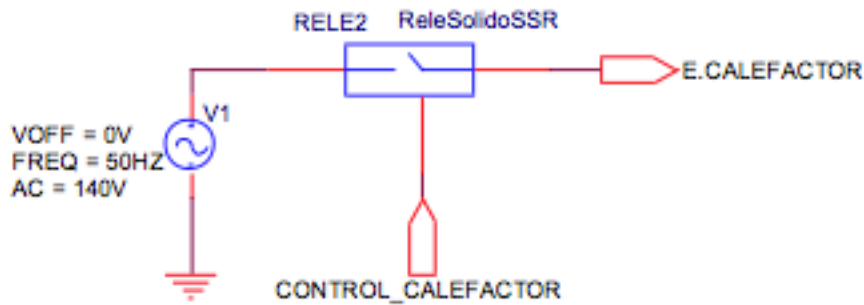
Una vez establecido el circuito, este se encargará de controlar si la temperatura del calefactor es la correcta y deberá cumplir lo siguiente:

- Si la temperatura es menor o igual de  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  el comparador devolverá 0 V, esto significará que el calefactor no funciona correctamente
- Si la temperatura es mayor de  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  el comparador devolverá 5 V, y significará que el elemento resistivo funciona correctamente.



## 4.2. Circuito de alimentación.

La resistencia calefactora estará alimentada con una tensión alterna de 140 V. Para controlar el elemento calefactor se utilizará un relé solido (SSR) normalmente cerrado. Según su hoja de características la tensión de activación de este relé solido es de 5 V.



### 4.3. Termostato.

El termostato consistirá en la activación o apagado del elemento calefactor de la plancha por medio de la señal de control. Para ellos limitaremos la temperatura máxima en 130°C.

Para diseñar el termostato se utilizará un relé sólido (SSR), el cual se abrirá o cerrará en función de la señal de control obtenida. La tensión de activación del relé sólido es de 5V según su hoja de características.

Para limitar la temperatura a 130°C, utilizaremos la tensión del sensor LM35 anteriormente utilizada y la llevaremos a la entrada positiva de un comparador. Cuando este sensor detecte que se han alcanzado los 130°C el relé se abrirá, provocando que el elemento calefactor se desactive.

Queremos que elemento calefactor alcance su temperatura máxima a los 130 oC y se desconecte. Según la hoja de características este sensor proporcionará una tensión de 1.3V a una temperatura de 130°.

A la salida del sensor LM35 añadiremos un amplificador operacional, el cual ampliará la salida a 5V.

$$V_{out} = - (R6 / R5) * V_{IN3}$$

Si suponemos una R5 = 1 KΩ:

$$R6 = (5 \times 1000) / 1.3 = 3.846 \text{ K}\Omega \sim 3.8 \text{ K}\Omega$$

Añadiremos un comparador a la salida del amplificador para respuesta en función de la temperatura captada:

- El comparador devolverá -15 V cuando la temperatura captada supere los 130 °C.
- El comparador devolverá 0 V cuando la temperatura sea igual a 130 °C.
- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura captada sea inferior a 130 °C. Para rectificar la salida del comparador colocaremos un diodo, provocando estas respuestas:

El comparador devolverá 0 V cuando la temperatura sea mayor o igual a 130°C.

- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura sea menor de 130°C. Como en el caso anterior, colocaremos un amplificador operacional a la salida del comparador, porque la señal de control del relé sólido puede alimentarse con 5 voltios. Obteniendo los siguientes datos:  $V_{CONTROL\_CALEFACTOR} = - (R8 / R7) * VIN2$  Si suponemos una  $R7 = 1K\Omega$ , despejando obtenemos:

$$R8 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33 \Omega \sim 330\Omega$$

Después de realizar estos cálculos, quedará la salida del circuito así:

- El circuito devolverá 0 V cuando la temperatura sea mayor o igual a 130 °C.
- El circuito devolverá 5V cuando la temperatura sea menor de 130 °C.

## **5. PRESION DEL CALDERÍN.**

### **5.1. 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.

#### **5.1.1. 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.

#### **5.1.2. 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.

### **5.2. FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO.**

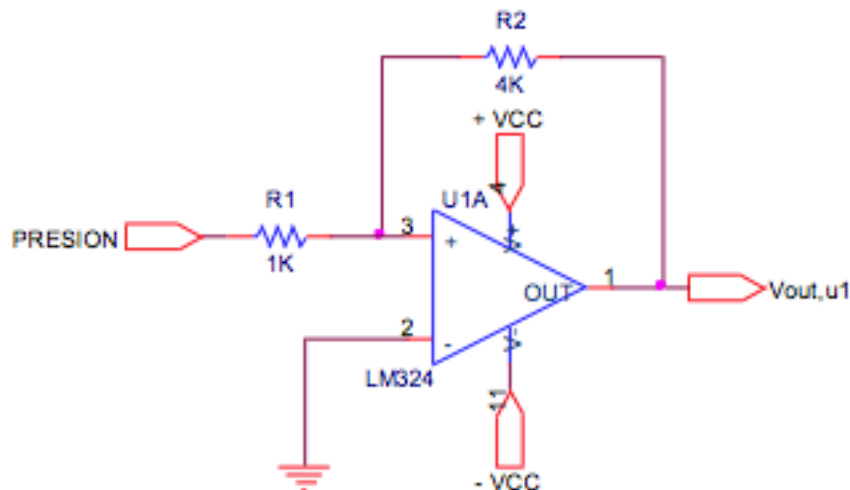
El circuito que se compone de un sensor de presión, que según su hoja de características esta alimentado a una tensión de 12 V, produce una tensión a la salida proporcional a la presión de entrada. A una presión de 5 bares nos proporcionara aproximadamente 1.25V.

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 (U1), quedando así:

$$V_{OUT,U1} = - (R2 / R1) * V_{IN,U2}$$

Siendo  $V_{OUT,U1}$  la salida del sensor. Como queremos que a una presión de 5 bares la tensión de salida sea 5 V, suponemos una  $R1 = 1K\Omega$ :

$$R2 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4 K\Omega$$



La salida del amplificador (U1) la comparamos con una tensión constante igual a 5 V. Conociendo que la salida U1 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 e el interior del calderín sea igual a 5 V, la tensión de salida en U1 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 (U2). Esto se hace para adaptar la salida de 5 V para alimentar la válvula de seguridad. Los datos de este paso quedan así:  $V_{OUT,V2} = - (R4 / R3) * V_{IN,U2}$  Siendo  $V_{IN,U2}$  la salida del comparador, supondremos una  $R3 = 1K\Omega$  y despejando la fórmula

queda así:

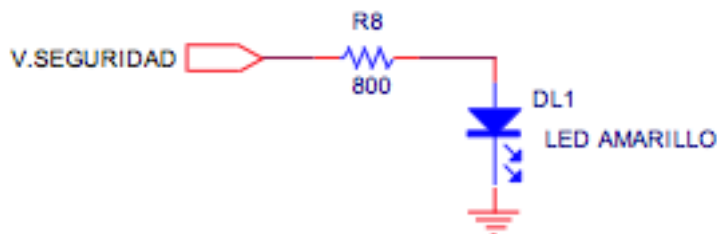
$$R4 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33 \Omega \sim 330 \Omega$$

Añadiremos a la salida de U2 un amplificador operacional con ganancia unitaria (U3) 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.

### 5.3. INDICADOR DE PRESION 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.



### 6. COMPOSICION Y FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO DE PLANCHADO.

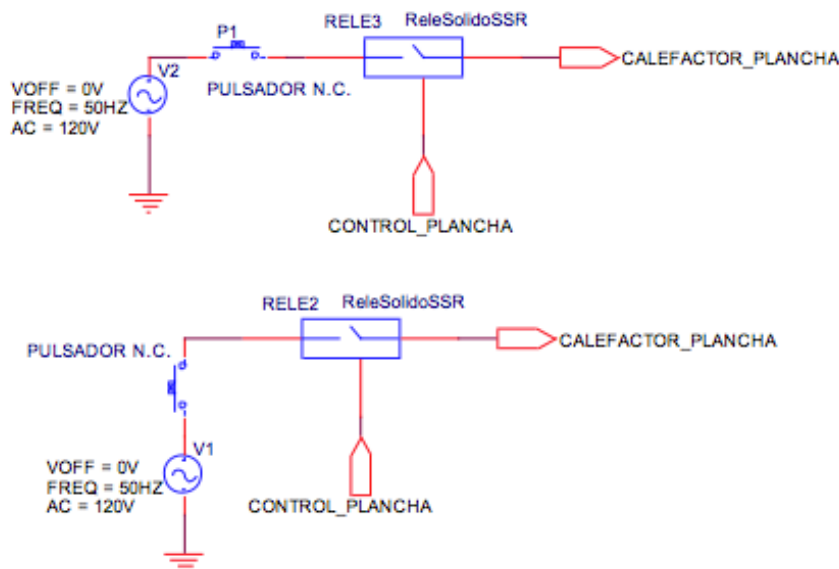
El elemento de planchado constará de varias partes:

- El depósito: donde se almacena temporalmente el vapor procedente del calderín.
- Elemento calefactor: es el dispositivo que aportará temperatura al Pie de la plancha.

- Pie de la plancha: es la base de la plancha, la cual estará en contacto con el tejido a planchar.
- Sensor de Temperatura: es el encargado de comprobar si es adecuada la temperatura de la plancha.

### 6.1. Elemento calefactor.

El elemento calefactor, fabricado de mica aislada, es el encargado de aportar temperatura al Pie de la plancha. Este elemento estará en contacto con la plancha para facilitar la transmisión de calor. Este dispositivo está alimentado, según su hoja de características, por una tensión de 120 V en alterna. El circuito tendrá un pulsador manual para poder interrumpir en caso de emergencia la alimentación de la plancha. A continuación se muestra el esquema del circuito:



#### 6.1.1. Termostato.

El termostato es el encargado de activar o desactivar el elemento calefactor por medio de la señal de control. Para ello estableceremos en 120 °C la temperatura máxima. Utilizaremos un relé solido (SSR) para diseñar el

termostato, este termostato se abrirá o se cerrará en función de la señal de control obtenida. Para ello comprobamos su hoja de características y establecemos que la tensión de activación es de 5V.

Para establecer los 120 °C como temperatura límites utilizaremos la tensión del sensor LM35 anteriormente utilizada y la llevaremos a la entrada positiva de un comparador. Para llevar un correcta comparación, tendremos en cuenta que si a 130 °C equivale a 5V, a 120 °C equivaldrá a 4.56 V (tensión en la entrada negativa del comparador).

Para rectificar la señal añadimos un diodo a la salida del comparador, obteniendo valores de +15V y 0 V únicamente.

Añadiremos a continuación un amplificador operacional para trabajar con valores comprendidos entre 5V y 0V.

$$V_{OUT,U8} = - (R_{10} / R_9) * V_{IN8}$$

Teniendo en cuenta una caída de tensión en el diodo de 0.7 V y una  $R_9 = 1$  K $\Omega$ :

$$R_{10} = (5 \times 1000) / 14.3 = 349.65\Omega \sim 350\Omega$$

Como la salida de este amplificador es negativa, añadiremos otro amplificador operacional a la salida, pero de ganancia la unidad:

Una vez terminado, el objetivo de este circuito es:

- Cuando la temperatura captada sea mayor o igual a 130 °C, la salida CONTROL PLANCHA será 0V, desactivando el relé SSR.
- Cuando la temperatura captada sea menor a 130 °C, la salida CONTROL PLANCHA será 5V, activando el relé SSR.

## 6.2. Sensor de temperatura.

Los tipos de sensores de temperatura varían dependiendo del proceso que van a controlar, de la sensibilidad que necesitamos y de los niveles de temperatura que tienen que medir.

Para nuestro proyecto, hemos escogido el sensor de temperatura LM35 que nos dará a la salida una tensión proporcional a la entrada captada. Este sensor puede medir desde los 2 °C hasta los 150 °C, dando a la salida 10mV por cada grado medido. Esto quiere decir que nuestro rango de valores a la salida varía entre los 0.02V y 1.3 V.

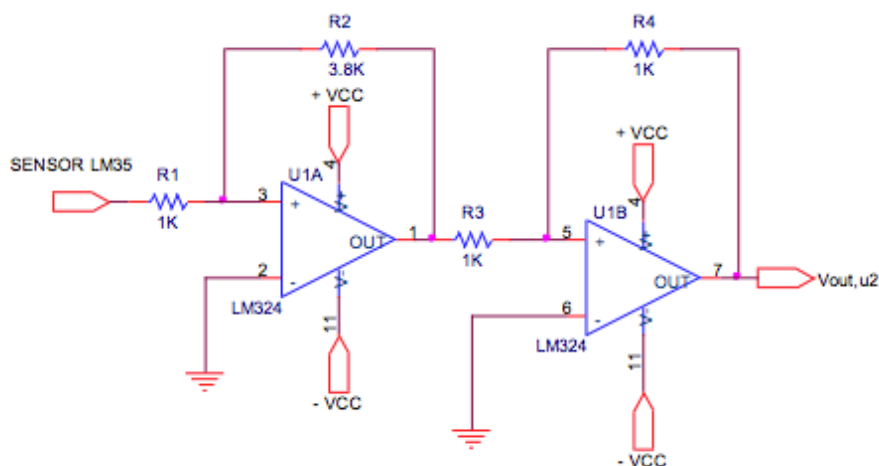
Este sensor, según su hoja de características, está alimentado con una tensión de 12V. A la salida de este sensor añadiremos un amplificador operacional para obtener un rango de salida entre 0 y 5 V.

$$V_{OUT,U2} = - (R2 / R1) * V_{IN2}$$

Si  $R1 = 1 \text{ K}\Omega$ , despejamos  $R2$ :

$$R2 = (5 \times 1000) / 1.3 = 3846.15 \sim 3.8 \text{ K}\Omega$$

Como la salida de este amplificador es negativa, añadimos otro amplificador operacional de ganancia unitaria:



ma EN 60311 establece que la temperatura mínima de planchado es 70°C, por lo tanto, compararemos si la temperatura captada por el sensor es igual o

mayor que 70°C.

Si tenemos en cuenta que una temperatura de 130 °C equivale a 5V, la temperatura de 70 °C equivaldrá a 2.69V. Además, como queremos rectificar la salida colocamos un diodo a la salida del comparador. Las posibles salidas del comparador son estas:

- La salida del comparador es 0, y por tanto quiere decir que la temperatura es inadecuada para planchar, cuando la tensión del circuito del sensor es menor o igual a 2.69V.
- La salida del comparador es 15V, y por tanto quiere decir que se ha alcanzado la temperatura adecuada para planchar, cuando la tensión del circuito del sensor sea mayor a 2.69V.

Esta salida de este comparador la vamos a llevar al PIC16F877. Para adaptar la salida de este comparador colocaremos otro amplificador operacional, quedando las siguientes salidas:

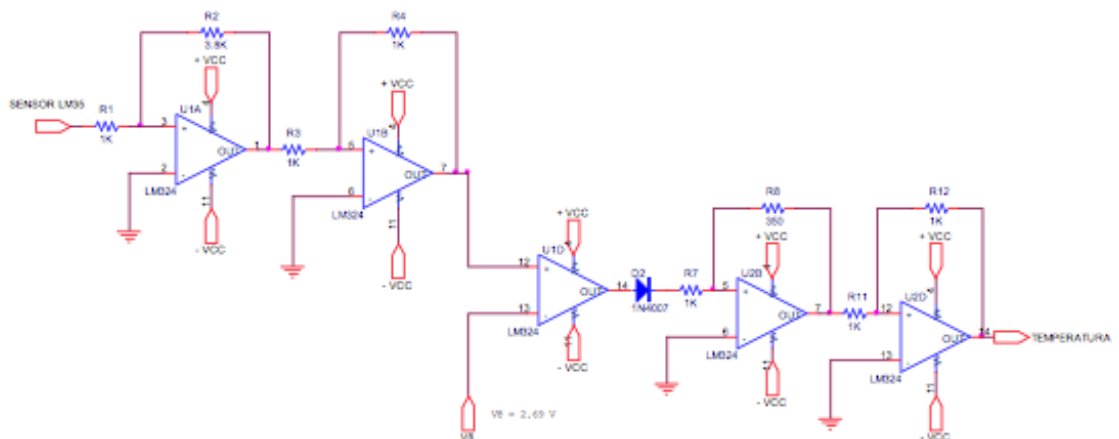
- La salida del comparador es 0V cuando la temperatura del circuito sea igual o menor que 70 °C.
- La salida del comparador es 5V cuando la temperatura del circuito supere los 70 °C. Como tenemos que tener en cuenta la caída de tensión del diodo en este amplificador. Los datos del amplificador quedaran así:

$$V_{TEM} = - (R2 / R1) * V_{IN5}$$

Con un valor  $R1 = 1 \text{ K}\Omega$  y despejando  $R2$ :

$$R2 = (5 \times 1000) / 14.3 = 349.65 \Omega$$

Al igual que en el apartado anterior, para cambiarle el signo a la salida añadiremos un amplificador operacional de ganancia unitaria:



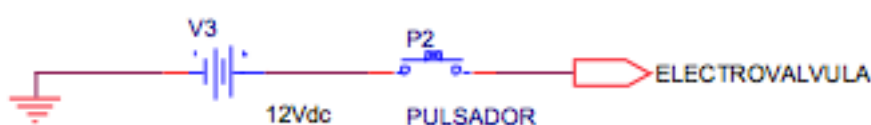
La salida del circuito TEMPERATURA se conectará a la parilla del PIC 16F877 para indicar por la pantalla LCD si la temperatura es la indicada para el planchado.

### 6.3. Vapor de la plancha.

El vapor de la plancha estará regulado manualmente mediante una electroválvula. Para este caso hemos elegido una electroválvula normalmente cerrada serie 1327 de la marca Jefferson. La alimentación de esta válvula será, según su hoja de características, de 12 V en continua.

El funcionamiento de este circuito es regular el paso del flujo de vapor, quedando así:

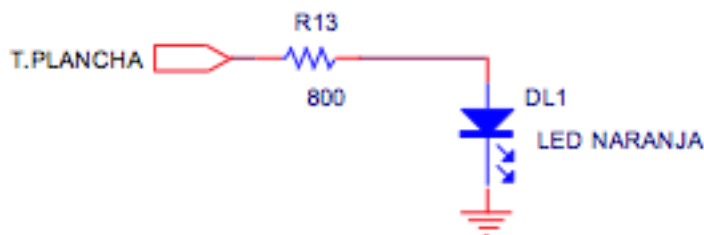
- Cuando el pulsador no esté accionado, la electroválvula estará cerrada impidiendo el flujo de vapor hasta la plancha.
- Cuando el pulsador esté accionado, la electroválvula se abrirá dejando paso al flujo de vapor hacia la plancha.





#### 6.4. Indicador LED de la plancha.

Para indicar si la plancha ha alcanzado la temperatura adecuada dispondremos de un LED de color naranja. Cuando este LED se esté encendido indicará que se ha alcanzado una temperatura superior a 70 °C, que es la temperatura mínima adecuada para el planchado que hemos establecido en nuestro proyecto.



#### 7. SISTEMA DE CONTROL.

Componentes descripción y características:

El sistema de control será el cerebro, la parte medular del equipamiento. Es el elemento que sirve de unión entre el operario y el proceso que se desarrolla en todo el equipo. Se encarga de controlar automáticamente el funcionamiento general del sistema de planchado, recogiendo información del estado de los distintos sensores y accionando eventualmente los distintos componentes del sistema en función de las necesidades del sistema en cada momento.

Además, permitirá controlar la pantalla LCD mediante las instrucciones dadas y el accionamiento del sistema.

El sistema de control lo forman una pantalla LCD y un microcontrolador con sus distintas entradas y salidas, que se encontrará debidamente protegido ante el agua, vapor, calor y suciedad.

## 7.1. 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.

El microcontrolador PIC16F84, tiene una arquitectura de 8 bits, 18 pines, y un conjunto de instrucciones RISC muy amigable para memorizar y entender, y 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 (13pines 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 20 MHz en nuevas versiones). La frecuencia de reloj interna es un cuarto de la externa, lo que significa que con un reloj de 20 MHz, el reloj interno sería de 5 MHz y así pues se ejecutan 5 Millones de Instrucciones por Segundo (5MIPS).
- No posee conversores analógicos-digital ni digital-analógicos.

- Pipe-line de 23 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.

Y en cuanto al 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. (uC) 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 2v a 5,5v.
- convertor Analógico/Digital de 10 bits multicanal.
- 3 Temporizadores.
- Watchdog Timer.
- 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.

## **8. PANTALLA LCD.**

Una pantalla LCD tiene 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 de la marca AMPIRE CO., LTD.. Esta pantalla ira controlada por el microcontrolador 16F877, el cual nos permitirá mostrar por pantalla el estado del conjunto y los avisos visuales.

### **8.2. Indicaciones 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 aun 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.

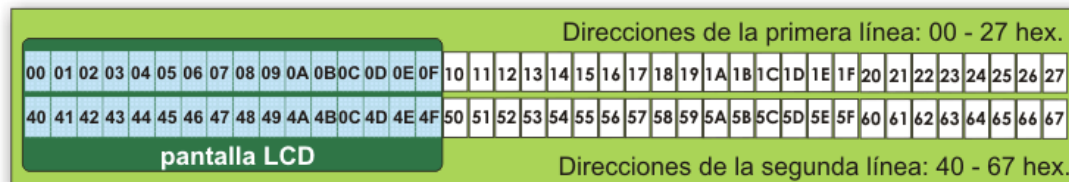
- AGUA FALTA: Indica que se ha alcanzado el nivel mínimo de agua en el depósito y que, por lo tanto, debemos suministrarla.
- AGUA OK: Indica que el nivel de agua del depósito es el adecuado.
- CALEF. FALLA: Indica que el calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) 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.

### 8.3. Zonas de la memoria RAM.

#### 8.3.1. 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).

#### Memoria DDRAM



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.

#### 8.3.2. 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			
4 bits más bajos de la dirección	XXXX 0000	CG RAM (1)	ø	Q	P	`	P	ø	-	ø	ε	ø	p							
	XXXX 0001	CG RAM (2)	!	1	A	Q	a	a	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 0010	CG RAM (3)	"	2	B	R	b	r	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 0011	CG RAM (4)	#	3	C	S	c	s	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 0100	CG RAM (5)	\$	4	D	T	d	t	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 0101	CG RAM (6)	%	5	E	U	e	u	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 0110	CG RAM (7)	&	6	F	V	f	v	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 0111	CG RAM (8)	'	7	G	W	g	w	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1000	CG RAM (1)	(	8	H	X	h	x	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1001	CG RAM (2)	)	9	I	Y	i	y	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1010	CG RAM (3)	*	:	J	Z	j	z	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1011	CG RAM (4)	+	:	K	E	k	ε	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1100	CG RAM (5)	,	<	L	¥	l	l	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1101	CG RAM (6)	-	=	M	I	m	>	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1110	CG RAM (7)	.	>	N	ô	n	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				
	XXXX 1111	CG RAM (8)	/	?	O	_	o	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø				

### 8.3.3 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. Esto se muestra en la siguiente figura:

Direcciones hex. de los registros

	Registros de memoria CGRAM					Visualizador LCD										
00				0	0	0	0	0	0							Primer símbolo en la memoria CGRAM (sonrisa)  Dirección del símbolo: 0000 0000
01				0	1	0	1	0								
02				0	1	0	1	0								
03				0	0	0	0	0								
04				0	0	1	0	0								
05				1	0	0	0	1								
06				0	1	1	1	0								
07				0	0	0	0	0								
08				0	0	1	0	0								Segundo símbolo en la memoria CGRAM (ancla)  Dirección del símbolo: 0000 0001
09				0	1	1	1	0								
0A				0	0	1	0	0								
0B				0	0	1	0	0								
0C				1	0	1	0	1								
0D				1	0	1	0	1								
0E				0	1	1	1	0								
0F				0	0	0	0	0								
10																Octavo símbolo en la memoria CGRAM (figura)  Dirección del símbolo: 0000 0111
11																
12																
14																
38				0	1	1	1	0								
39				1	0	0	0	1								
3A				0	1	1	1	0								
3B				0	0	1	0	0								
3C				1	1	1	1	1								
3D				0	0	1	0	0								
3E				0	1	0	1	0								
3F				1	0	0	0	1								

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.

#### 8.3.4. Secuencia de iniciación.

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

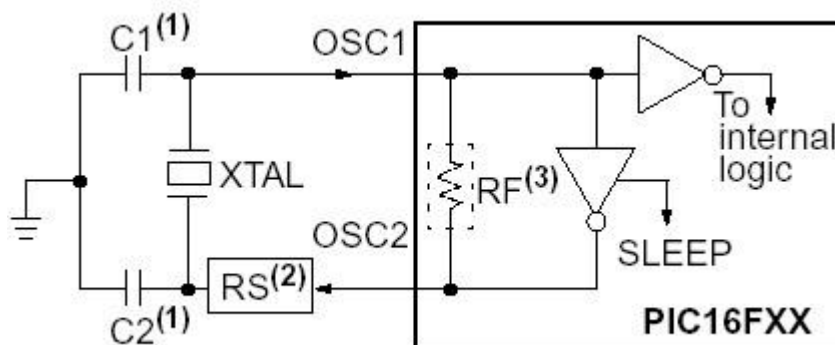
Las instrucciones anteriores vienen suministradas por Microchip. Es importante que la primera instrucción que se envíe realice una espera de unos 15 ms o mayor para la completa reinicialización interna del módulo LCD.

#### 8.4. Circuito de control de la pantalla LCD.

La puerta B del PIC 16F877 será un bus de datos bidireccional, el cual irá conectado a las patillas D0-D7 de la pantalla LCD. Sin embargo, los bits de configuración de la pantalla serán los de la puerta C (C0, C1, C2). Gracias a la programación y configuración de la pantalla, se podrá visualizar en ella las instrucciones y avisos deseados.

##### 8.4.1. Cristal externo.

Para producir la oscilación del PIC 16F877, añadiremos en las patillas OSC1 y OSC2 un cristal externo.



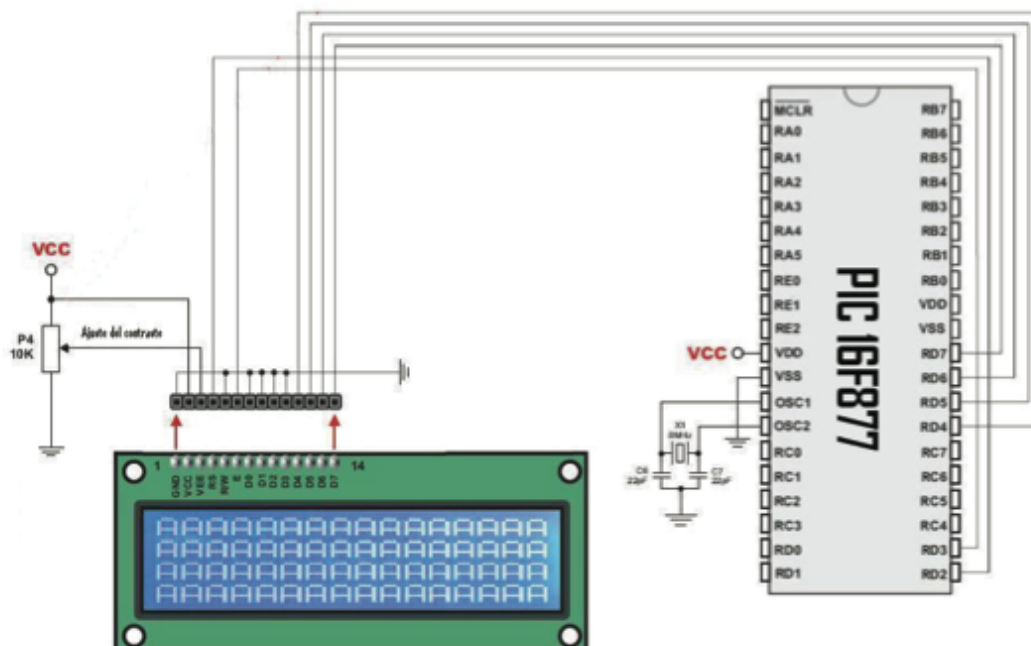


Los valores de C1 y C2 recomendables para el cristal externo (XT) dependerán de la frecuencia de oscilación que se desee.

Frecuencia de Oscilación	C1	C2
455 KHz	47-100 pF	47-100 pF
2 MHz	15-33 pF	15-33 pF
4 MHz	15-33 pF	15-33pF

Estos son valores estándar de condensadores cerámicos para la configuración XT. Para una tensión de 5V Microchip recomienda  $C1 = C2 \sim 30$  pF. En nuestro proyecto hemos escogido un condensador de 22 pF para una frecuencia de oscilación de 4MHz

En la siguiente figura mostramos el esquema de la conexión del módulo LCD con el microcontrolador:



### 8.5. Código de programación.

El código de programación de PIC 16F877 es:

```

LIST          P=16F877A
RADIX        HEX
TMR0        EQU    01    ;Declaramos los registros
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_3       EQU    2
RETARD_1    EQU    20
RETARD_2    EQU    21
CONT_1      EQU    22
CONT_2      EQU    23

ORG         00    ;Inicio del programa
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
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'01000001'
        CALL    LCD_C
        MOVLW   B'01000001'
        CALL    LCD_C
        BTFSS   PORTA,0
```

```

CALL      LIQ_MIN
CALL      LIQ_OK

CALEF     CALL      TIME_2
          MOVLW     B'10010000'
          CALL      LCD_1
          MOVLW     B'01000011' ; Escribe CALEFACTOR
          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      CALEF_BAJA
          CALL      CALEF_OK

PLANCHA  CALL      TIME_2
          MOVLW     B'11000000'
          CALL      LCD_1
          MOVLW     B'01010100' ; Escribimos PLANCHA
          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_P_BAJA  
CALL       TEMP_P_OK  
  
PRESION   CALL       TIME_2  
MOVLW      B'11010000'  
CALL       LCD_1  
MOVLW      B'01010000' ; Escribimos PRESION  
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_BAJA
CALL          PRESION_OK
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**

<b>LCD_C</b>	<b>BSF</b>	<b>PORTC, LCD_RS</b>
	<b>BCF</b>	<b>PORTC, LCD_RW</b>
	<b>BSF</b>	<b>PORTC, LCD_E</b>
	<b>MOVWF</b>	<b>PORTB</b>
	<b>BCF</b>	<b>PORTC, LCD_E</b>
	<b>CALL</b>	<b>TIME_2</b>

**RETURN**

<b>LIQ_OK</b>	<b>MOVLW</b>	<b>B'10000101'</b>
	<b>CALL</b>	<b>LCD_1</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>B'01001111'</b>
	<b>CALL</b>	<b>LCD_C</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>B'01001011'</b>
	<b>CALL</b>	<b>LCD_C</b>

**GOTO CALEF**

<b>LIQ_MIN</b>	<b>MOVLW</b>	<b>B'10001001'</b>
	<b>CALL</b>	<b>LCD_1</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>B'01000110'</b>
	<b>CALL</b>	<b>LCD_C</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>B'01000001'</b>
	<b>CALL</b>	<b>LCD_C</b>
	<b>MOVLW</b>	<b>B'01001100'</b>
	<b>CALL</b>	<b>LCD_C</b>

```
MOVLW      B'01010100'  
CALL       LCD_C  
MOVLW      B'01000001'  
CALL       LCD_C  
  
GOTO       CALEF  
  
CALEF_OK   MOVLW      B'10011000'  
CALL       LCD_1  
MOVLW      B'01001111'  
CALL       LCD_C  
MOVLW      B'01001011'  
CALL       LCD_C  
  
GOTO       PLANCHA  
CALEF_BAJA MOVLW      B'10011001'  
CALL       LCD_1  
MOVLW      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_P_OK    MOVLW    B'11001010'
              CALL     LCD_1
              MOVLW    B'01001111'
              CALL     LCD_C
              MOVLW    B'01001011'
              CALL     LCD_C

              GOTO     PRESION

TEMP_P_BAJA  MOVLW    B'11001100'
              CALL     LCD_1
              MOVLW    B'01000010' ;Escribimos BAJA
              CALL     LCD_C
              MOVLW    B'01000001'
              CALL     LCD_C
              MOVLW    B'010010101'
              CALL     LCD_C
              MOVLW    B'01000001'
              CALL     LCD_C

              GOTO     PRESION

PRESION_OK   MOVLW    B'110011000'
              CALL     LCD_1
              MOVLW    B'01001111'
              CALL     LCD_C
              MOVLW    B'01001011'
              CALL     LCD_C

              GOTO     INICIO

PRESION_BAJA MOVLW    B'11011100'

```

```
CALL          LCD_1
MOVLW        B'01000001' ;Escribe en "ALTA"
CALL          LCD_C
MOVLW        B'01001100'
CALL          LCD_C
MOVLW        B'01010100'
CALL          LCD_C
MOVLW        B'01000001'
CALL          LCD_C

GOTO         INICIO

END
```

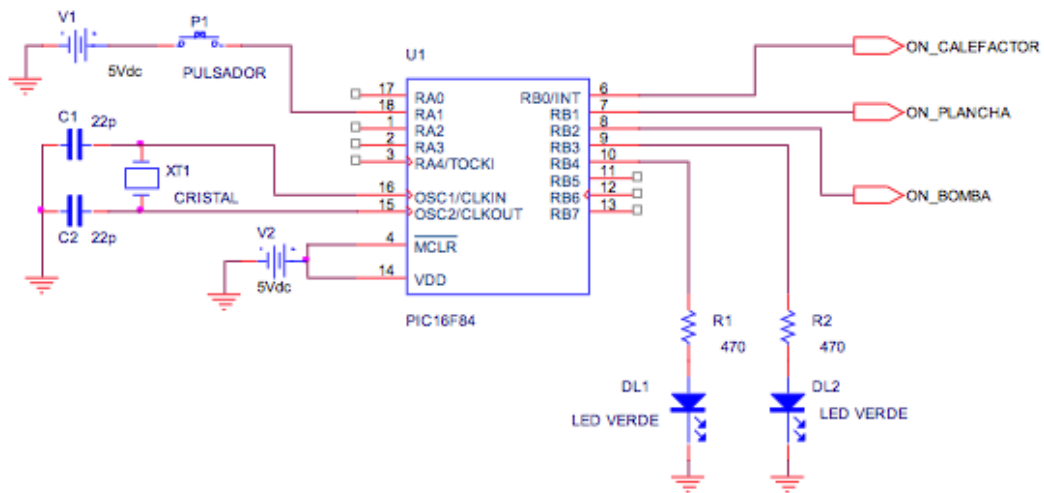
## 9. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA.

### 9.1. Introducción.

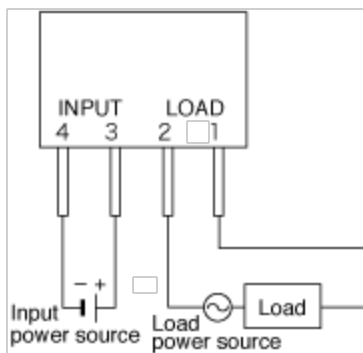
Para accionar el sistema únicamente tendríamos que activar el pulsador P1. Este pulsador, inicialmente abierto, al activarlo hará que circule corriente hasta la patilla RA1 del PIC16F84, activada a nivel alto. Al interactuar con este pulsador provocará en el circuito:

-Cuando hayamos activado el interruptor, llegará a la patilla RA1 una tensión de 5 V. Esta activación provocará que se enciendan los LEDs verdes L1 y L2, que indican la activación del sistema, y que se accione el calefactor, la bomba y la plancha.

-Cuando el interruptor este desactivado, la tensión en la patilla RA1 será 0V, provocando el apagado de LEDs, bomba, calefactor y la plancha.



Este pulsador también funciona como pulsador de seguridad, ya que solo tendremos que desactivar el pulsador si queremos apagar el sistema. Este sistema tiene 3 salidas: ON\_CALEFACTOR, ON\_PLANCHA, ON\_BOMBA Para poder activar la plancha, la bomba y el calefactor necesitaremos tensiones altas, para poder controlar su accionamiento mediante las salidas del PIC16F84 utilizaremos 3 relés tipo solido. El relé solido elegido ha sido e AQ8 de Panasonic:



## 9.2. Programación para la puesta en marcha.

```

LIST          P=16F84

RADIX        HEX

TMR0 EQU     01;declaramos registros

STATUS EQU   03

PUERTAA EQU  05

PUERTAB EQU  06

INTCON 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  BTSS      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
```

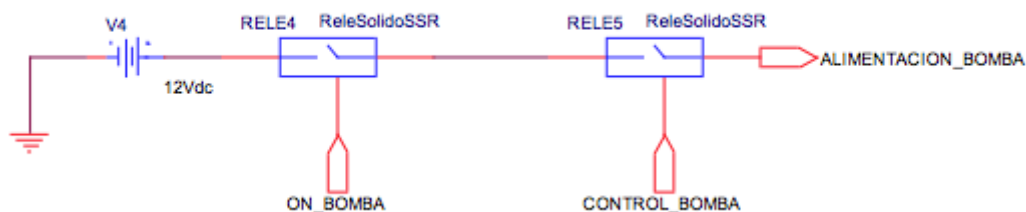
GOTO

INICIO

END

### 9.3. Activación de la bomba.

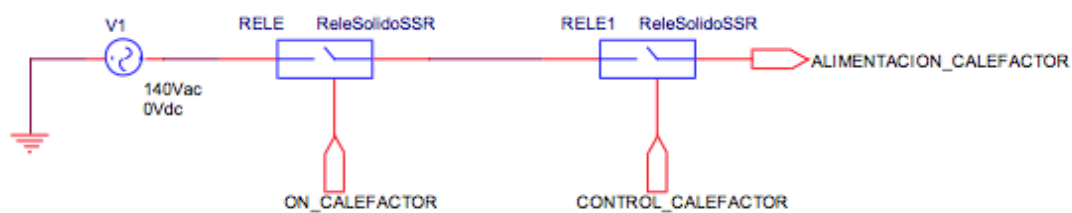
La bomba se encuentra regulada por el pulsador P1 y por el nivel del depósito. Es decir, que para que se active la bomba deberá tener el depósito un nivel adecuado (90 mm) y activar el pulsador P1, que como hemos dicho anteriormente necesitará de un relé de tipo solido (SSR) para activar la bomba. Este es el esquema de activación de la bomba:



### 9.4. Activación del elemento calefactor.

El elemento calefactor se encuentra regulado por el pulsador P1 y por el termostato. Accionando el pulsador P1 se encenderá el elemento calefactor, esto provocará que la resistencia calefactora caliente el agua del calderín. Cuando la resistencia calefactora alcance los 130 °C, se accionará el termostato y la apagará.

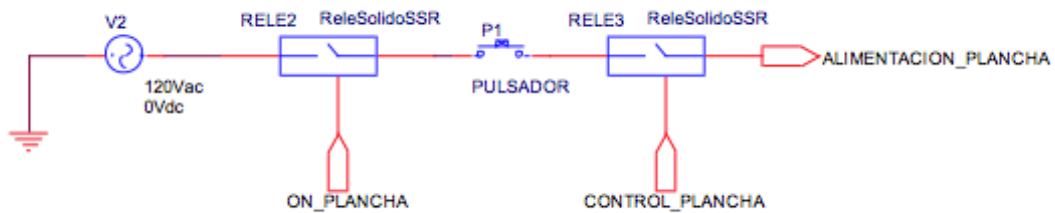
Este es el esquema de activación del elemento calefactor.



### 9.5. Activación de la plancha.

La plancha está regulada por el pulsado P1 y por la temperatura de la plancha. Cuando se active el pulsador P1 se encenderá la resistencia calefactora de la plancha. La temperatura que pueda alcanzar la plancha la controlará el termostato, para este proyecto se ha establecido una temperatura máxima de 120 °C.

El esquema de activación de la plancha dispondrá de un pulsador entre los 2 relés, que nos permitirá desconectar la resistencia calefactora de la plancha manualmente y poder utilizar solo el vapor de la plancha. Este es el esquema mencionado:



# PRESUPUESTO



## PRESUPUESTO

### 1. Introducción:

Este Anexo contiene el presupuesto estimado en partes para la realización del proyecto. Las partes son:

- Componentes, placas y PCB, coste de componentes y de montaje.
- Estudio Técnico: coste de la realización del proyecto.
- Estimación de montaje.

### 2. Coste componentes, placas y PCB:

Coste del material empleado para el montaje de la tarjeta de un sistema de control de sistema de planchado industrial. Se dividirá en bloques.

#### 2.1 Circuito de control de nivel del depósito.

Componente	Tipo	Nº componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Diodos	1N4007	2		0,07€	0,14€
Amplificador Operacional	LM324	2		0,64€	1,28€
Sensor de presión	DMP 331	2	BD SENSORS	5,75€	11,50€
Resistencias	1K	5		0,04€	0,20€
	4K	2		0,05€	0,10€
	350	1		0,05€	0,05€
	690	1		0,05€	0,05€
	800	2		0,05€	0,10€
Led's	Azul	1		0,11€	0,11€
	Rojo	1		0,11€	0,11€
<b>Precio Total</b>					<b>13,64€</b>

## 2.2 Circuito de control de bomba.

Componentes	Tipo	Nº componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Diodos	1N4007	1	National Semiconductor	0,07€	0,07€
Amplificador Operacional	LM324	2	National Semiconductor	0,35€	0,70€
Resistencias	1k	6		0,04€	0,24€
	4,8k	2		0,09€	0,18€
	330	2		0,05€	0,10€
	800	1		0,09€	0,09€
Sensor presión	DMP 331	2	BD SENSORS	5,75€	11,50€
Led's	Rojo	1	National Semiconductor	0,11€	0,11€
Relé Sólido	AQ8	1	Panasonic	3,25€	3,25€
Bomba centrífuga	CMP Series	1		129,00€	129,00€
Precio Total					145,14€

## 2.3 Circuito de control de presión en el calderín.

Componente	Tipo	Nº Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Resistencias	1k	4		0,04€	0,16€
	4k	1		0,06€	0,06€
	330	1		0,05€	0,05€
	970	1		0,05€	0,05€
	800	1		0,05€	0,05€
Diodos	1N4007	1	National Semiconductor	0,07€	0,07€
A.O	LM324	1	National Semiconductor	0,35€	0,35€
Sensor de presión	DMP 331	1	BD SENSORS	5,75€	5,75€
LED's	Amarillo	1	National Semiconductor	0,11€	0,11€
Precio Total					6,65€

## 2.4 Circuito de control de la resistencia calefactora.

Componente	Tipo	Nº Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Resistencias	1k	8		0,05€	0,4€
	3,8k	2		0,05€	0,1€
	330	1		0,05€	0,05€
	350	1		0,05€	0,05€
Amplificador Operacional	LM324	2	National Semiconductor	0,07€	0,14€
Diodos	1N4007	2	National	1,00€	2,00€
Sensor de Temperatura	LM35	1	National Semiconductor	3,72€	3,72€
Relé Sólido	AQ8	1	Panasonic	6,18€	6,18€
Resistencia Calefactora	HGK 047	1	Stego	28,00€	28,00 €
Termostato	KTO 011	1	Stego	15,99€	15,99 €
Precio Total					56,63 €

## 2.5 Circuito de control de elemento de planchado.

Componentes	Tipo	Nº Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Resistencias	1k	9		0,05€	0,45€
	3,8k	1		0,05€	0,05€
	350	2		0,05€	0,10€
	800	1		0,05€	0,05€
Diodos	1N4007	2	National Semiconductor	0,07€	0,14€
Amplificador Operacional	LM324	3	National Semiconductor	1,00€	3,00€
Sensor Temperatura	LM35	1	National Semiconductor	3,72€	3,72€
LED's	Fotoled	1	National Semiconductor	0,15€	0,15€
Relé Sólido (SSR)	AQ8	1	Panasonic	6,18€	6,18€
Elemento	Placa	1	Acim	42,00€	42,00€

Calefactor	de Mica		JOUANIN		
Precio Total					55,64€

## 2.6 Circuito de control de activación de sistema.

Componentes	Tipo	Nº de Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Potenciómetro	10k	1	National Semiconductor	0,15€	0,15€
Condensadores	22p	2		0,04€	0,08€
PIC	16F84	1	Microchip	6,25€	6,25€
Cristal de cuarzo	OSC4M	1		5,22€	5,22€
LED's	DL1	1	National Semiconductor	0,15€	0,15€
	DL2	1		0,15€	0,15€
Resistencias	470	2		0,05€	0,10€
Relé Sólido (SSR)	AQ8	3	Panasonic	6,28€	18,84€
Precio Total					30,94€

## 2.7 Presupuesto total.

CONTROL DE NIVEL EN DEPÓSITO	13,64€
CONTROL DE LA BOMBA	145,14€
CONTROL DE PRESIÓN EN EL CALDERÍN	6,65€
CONTROL DE LA RESISTENCIA CALEFACTORA	56,63€
CONTROL DEL ELEMENTO DE PLANCHADO	55,64€
CONTROL DE LA PANTALLA LCD	36,47€
ACTIVACIÓN DEL SISTEMA	30,94€
TOTAL:	345,11€

### 3. Estimación de montaje.

Se calcula que aproximadamente se invertirán unas 24 horas para el montaje, y que el precio que cobrará el oficial de primera destinado para el montaje es de 30 €/h.

Operación	Tiempo invertido (h)	Precio operario (€/h)	Precio total (€)
Montaje eléctrico	13	30	390,00€
Programación PICs	6	30	180,00€
Puesta a punto	5	30	150,00€
<b>Total</b>			<b>720,00€</b>

### 4. Coste total del proyecto.

Concepto	Coste
Estudio Técnico	4000€
Componentes, placas y PCB	345,11€
Estimación de montaje	720,00€
<b>Total</b>	<b>5065,11€</b>

# PLANOS

**Plano nº1: Circuito de control de depósito.**

**Plano nº 2: Circuito de control de bomba.**

**Plano nº3: Circuito de control de presión en calderín.**

**Plano nº4: Circuito de control de la resistencia calefactora.**

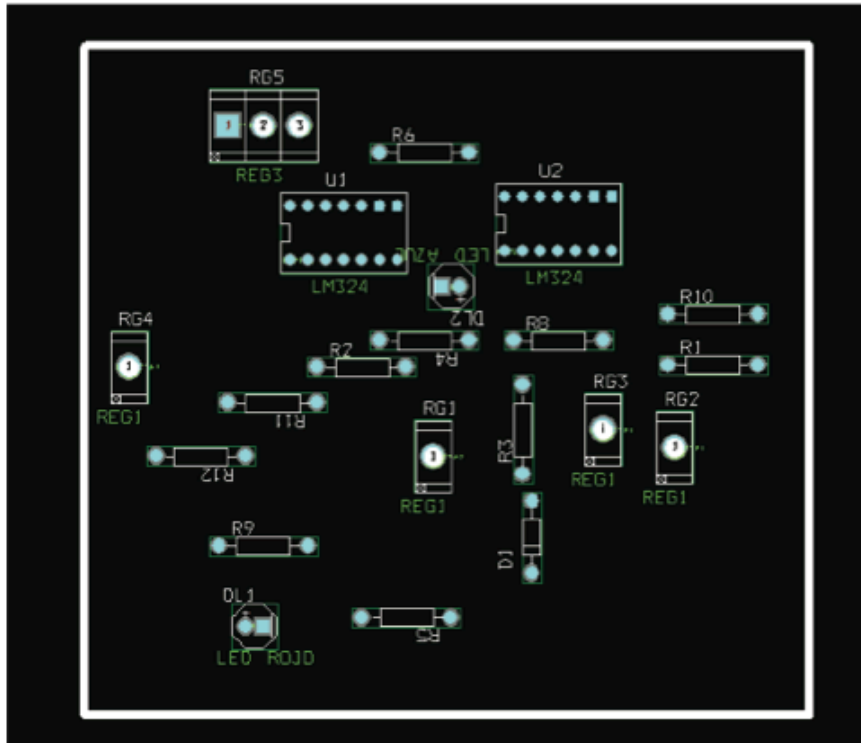
**Plano nº5: Circuito de control del elemento de planchado.**

**Plano nº6: Circuito de control de la pantalla LCD.**

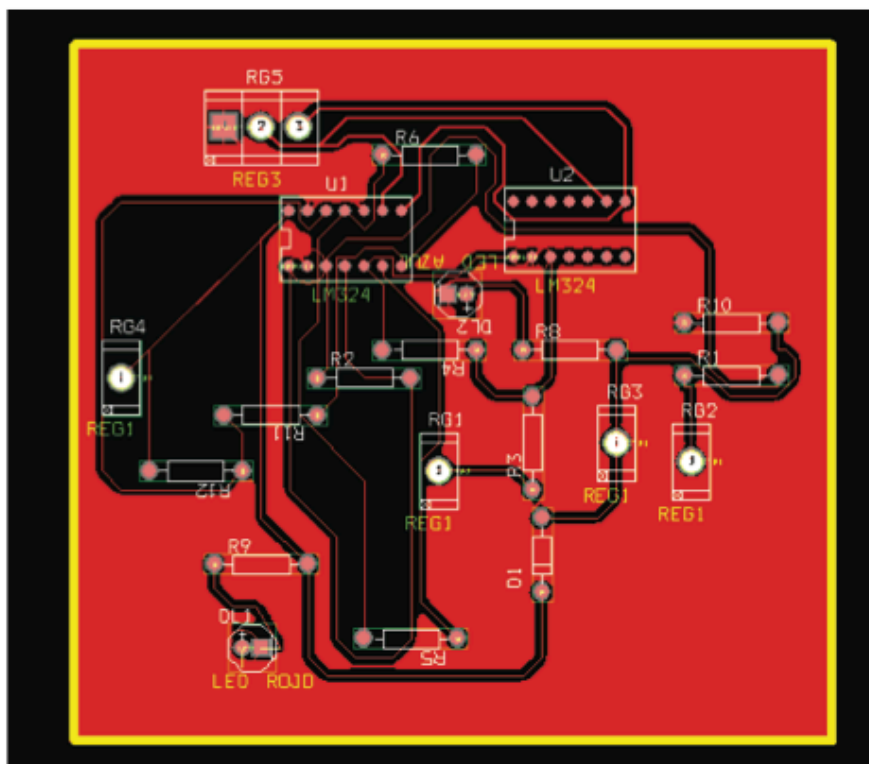
**Plano nº7: Circuito de control de activación del sistema.**

### Plano nº 1: Circuito de control del depósito.

-Detalle de la colocación de los componentes.

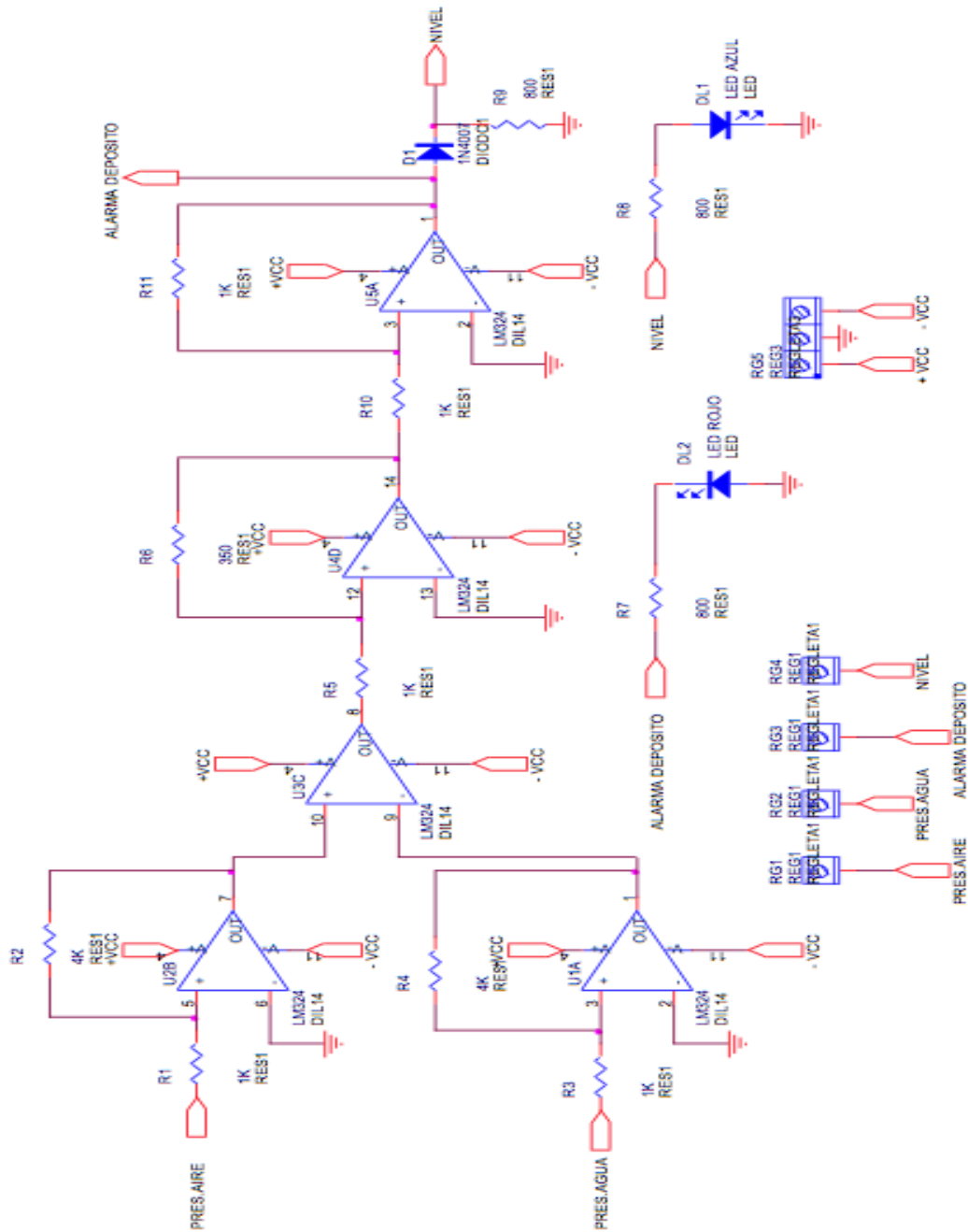


-Detalle de la capa TOP.



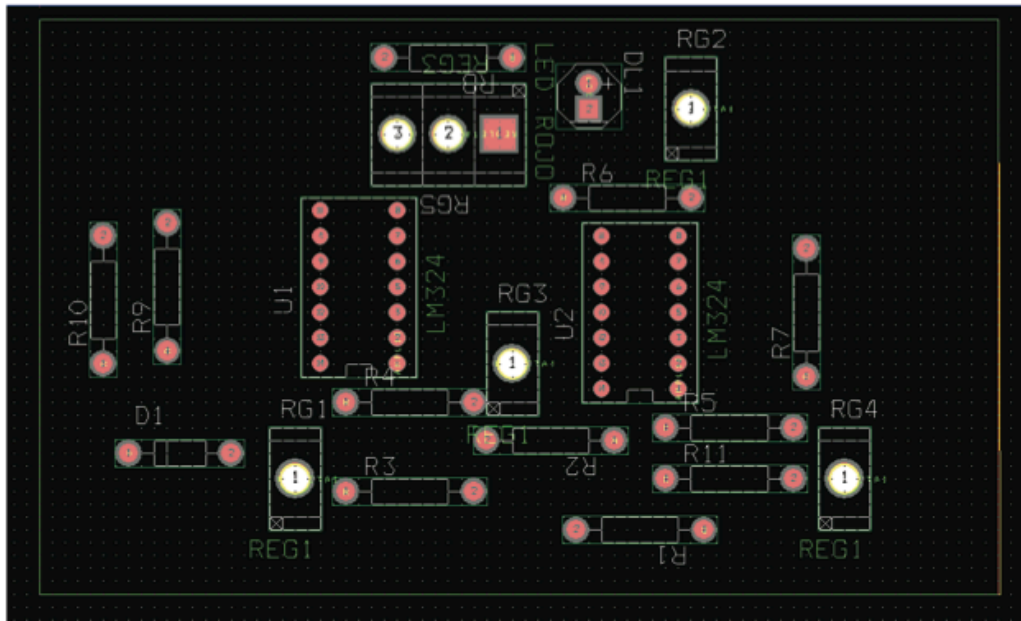


-ESQUEMÁTICO:

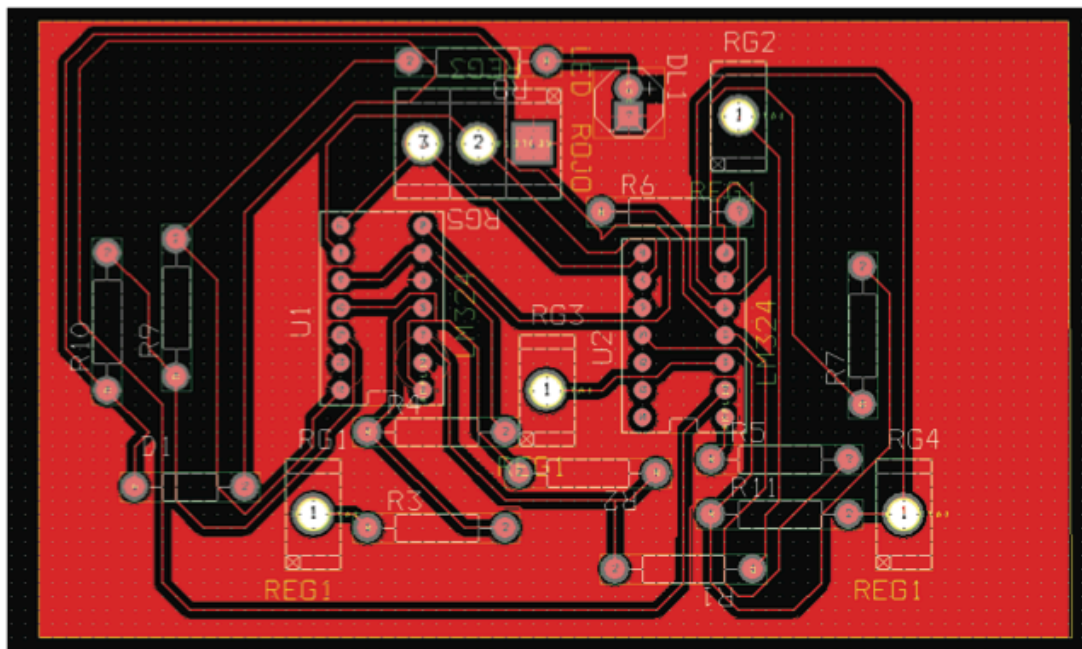


### Plano nº 2: Circuito de control de la bomba.

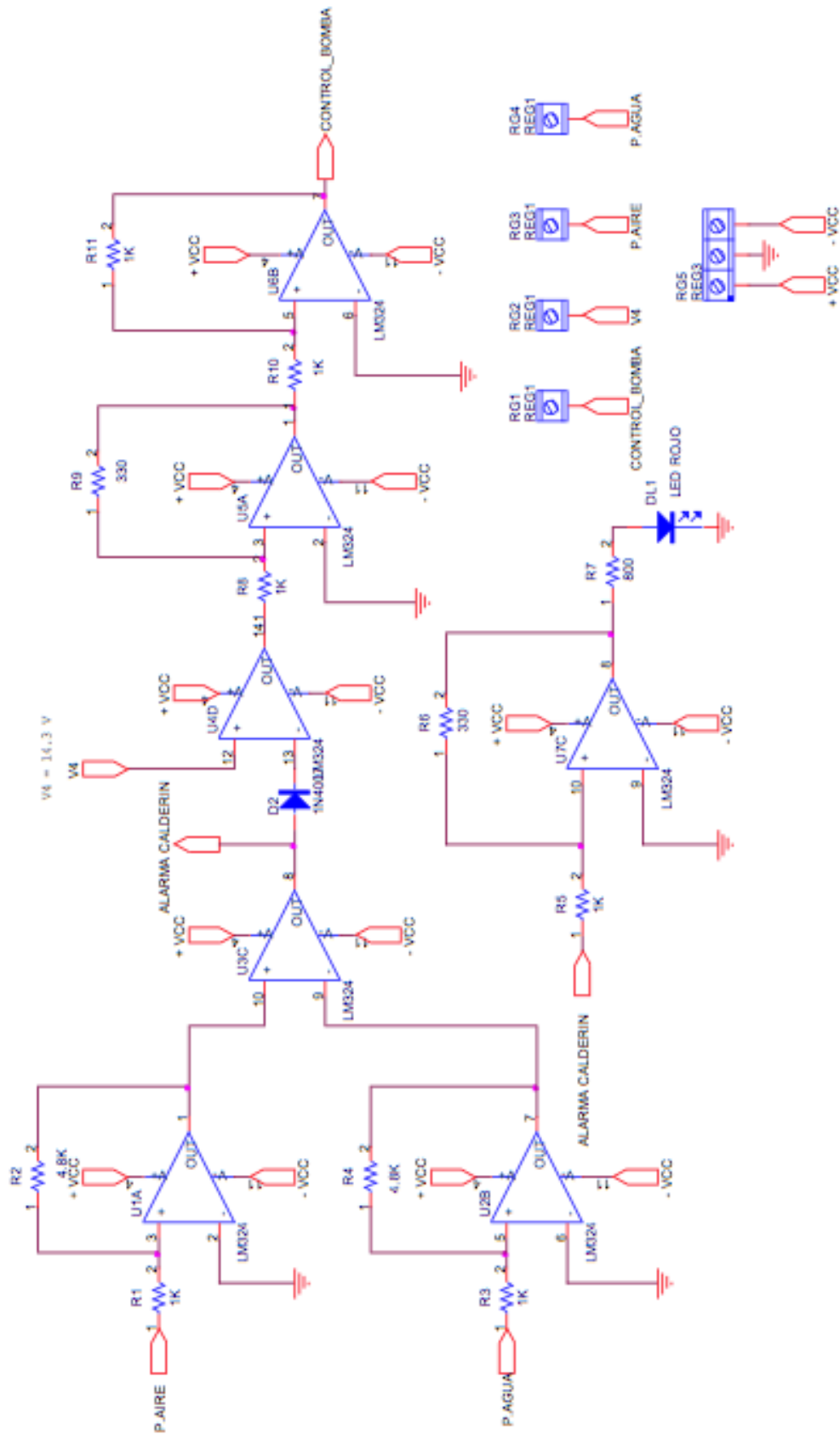
-Detalle de colocación de los componentes.



-Detalle de la capa TOP.

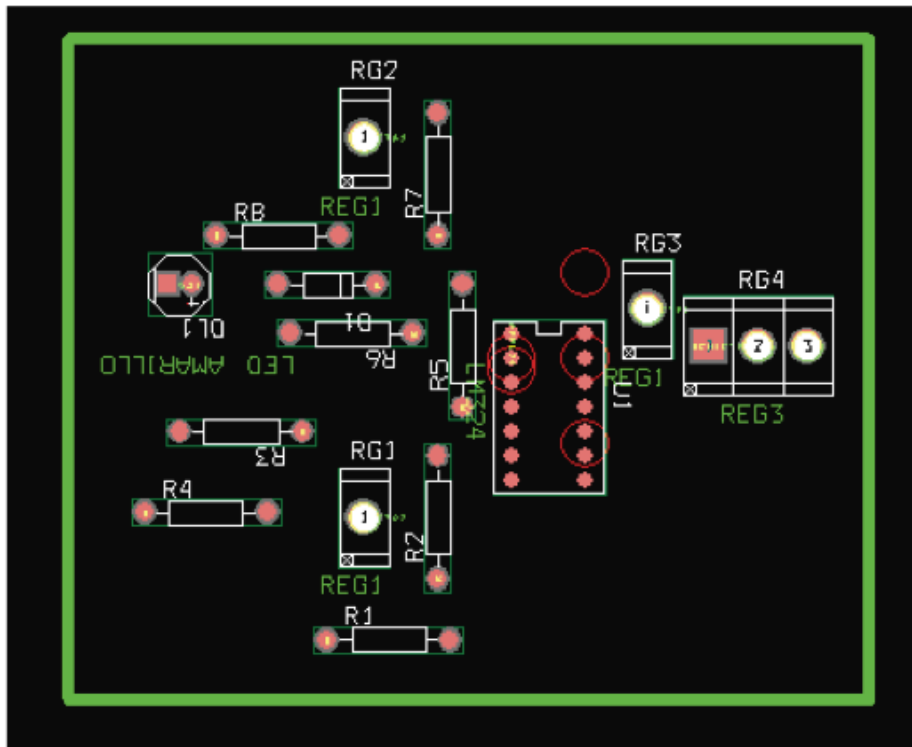


ESQUEMÁTICO.

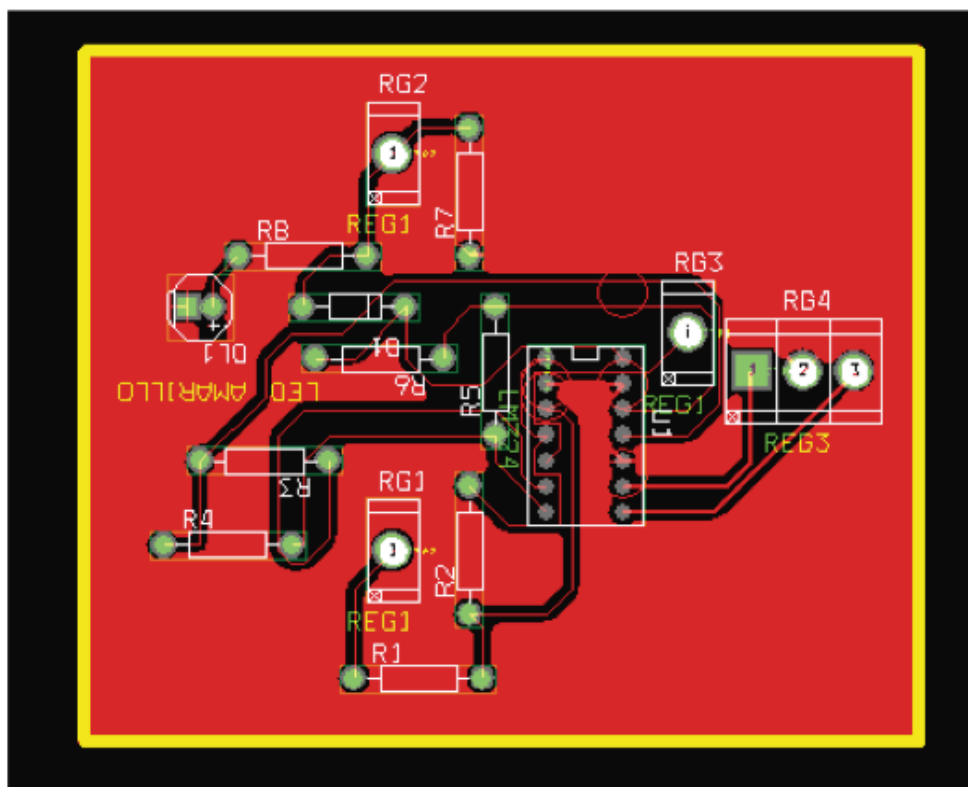


**Plano nº3: Circuito de control de presión en el calderín.**

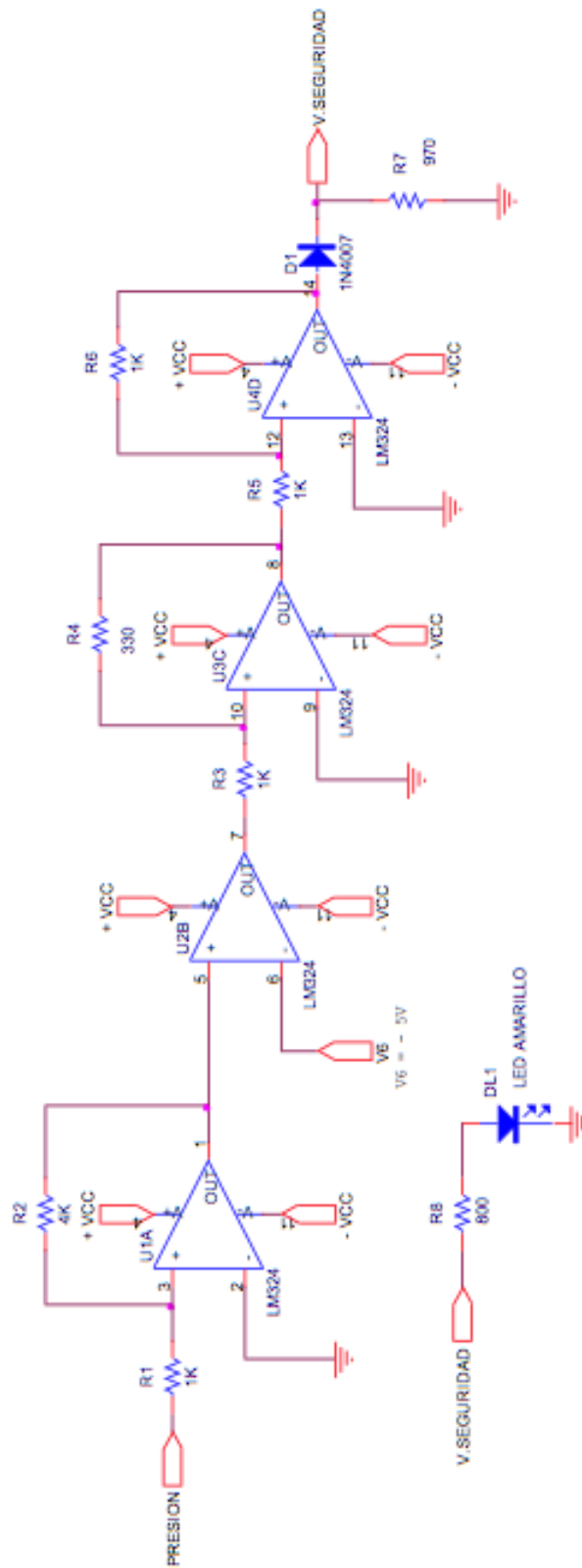
-Detalle de la colocación de los componentes.



-Detalle de la capa TOP.

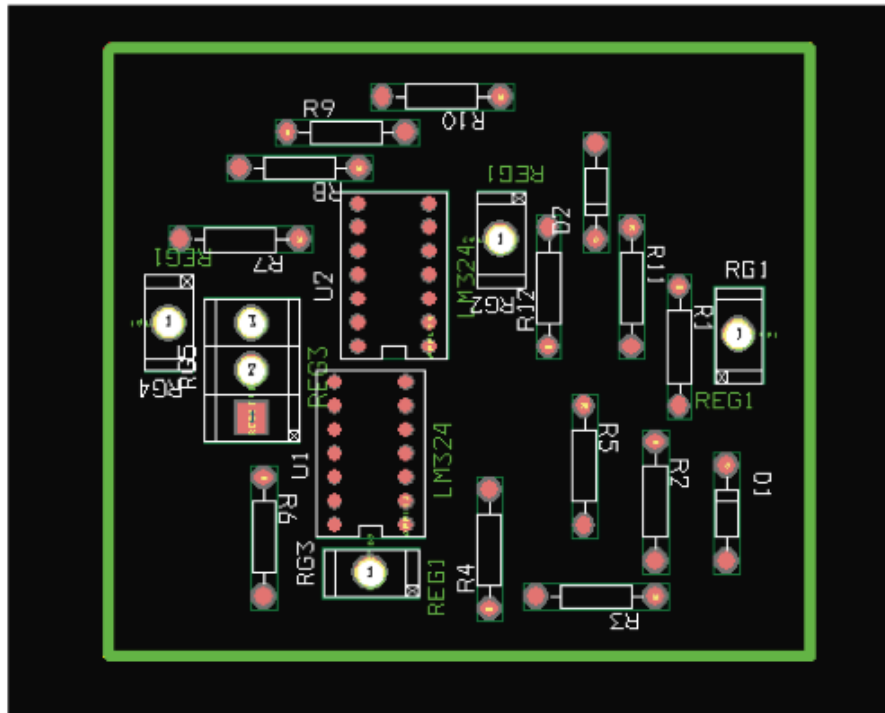


-ESQUEMÁTICO.

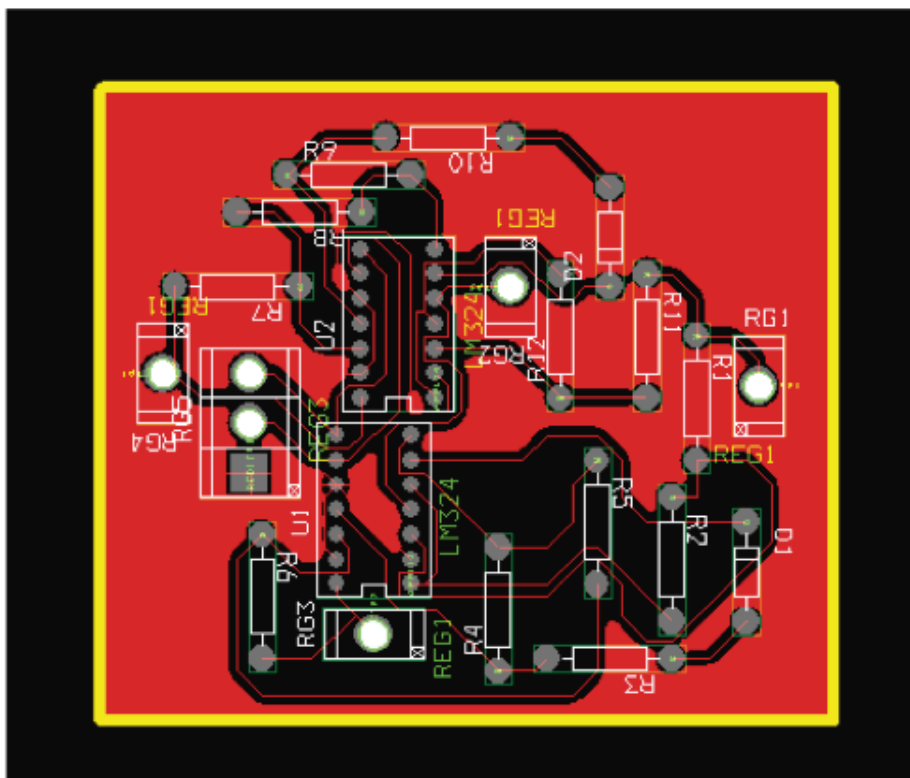


### Plano nº 4: Circuito de control de la resistencia calefactora.

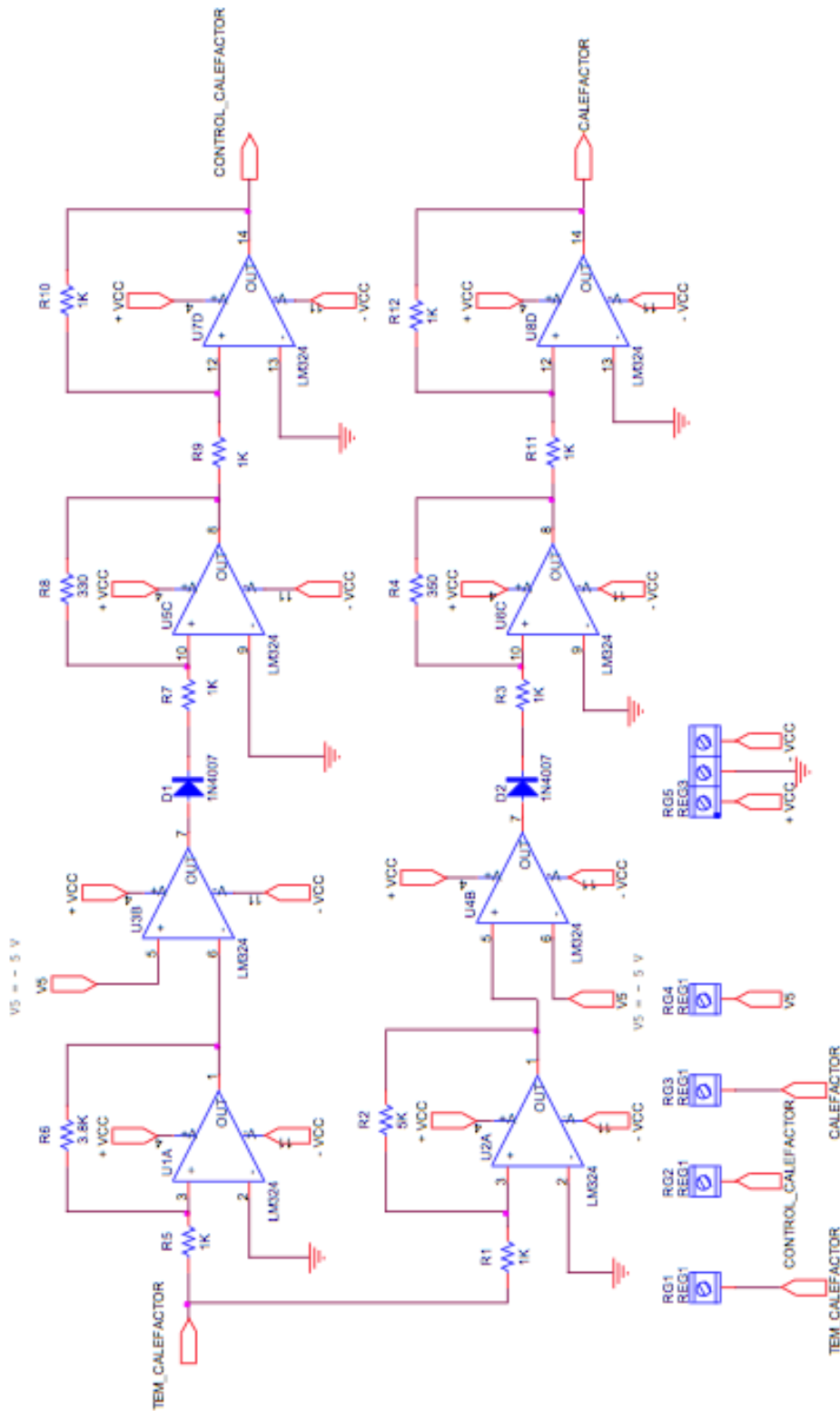
-Detalle de la colocación de los componentes.



-Detalle de la capa TOP.

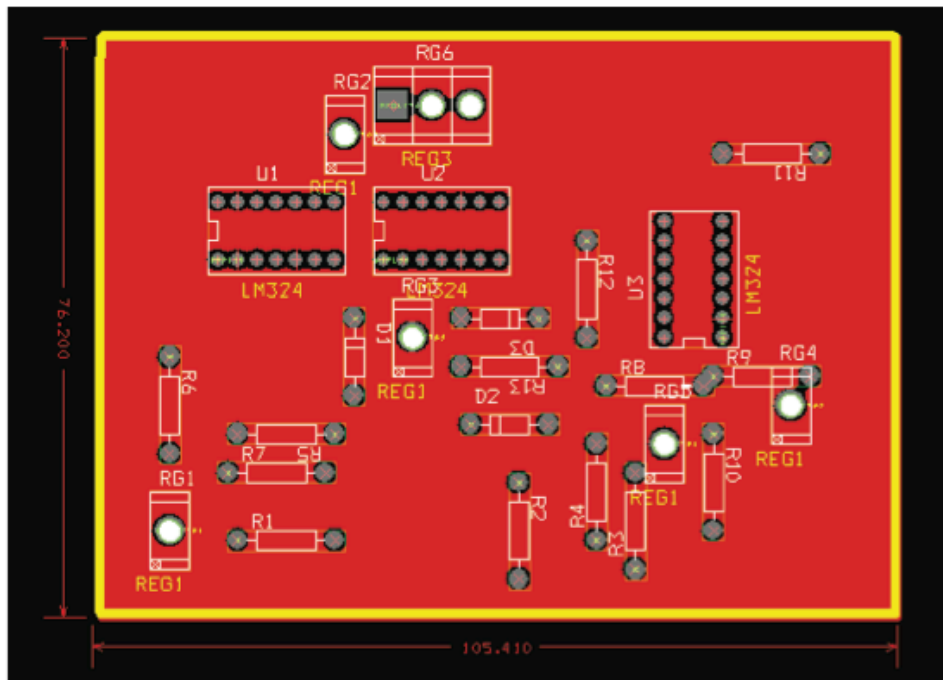


-ESQUEMÁTICO.

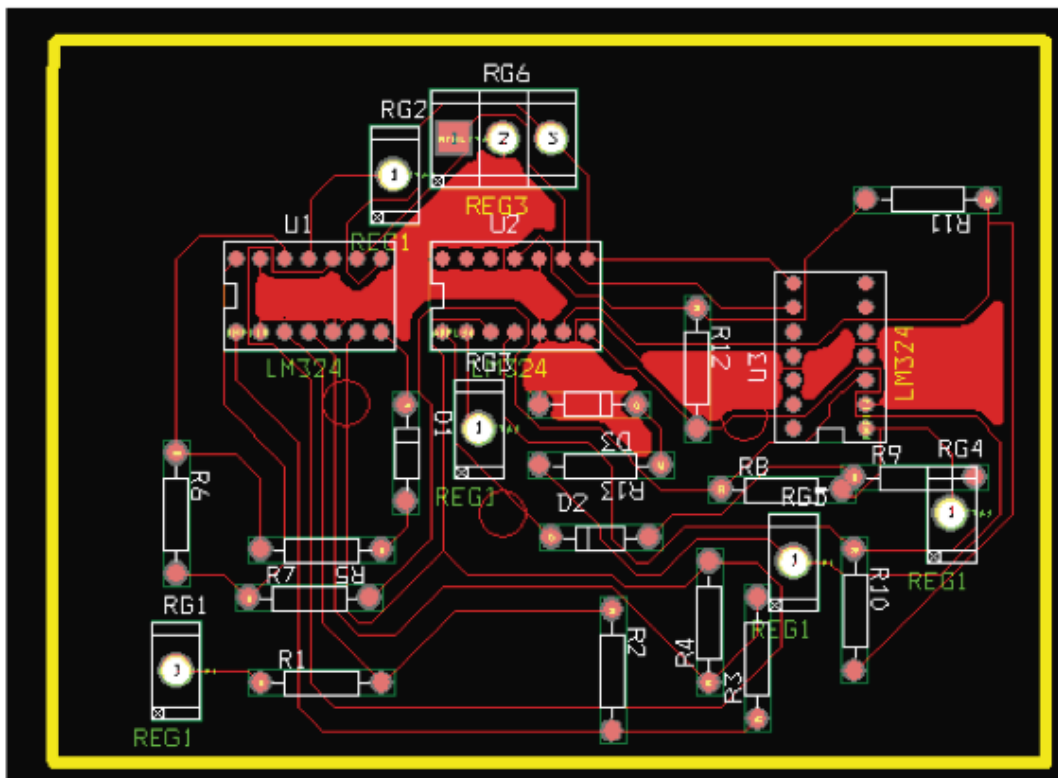


**Plano nº5: Circuito de control del elemento de planchado.**

-Detalle de la colocación de los componentes.

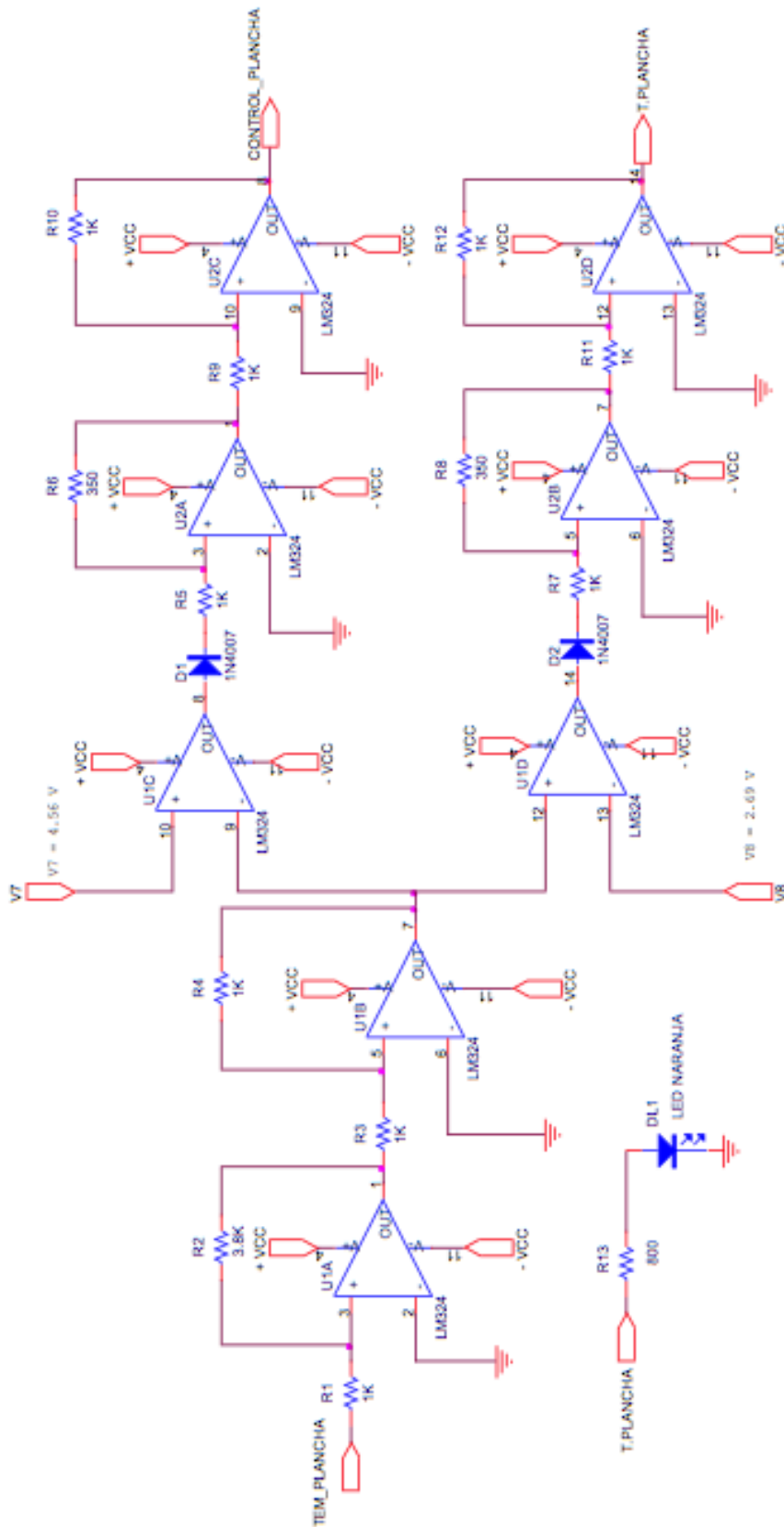


-Detalle de la capa TOP.



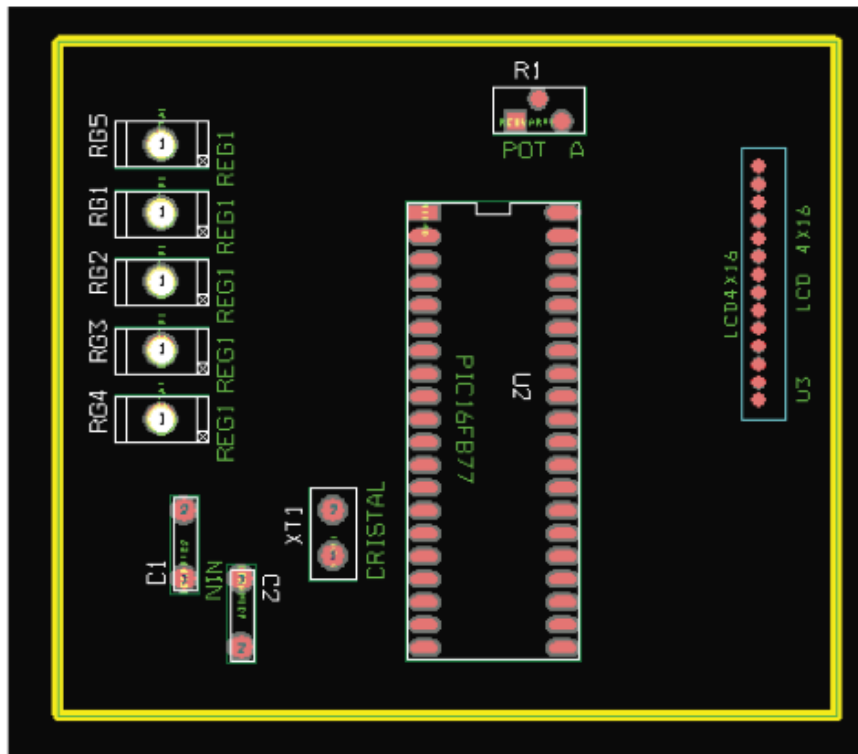


-ESQUEMÁTICO.

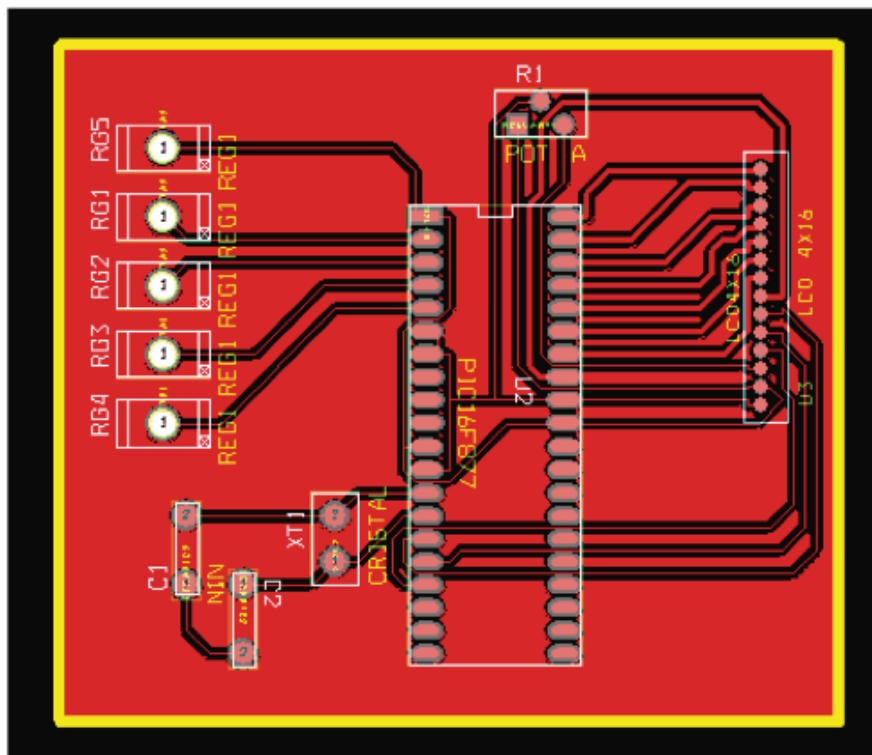


**Plano nº6: Circuito de control de la pantalla LCD.**

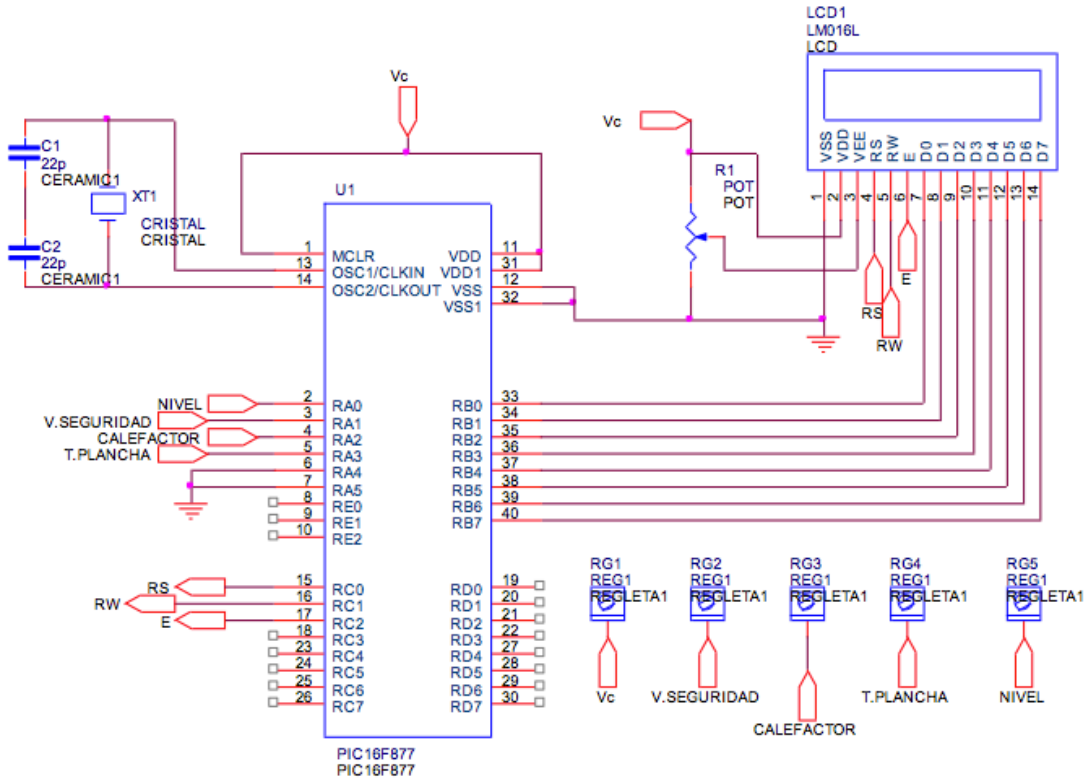
-Detalle de la colocación de los componentes.



-Detalle de la capa TOP.

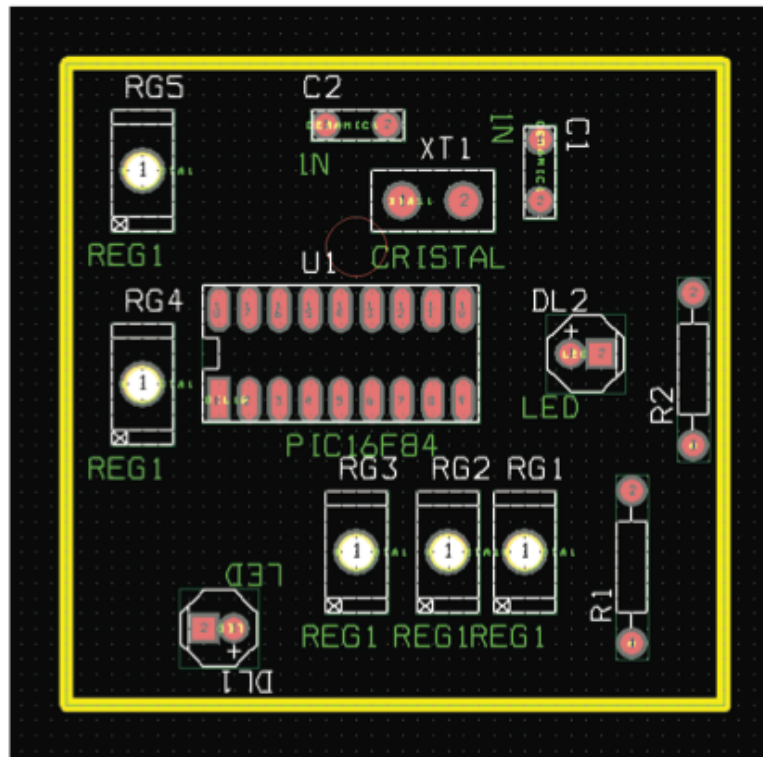


-ESQUEMÁTICO

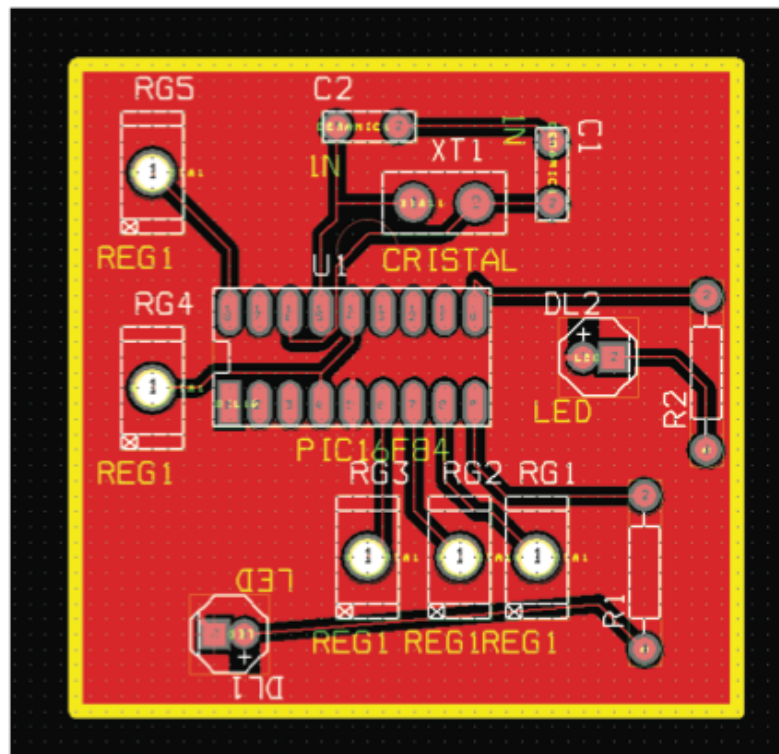


**Plano nº7: Circuito de control de activación del sistema.**

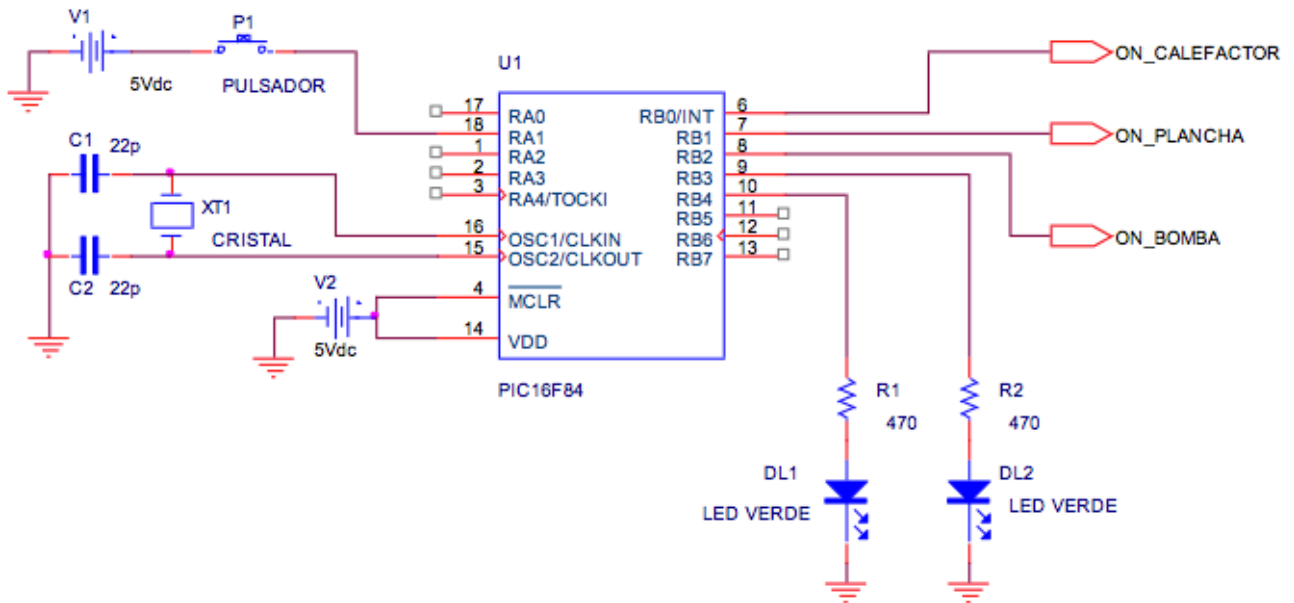
-Detalle de la colocación de los componentes.



-Detalle de la capa TOP.



-ESQUEMÁTICO.



# ANEXO I

# NORMATIVA

## **NORMATIVA**

La normativa vigente que debe cumplir este proyecto estaba distribuida en varios documentos a cumplir, como podían ser Reales Decretos, Instrucciones técnicas complementarias y la reglamentación relativa a estas instrucciones.

En 2010 se aprobó un Real decreto que derogaba, unificaba y/o modificaba las normativas anteriores a este año

Antes de aprobarse este real decreto, la normativa estaba distribuida en los siguientes documentos:

- REAL DECRETO 2060/2008 Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- La instrucciones técnicas complementarias y su normativa relativa a nuestro proyecto son las siguientes:

- ITC EP-1: Instrucción técnica complementaria de Calderas

- ITC MIE-AP1: Normativa de calderas, precalentadores, sobrecalentadores y recalentadores

- ITC MIE-AP2: Normativa de tuberías para fluidos relativos a calderas

- ITC MIE-AP11: Normativa de aparatos destinados a calentar o acumular agua caliente fabricados en serie

- ITC MIE-AP12: Normativa de Calderas de agua caliente

- ITC MIE-AP13: Normativa de Intercambiadores de calor

EL 7 de Mayo de 2010 se aprobaba el Real Decreto 560/2010, este documento modificaba diversas normas en materia de la seguridad industrial. Dentro de esta documentación he escogido el artículo referido a nuestro proyecto:

Artículo decimosexto. Modificación del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Se modifica el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias en los siguientes términos:

Uno. El párrafo g) de la disposición adicional primera del Real Decreto 2068/2008, de 12 de diciembre, queda redactado como sigue:

«g) Para modificar de forma importante un equipo a presión del epígrafe «a» que se asimile a las categorías I a IV a que se refieren el artículo 9 y el anexo II del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, será necesario la presentación, ante el órgano competente de la comunidad autónoma, de un proyecto técnico firmado por técnico competente, en el que se justifiquen los cálculos de resistencia mecánica y los accesorios de seguridad adoptados, junto con los correspondientes planos. Este proyecto deberá acompañarse de un certificado de conformidad emitido por un organismo de control autorizado.

Tras la ejecución de la modificación deberá emitirse un certificado de dirección técnica por técnico titulado competente. En caso que la modificación no sea considerada como importante de acuerdo con los criterios del artículo 8 del Reglamento de equipos a presión o de la correspondiente Instrucción técnica Complementaria, se cumplirán los requisitos indicados para las reparaciones en el artículo 7 del mismo reglamento.

No tendrán la consideración de modificaciones las indicadas en el artículo 8.3 del Reglamento de equipos a presión.

En cualquier caso, los nuevos elementos que se incorporen en el equipo a presión deberán cumplir con lo establecido en el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo.»

Dos. La disposición adicional segunda.1 a) del Real Decreto 2068/2008, de 12



de diciembre, queda redactado como sigue:

«a) Proyecto de diseño firmado por técnico titulado competente.»

Tres. Se añade una disposición adicional sexta al Real Decreto 2068/2008, de 12 de diciembre, que tendrá la siguiente redacción:

«Disposición adicional sexta. Cobertura de seguro u otra garantía equivalente suscrito en otro Estado.

Cuando la empresa instaladora o reparadora de equipos a presión que se establece o ejerce la actividad en España, ya esté cubierta por un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente o comparable en lo esencial en cuanto a su finalidad y a la cobertura que ofrezca en términos de riesgo asegurado, suma asegurada o límite de la garantía en otro Estado miembro en el que ya esté establecido, se considerará cumplida la exigencia establecida en el anexo I del reglamento aprobado por este real decreto. Si la equivalencia con los requisitos es sólo parcial, la empresa instaladora o reparadora de equipos a presión deberá ampliar el seguro o garantía equivalente hasta completar las condiciones exigidas. En el caso de seguros u otras garantías suscritas con entidades aseguradoras y entidades de crédito autorizadas en otro Estado miembro, se aceptarán a efectos de acreditación los certificados emitidos por éstas.»

Cuatro. Se añade una disposición adicional séptima al Real Decreto 2068/2008, de 12 de diciembre, con el siguiente tenor:

«Disposición adicional séptima. Aceptación de documentos de otros Estados miembros a efectos de acreditación del cumplimiento de requisitos.

A los efectos de acreditar el cumplimiento de los requisitos exigidos a las empresas instaladoras o reparadoras de equipos a presión, se aceptarán los documentos procedentes de otro Estado miembro de los que se desprenda que se cumplen tales

requisitos, en los términos previstos en el artículo 17 de la Ley 17/2009, de 23

de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.»

Cinco. Se añade una disposición adicional octava al Real Decreto 2068/2008, de 12 de diciembre, con la siguiente redacción:

«Disposición adicional octava. Modelo de declaración responsable.

Corresponderá a las comunidades autónomas elaborar y mantener disponibles los modelos de declaración responsable. A efectos de facilitar la introducción de datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, el órgano competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio elaborará y mantendrá actualizada una propuesta de modelos de declaración responsable, que deberá incluir los datos que se suministrarán al indicado registro, y que estará disponible en la sede electrónica de dicho Ministerio.»

Seis. Se añade una disposición adicional novena al Real Decreto 2068/2008, de 12 de diciembre, cuya redacción será la siguiente:

«Disposición adicional novena. Obligaciones en materia de información y de reclamaciones.

Las empresas instaladoras y las reparadoras de equipos a presión deben cumplir las obligaciones de información de los prestadores y las obligaciones en materia de reclamaciones establecidas, respectivamente, en los artículos 22 y 23 de la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.»

Siete. Se suprime el párrafo j) del artículo 2 del reglamento. Ocho. El apartado 3 del artículo 3 del reglamento queda redactado de la manera siguiente:

«3. Las empresas instaladoras de equipos a presión, para poder realizar las actividades indicadas en el presente reglamento, deberán estar habilitadas para el ejercicio de la actividad según lo establecido en el anexo I.

Asimismo podrán habilitarse los fabricantes o los usuarios de los equipos a presión, si justifican el cumplimiento de las condiciones establecidas para las empresas instaladoras.»

Nueve. El primer párrafo del artículo 4.1 del reglamento queda redactado del modo siguiente:

«1. Las instalaciones requerirán la presentación de un proyecto técnico realizado por técnico competente, ante el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente, de acuerdo con los criterios indicados en el anexo II de este reglamento.»

Diez. El primer párrafo del artículo 4.2 queda redactado del modo siguiente:

«2. La instalación de equipos a presión de las categorías I a IV a que se refiere el artículo 9 y anexo II, del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, o asimilados a dichas categorías según el artículo 3.2, deberá realizarse por empresas instaladoras de equipos a presión habilitadas, de acuerdo con la categoría necesaria para cada tipo de instalación.»

Once. El apartado 1 del artículo 7 del reglamento queda redactado de la manera siguiente:

«1. Las reparaciones que afecten a las partes sometidas a presión de los equipos de las categorías I a IV a que se refieren el artículo 9 y el anexo II del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, o asimilados a dichas categorías según el artículo 3.2, deberán ser realizadas por empresas reparadoras de equipos a presión habilitadas para el ejercicio de la actividad según lo establecido en el anexo I de este reglamento.

No obstante lo anterior, podrán habilitarse para la realización de reparaciones las empresas que declaren haber construido dicho equipo y disponer de la documentación que así lo acredita, o los usuarios que justifiquen el cumplimiento de las condiciones establecidas para las empresas reparadoras de equipos a presión.»

Doce. Se modifica el apartado 1 del anexo I del reglamento, que queda redactado como sigue:

«1. Habilitación de empresas instaladoras de equipos a presión.

1.1 Antes de comenzar sus actividades como empresas instaladoras de equipos a presión, las personas físicas o jurídicas que deseen establecerse en España deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que se establezcan una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare que cumple los requisitos que se exigen por este reglamento y por las correspondientes ITC, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establezcan en las respectivas Instrucciones Técnica Complementarias.

1.2 Las empresas instaladoras de equipos a presión legalmente establecidas para el ejercicio de esta actividad en cualquier otro Estado miembro de la Unión Europea que deseen realizar la actividad en régimen de libre prestación en territorio español, deberán presentar, previo al inicio de la misma, ante el órgano competente de la comunidad autónoma donde deseen comenzar su actividad una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare que cumple los requisitos que se exigen por este reglamento y por las correspondientes Instrucciones Técnica Complementarias que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establezcan en las respectivas Instrucciones Técnica Complementarias.

Para la acreditación del cumplimiento del requisito de personal cualificado la declaración deberá hacer constar que la empresa dispone de la documentación que acredita la capacitación del personal afectado, de acuerdo con la

normativa del país de establecimiento y conforme a lo previsto en la normativa de la Unión Europea sobre reconocimiento de cualificaciones profesionales, aplicada en España mediante el Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado.

1.3 Las empresas deberán incluir en su declaración responsable los siguientes datos:

- a) Indicación, en su caso, de la disponibilidad de acreditaciones de la empresa (sistema de calidad, autorizaciones de fabricantes, etc.).
- b) Indicación de la marca del punzón o tenaza para el precintado de válvulas de seguridad.

1.4 Las comunidades autónomas deberán posibilitar que la declaración responsable sea realizada por medios electrónicos.

No se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con la declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control.

1.5 El órgano competente de la comunidad autónoma, asignará, de oficio, un número de identificación a la empresa y remitirá los datos necesarios para su inclusión en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo.

1.6 De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido a la empresa instaladora de equipos a presión, desde el momento de su presentación ante la Administración

competente, para el ejercicio de la actividad en todo el territorio español, sin que puedan imponerse requisitos o condiciones adicionales.

1.7 Al amparo de lo previsto en el apartado 3 del artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración competente podrá regular un procedimiento para comprobar a posteriori lo declarado por el interesado.

En todo caso, la no presentación de la declaración, así como la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, de datos o manifestaciones que deban figurar en dicha declaración habilitará a la Administración competente para dictar resolución, que deberá ser motivada y previa audiencia del interesado, por la que se declare la imposibilidad de seguir ejerciendo la actividad y, si procede, se inhabilite temporalmente para el ejercicio de la actividad sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran derivarse de las actuaciones realizadas.

1.8 Cualquier hecho que suponga modificación de alguno de los datos incluidos en la declaración originaria, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado por el interesado al órgano competente de la comunidad autónoma donde presentó la declaración responsable en el plazo de un mes.

1.9 Las empresas instaladoras de equipos a presión se clasificarán en dos categorías:

Categoría EIP-1: Con capacidad para realizar instalaciones que no requieran proyecto.

Las empresas instaladoras de la categoría EIP-1 cumplirán lo siguiente:

a) Disponer de la documentación que identifique a la empresa instaladora, que en el caso de persona jurídica, deberá estar constituida legalmente.

b) Disponer de los medios técnicos necesarios para realizar su actividad en condiciones de seguridad.

c) Contar con personal contratado que realice su actividad en condiciones de seguridad. Tanto los responsables de la empresa como el personal en plantilla que realiza las instalaciones deberán conocer este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias.

d) Disponer de las acreditaciones del personal para la realización de uniones permanentes y de los correspondientes procedimientos de actuación. En caso de utilizar exclusivamente sistemas de unión no permanentes, en la acreditación de la empresa deberá figurar esta limitación.

e) Haber suscrito un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio de al menos 300.000 euros por siniestro. Esta cuantía se actualizará por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

Categoría EIP-2: Con capacidad para realizar instalaciones con equipos a presión que requieran proyecto, así como las indicadas para la categoría EIP-1.

Las empresas instaladoras de la categoría EIP-2 cumplirán lo siguiente:

a) Disponer de la documentación que identifique a la empresa instaladora, que en el caso de persona jurídica, deberá estar constituida legalmente.

b) Disponer de los medios técnicos necesarios para realizar su actividad en condiciones de seguridad.

c) Contar con personal contratado que realice su actividad en condiciones de seguridad, con un mínimo de un técnico titulado competente, que será el responsable técnico. Tanto los responsables de la empresa como el personal en plantilla que realiza

las instalaciones deberán conocer este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias.

d) Disponer de las acreditaciones del personal para la realización de uniones permanentes y de los correspondientes procedimientos de actuación. En caso de utilizar exclusivamente sistemas de unión no permanentes, en la acreditación de la empresa deberá figurar esta limitación.

e) Haber suscrito un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio de al menos 600.000 euros por siniestro. Esta cuantía mínima se actualizará por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

1.10 La empresa instaladora de equipos a presión habilitada no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de instalación no realizadas por ella misma.

1.11 El incumplimiento de los requisitos exigidos, verificado por la autoridad competente y declarado mediante resolución motivada, conllevará el cese de la actividad, salvo que pueda incoarse un expediente de subsanación de errores, sin perjuicio de las sanciones que pudieran derivarse de la gravedad de las actuaciones realizadas.

La autoridad competente, en este caso, abrirá un expediente informativo al titular de la instalación, que tendrá quince días naturales a partir de la comunicación para aportar las evidencias o descargos correspondientes.

1.12 El órgano competente de la comunidad autónoma dará traslado inmediato al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de la inhabilitación temporal, las modificaciones y el cese de la actividad a los que se refieren los apartados precedentes para la actualización de los datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como lo establece su normativa reglamentaria de desarrollo.»

Trece. Se modifica el apartado 2 del anexo I del reglamento, que queda redactado como sigue:



## «2. Habilitación de empresas reparadoras de equipos a presión.

2.1 Antes de comenzar sus actividades como empresas reparadoras de equipos a presión, las personas físicas o jurídicas que deseen establecerse en deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que se establezcan una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare que cumple los requisitos que se exigen por este reglamento y por las correspondientes Instrucciones Técnica Complementarias que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de los trabajos de reparación se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establezcan en las respectivas Instrucciones Técnica Complementarias.

2.2 Las empresas reparadoras de equipos a presión legalmente establecidas para el ejercicio de esta actividad en cualquier otro Estado miembro de la Unión Europea que deseen realizar la actividad en régimen de libre prestación en territorio español, deberán presentar, previo al inicio de la misma, ante el órgano competente de la comunidad autónoma donde deseen comenzar su actividad una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare que cumple los requisitos que se exigen por este reglamento y por las correspondientes Instrucciones Técnica Complementarias que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establezcan en las respectivas Instrucciones Técnica Complementarias.

Para la acreditación del cumplimiento del requisito de personal cualificado la declaración deberá hacer constar que la empresa dispone de la documentación que acredita la capacitación del personal afectado, de acuerdo con la normativa del país de establecimiento y conforme a lo previsto en la normativa de la Unión Europea sobre reconocimiento de cualificaciones profesionales, aplicada en España mediante el Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre,

por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado.

2.3 Las empresas deberán incluir en su declaración responsable los siguientes datos:

- a) Indicación, en su caso, de la disponibilidad de acreditaciones de la empresa (sistema de calidad, autorizaciones de fabricantes,...).
- b) Indicación de la marca del punzón o tenaza para el precintado de válvulas de seguridad.

2.4 Las comunidades autónomas deberán posibilitar que la declaración responsable sea realizada por medios electrónicos.

No se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con la declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control.

2.5 El órgano competente de la comunidad autónoma, asignará, de oficio, un número de identificación a la empresa y remitirá los datos necesarios para su inclusión en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo.

2.6 De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido a la empresa reparadora de equipos a presión, desde el momento de su presentación ante la Administración competente, para el ejercicio de la actividad en todo el territorio español, sin que puedan imponerse requisitos o condiciones adicionales.

2.7 Al amparo de lo previsto en el apartado 3 del artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración competente podrá regular un procedimiento para comprobar a posteriori lo declarado por el interesado.

En todo caso, la no presentación de la declaración, así como la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, de datos o manifestaciones que deban figurar en dicha declaración habilitará a la Administración competente para dictar resolución, que deberá ser motivada y previa audiencia del interesado, por la que se declare la imposibilidad de seguir ejerciendo la actividad y, si procede, se inhabilite temporalmente para el ejercicio de la actividad sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran derivarse de las actuaciones realizadas.

2.8 Cualquier hecho que suponga modificación de alguno de los datos incluidos en la declaración originaria, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado por el interesado al órgano competente de la comunidad autónoma donde presentó la declaración responsable en el plazo de un mes.

2.9 Las empresas reparadoras deberán cumplir los requisitos establecidos en el punto 1.9 de este anexo para la categoría EIP-2 y se identificarán con las siglas ERP-2.

No obstante lo anterior, para los equipos a presión de hasta categoría I del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, o asimilados a dicha categoría de acuerdo con el artículo 3.2 o la disposición adicional primera, las empresas reparadoras deberán cumplir los requisitos establecidos para las empresas instaladoras de la categoría EIP-1. Estas empresas se identificarán con las siglas ERP-1.

2.10 La empresa reparadora de equipos a presión habilitada no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de actuaciones no realizadas por ella misma.

2.11 El incumplimiento de los requisitos exigidos, verificado por la autoridad

competente y declarado mediante resolución motivada, conllevará el cese de la actividad, salvo que pueda incoarse un expediente de subsanación de errores, sin perjuicio de las sanciones que pudieran derivarse de la gravedad de las actuaciones realizadas.

La autoridad competente, en este caso, abrirá un expediente informativo al titular de la instalación, que tendrá quince días naturales a partir de la comunicación para aportar las evidencias o descargos correspondientes.

2.12 El órgano competente de la comunidad autónoma dará traslado inmediato al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de la inhabilitación temporal, las modificaciones y el cese de la actividad a los que se refieren los apartados precedentes para la actualización de los datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como lo establece su normativa reglamentaria de desarrollo.»

Catorce. El apartado 3 del anexo I del reglamento queda redactado como sigue:

«3. Obligaciones.—Las empresas instaladoras y reparadoras de equipos a presión están obligadas a:

3.1 Presentar la declaración responsable que se establece en los apartados 1 y 2 de este anexo.

3.2 Cumplir todos los requisitos y normas que se establecen en los apartados 1 y 2 anteriores, comunicando al órgano competente de la comunidad autónoma donde presentó la declaración responsable cualquier modificación de los datos declarados.

3.3 Realizar las instalaciones, reparaciones o inspecciones periódicas de acuerdo con el presente reglamento, emitiendo las correspondientes certificaciones.

3.4 Disponer del correspondiente libro o registro, manual o por medios electrónicos, en donde se anoten las actuaciones realizadas, indicando al

menos:

Fecha de actuación. Usuario. Tipo de actuación. Identificación o características de equipo o instalación.»

Quince. Se suprime el apartado 4 del anexo I. del reglamento. Dieciséis. El apartado 4.a) del anexo II del reglamento, queda redactado como sigue:

«a) Certificado de dirección técnica emitido por técnico titulado competente, en caso de instalaciones que requieran proyecto de instalación.»

Diecisiete. Se modifica el apartado 4.b) del anexo II del reglamento, cuyo tenor pasa a ser el siguiente:

«b) Certificado de instalación suscrito tanto por empresa instaladora de equipos a presión habilitada como por su responsable técnico, en el que se haga constar que los equipos cumplen el presente reglamento, que disponen de las instrucciones de todos los equipos (incluidos los mencionados en el artículo 3.3 del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo), que se han realizado las pruebas requeridas, incluyendo en su caso, la correspondiente prueba hidrostática de resistencia de los elementos no probados y que el funcionamiento es correcto.»

Dieciocho. El cuarto párrafo del apartado 4 del anexo II del reglamento queda redactado como sigue:

«En las instalaciones que requieran proyecto de instalación, el certificado de instalación será emitido y firmado por el técnico titulado competente de la empresa EIP- 2. En este caso, el certificado de instalación podrá sustituir al certificado de dirección técnica indicado en el anterior apartado «a» si incluye lo indicado en los apartados 1 y 2 del anexo IV.»

Diecinueve. Se modifican las dos primeras notas del apartado 1 del anexo III del reglamento y su redacción pasa a ser como sigue:

«Los extintores de incendios, como excepción, se someterán exclusivamente a las pruebas de NIVEL C cada cinco años por empresas mantenedoras

habilitadas por el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y tendrán una vida útil de veinte años a partir de la fecha de fabricación.

Los recipientes frigoríficos, como excepción, al no tener regulación expresa sobre inspecciones periódicas de los equipos a presión, serán inspeccionados por empresas instaladoras frigoristas habilitadas de acuerdo con el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, aprobado por Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre, y no requieren la realización de inspecciones de nivel C, a no ser que el equipo haya sufrido daños, haya estado fuera de servicio por un tiempo superior a dos años, se cambie el fluido por otro de mayor riesgo o haya sufrido una reparación.»

Veinte. El apartado 1 del anexo IV del reglamento queda redactado de la manera siguiente:

«1. Certificado de dirección técnica.

Identificación del técnico titulado competente, DNI o NIE (en su defecto número de pasaporte), y, en su caso, colegio oficial al que pertenece y n.o de colegiado.

Localización de la instalación (titular, dirección y N.o R.E.I.) Características técnicas de la instalación: Identificación de todos los equipos a presión, denominación, PS, V, PT y

clasificación. Presión máxima de servicio de la instalación (Pms) y fluido contenido. Accesorios de

seguridad y presión de precinto (Pp). Si procede, otras características específicas según el tipo de equipo (TS,...) Que la instalación se ha realizado de acuerdo al proyecto (identificación del

proyecto). Que la instalación cumple los requisitos reglamentarios, habiéndose observado las

indicaciones del fabricante y realizado las pruebas en el lugar del emplazamiento. Que su funcionamiento es correcto. Identificación de la documentación que se acompaña. Fecha y firma.»

Veintiuno. Se modifica el primer párrafo del artículo 10 de la ITC EP-1, que queda redactado como sigue:

«Las reparaciones de las partes sometidas a presión de los equipos o conjuntos comprendidos en la presente Instrucción Técnica Complementaria deberán realizarse por empresas reparadoras habilitadas, según el artículo 7 del Reglamento de equipos a presión.»

Veintidós. Se modifica el segundo párrafo del artículo 11.2 de la ITC EP-1, que queda redactado del siguiente modo:

«En cualquier caso, en las transformaciones por cambio de combustible se deberá presentar un proyecto de un técnico titulado competente, y el correspondiente certificado de modificación, en donde se justifique la idoneidad del nuevo quemador, de la cámara de combustión y que en la placa tubular de los tubos del primer paso de gases en las calderas pirotubulares, o en la pantalla trasera del hogar en las acuotubulares, no se sobrepase la temperatura límite del material permitida por el código de diseño. Asimismo, en las calderas pirotubulares, se adecuará el método de unión de tubo a placa tubular, según se indique en el código de diseño para las nuevas condiciones de funcionamiento.»

Veintitrés. El artículo 13.3 de la ITC-EP-1 queda redactado como sigue:

«1. Las calderas de la clase segunda, a que se hace referencia en el artículo 3.2 de la presente Instrucción Técnica Complementaria, de vapor o de agua sobrecalentada deberán ser conducidas por un operador industrial de calderas.

2. Para poder realizar su actividad el operador industrial de calderas deberá cumplir y tendrá que poder acreditar ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control, una de las siguientes situaciones:

- a) Disponer de un título universitario cuyo plan de estudios cubra los contenidos mínimos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- b) Disponer de un título de formación profesional o de un certificado de profesionalidad incluido en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, cuyo ámbito competencial incluya los contenidos mínimos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- c) Haber superado un examen teórico-práctico ante la comunidad autónoma sobre los contenidos mínimos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- d) Tener reconocida una competencia profesional adquirida por experiencia laboral, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, en las materias que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- e) Poseer una certificación otorgada por entidad acreditada para la certificación de personas, según lo establecido en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, que incluya como mínimo los contenidos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.»

Veinticuatro. Se suprime el apartado 4 del artículo 14 de la ITC EP-1.

Veinticinco. Se modifica la redacción del primer párrafo del apartado 1 del anexo II de la ITC-EP-1, que queda como sigue:

«1. Los operadores industriales de calderas deberán disponer de los siguientes conocimientos:»

Veintiséis. Se suprimen los apartados 2 y 3 del anexo II de la ITC-EP-

1.Veintisiete. El tercer párrafo del apartado 2.11 del anexo de la ITC EP-2 queda redactado del modo que sigue:



«La inspección y limpieza de los elementos de las válvulas de seguridad, cámaras de flotación y accesorios puede ser realizada por el fabricante o por la empresa reparadora habilitada ERP-2, previa a la visita del inspector responsable de la inspección y prueba periódica. Deberá procederse a desmontar todas las válvulas de seguridad, ajustarlas correctamente, probándolas a continuación y precintándolas. En este caso, el fabricante o la empresa reparadora extenderán un certificado acreditativo de haber efectuado las operaciones indicadas.»

Veintiocho. Los apartados 2 y 5 del artículo 2 de la ITC EP-5, quedan redactados de la siguiente manera:

«2. “Centro de inspección de botellas”, establecimiento con los elementos adecuados para realizar las inspecciones periódicas y/o visuales de las botellas y ha realizado el trámite de presentación de documentación establecido en los artículos 4 y 5 de esta Instrucción Técnica Complementaria.»

«5. “Centro de recarga de botellas”, establecimiento que dispone de los medios adecuados para poder ejercer la actividad de recarga de las botellas y ha realizado el trámite de presentación de documentación establecido en el artículo 3 de esta Instrucción Técnica Complementaria.»

Veintinueve. El artículo 3 de la ITC EP-5 queda redactado como sigue:

«Artículo 3. Centro de recarga de botellas.

1. Antes de iniciar su actividad, los centros de recarga de botellas, deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que radique la instalación, la siguiente documentación:

a) El proyecto de la instalación firmado por técnico titulado competente, en el que se describa el emplazamiento y todos los elementos constitutivos de la instalación, acreditando el cumplimiento de las condiciones específicas de seguridad que se indican en el capítulo IV de esta Instrucción Técnica Complementaria. No requerirán proyecto de instalación aquellas instalaciones de recarga de botellas en las que la suma de los productos de la presión

máxima de servicio en bar por el volumen en litros de todos los equipos a presión fijos que puedan ser conectados de forma simultánea en la instalación sea  $\leq 25.000$ . En este caso, deberá presentarse una memoria técnica suscrita por la empresa instaladora en la que se describan las instalaciones y el cumplimiento del capítulo IV, y, en su caso, un proyecto específico que acredite las condiciones especiales de protección indicadas en el artículo 12.a de esta Instrucción Técnica Complementaria. En caso de que se utilicen equipos que solamente requieran de conexión eléctrica para su funcionamiento, de acuerdo con el artículo 4.4 del Reglamento de equipos a presión, al no tener la consideración de instalación, la memoria podrá ser suscrita por el titular.

b) Certificado de dirección técnica firmado por el técnico titulado competente de la empresa instaladora.

En caso de instalaciones que no requieran proyecto, el certificado de instalación estará suscrito por la empresa instaladora de equipos a presión que la ha realizado.

En los centros en los que la memoria, de acuerdo con el anterior párrafo a), pueda ser suscrita por el titular, por no ser considerada como instalación, no será necesaria la presentación del certificado de empresa instaladora.

c) Manual de procedimiento de actuación para la recarga de botellas, indicando, en su caso, las actuaciones para la carga de botellas con presiones distintas a las de tarado de la rampa de carga.

d) Certificado de inspección del centro de recarga emitido por un organismo de control, cuando haya sido establecido por el órgano competente de la comunidad autónoma.

e) Una declaración responsable en la que el titular del centro o el representante legal del mismo declare que cumple los requisitos que se exigen por esta ITC EP-05, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de los trabajos se efectúa de acuerdo con

las normas y requisitos que se establezcan en esta ITC EP-05.

2. En relación con la declaración responsable exigida en el párrafo e) del apartado anterior, las comunidades autónomas deberán posibilitar que la declaración responsable sea realizada por medios electrónicos y no se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con dicha

declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control.

3. El órgano competente de la comunidad autónoma, asignará, de oficio, un número de identificación al centro de recarga de botellas y remitirá los datos necesarios para su inclusión en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo.

4. De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido al centro de recarga de botellas para el ejercicio de la actividad desde el momento de su presentación ante la Administración competente.

5. Al amparo de lo previsto en el apartado 3 del artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración competente podrá regular un procedimiento para comprobar a posteriori lo declarado por el interesado.

En todo caso, la no presentación de la declaración, así como la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, de datos o manifestaciones que deban figurar en dicha declaración habilitará a la Administración competente para dictar resolución, que deberá ser motivada y previa audiencia del interesado, por la que se declare la imposibilidad de seguir ejerciendo la

actividad y, si procede, se inhabilite temporalmente para el ejercicio de la actividad sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran derivarse de las actuaciones realizadas.

6. Cualquier hecho que suponga modificación de alguno de los datos incluidos en la declaración originaria, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado por el interesado al órgano competente de la comunidad autónoma donde presentó la declaración responsable en el plazo de un mes.

7. Los centros de recarga de botellas deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Tener contratado con entidad debidamente autorizada, un seguro de responsabilidad civil, aval u otra garantía financiera que cubra específicamente esta actividad con cobertura mínima por accidente de 500.000 euros. Esta cuantía mínima se actualizará por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía, previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

b) Tener al personal encargado del funcionamiento del centro, debidamente instruido en el manejo de la instalación y en los requisitos y comprobaciones a realizar para el llenado de las botellas.

c) Disponer, para su presentación a requerimiento de la administración competente, de las declaraciones de conformidad <<CE>> de cada uno de los equipos a presión de la instalación.

8. El centro de recarga de botellas habilitado no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de actuaciones no realizadas por él mismo.

9. El incumplimiento de los requisitos exigidos, verificado por la autoridad competente y declarado mediante resolución motivada, conllevará el cese de la actividad, salvo que pueda incoarse un expediente de subsanación de errores, sin perjuicio de las sanciones que pudieran derivarse de la gravedad de las actuaciones realizadas. La autoridad competente, en este caso, abrirá un expediente informativo al titular de la instalación, que tendrá quince días

naturales a partir de la comunicación para aportar las evidencias o descargos correspondientes.

10. El órgano competente de la comunidad autónoma dará traslado inmediato al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de la inhabilitación temporal, las modificaciones y el cese de la actividad a los que se refieren los apartados precedentes para la actualización de los datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como lo establece su normativa reglamentaria de desarrollo.

11. Los centros de producción de aire comprimido y mezclas de gases respirables, situados en industrias y actividades especializadas de producción, distribución y utilización de gases, se consideran habilitados para realizar la actividad de recarga de botellas. En este caso, deberán comunicar el inicio de la actividad al órgano competente de la comunidad autónoma, junto con el Manual de procedimiento de actuación para la recarga de botellas.»

Treinta. El artículo 4 de la ITC EP-5 queda redactado en los siguientes términos: «Artículo 4. Centro de inspección periódica de botellas.

1. Antes de iniciar su actividad, los centros de inspección periódica de botellas, deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que radique la instalación, la siguiente documentación:

- a) Proyecto de instalación del centro de inspección con plano de emplazamiento y de detalle. La zona de las pruebas con presión deberá cumplir las condiciones de emplazamiento previstas en el artículo 12 de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- b) Certificado de dirección técnica firmado por el técnico titulado competente de la empresa.
- c) Copia de la huella del punzón con la contraseña de rechazo indicada en el Anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- d) Identificación del punzón para el marcado que identifique a la empresa, que

utilizará para colocar sobre las botellas que haya inspeccionado. Se adjuntará copia de éste marcado sobre un cuadrado de aluminio de 2 x 2 cm.

e) Modelo de etiqueta adhesiva de inspección periódica, que el centro de inspección pegará sobre la botella en el caso de botellas de materiales compuestos, una vez superada la inspección periódica y en la que constarán, como mínimo, los datos indicados en el artículo 7.3 de esta Instrucción Técnica Complementaria.

f) Modelo de etiqueta adhesiva de inspección visual, que el centro pegará sobre la botella una vez superada la inspección y en la que constarán, como mínimo, los datos indicados en el artículo 9.4 de esta Instrucción Técnica Complementaria.

g) Libro registro, manual o por medios electrónicos, de las inspecciones que será diligenciado por el correspondiente órgano competente de la comunidad autónoma en que radique y en donde constarán, como mínimo, los datos de registro previstos en las correspondientes normas UNE-EN 1968, UNE-EN 1802 y UNE-EN ISO 11623, según se trate de botellas de acero, aluminio o materiales compuestos respectivamente.

h) Una declaración responsable en la que el titular del centro o el representante legal del mismo declare que cumple los requisitos que se exigen por esta ITC EP-05, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de los trabajos se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establezcan en esta ITC EP-05.

2. En relación con la declaración responsable exigida en el apartado h) del punto anterior, las comunidades autónomas deberán posibilitar que la declaración responsable sea realizada por medios electrónicos y no se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con dicha declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus

facultades de inspección, comprobación y control.

3. El órgano competente de la comunidad autónoma, asignará, de oficio, un número de identificación al centro de inspección periódica de botellas y remitirá los datos necesarios para su inclusión en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo.

4. De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido al centro de inspección periódica de botellas para el ejercicio de la actividad desde el momento de su presentación ante la Administración competente.

5. Al amparo de lo previsto en el apartado 3 del artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración competente podrá regular un procedimiento para comprobar a posteriori lo declarado por el interesado.

En todo caso, la no presentación de la declaración, así como la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, de datos o manifestaciones que deban figurar en dicha declaración habilitará a la Administración competente para dictar resolución, que deberá ser motivada y previa audiencia del interesado, por la que se declare la imposibilidad de seguir ejerciendo la actividad y, si procede, se inhabilite temporalmente para el ejercicio de la actividad sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran derivarse de las actuaciones realizadas.

6. Cualquier hecho que suponga modificación de alguno de los datos incluidos en la declaración originaria, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado por el interesado al órgano competente de la comunidad autónoma donde presentó la declaración responsable en el plazo de un mes.

7. Los centros de inspección periódica de botellas deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Disponer del conjunto de herramientas, maquinaria y elementos necesarios para realizar las pruebas, controles e inspecciones, con indicación de la capacidad de inspección diaria del centro. Como mínimo deberán disponer de los siguientes elementos:

Sistema adecuado para la limpieza interior de las botellas. Conjunto para la realización de la prueba hidráulica de dilatación volumétrica. Dispositivo para el secado interior de las botellas. Calibres y galgas para control de roscas. Aparato luminoso para la inspección visual interna de la botella. Equipo medidor de espesores de botellas. Báscula para el control de peso de las botellas. Herramientas y elementos para la fijación y manipulación de las botellas. Compresor de aire y elementos para comprobar la estanqueidad de la válvula.

b) Contar con un técnico titulado competente contratado que será el responsable del control de las botellas que se realice en el centro.

c) Tener al personal encargado de las inspecciones, debidamente instruido y formado para efectuar las pruebas y controles en las botellas.

d) Haber suscrito un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio con cobertura mínima por accidente de 500.000 euros. Esta cuantía mínima se actualizará por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

8. El centro de inspección periódica de botellas habilitado no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de actuaciones no realizadas por él mismo.

9. El incumplimiento de los requisitos exigidos, verificado por la autoridad competente y declarado mediante resolución motivada, conllevará el cese de la actividad, salvo que pueda incoarse un expediente de subsanación de errores, sin perjuicio de las sanciones que pudieran derivarse de la gravedad de las



actuaciones realizadas.

La autoridad competente, en este caso, abrirá un expediente informativo al titular de la instalación, que tendrá quince días naturales a partir de la comunicación para aportar las evidencias o descargos correspondientes.

10. El órgano competente de la comunidad autónoma dará traslado inmediato al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de la inhabilitación temporal, las modificaciones y el cese de la actividad a los que se refieren los apartados precedentes para la actualización de los datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como lo establece su normativa reglamentaria de desarrollo.

11. Los centros de inspección periódica de botellas estarán también habilitados para la realización de las inspecciones visuales de las botellas.

12. Los centros de producción de aire comprimido y mezclas de gases respirables situados en industrias y actividades especializadas de producción, distribución y utilización de gases se consideran habilitados para realizar la actividad de inspección periódica y visual de botellas. En este caso, deberán comunicar el inicio de la actividad al órgano competente de la comunidad autónoma, junto con la documentación exigida en los párrafos c), d), e), f) y g) del apartado 1 y una declaración responsable en la que el titular del centro o el representante legal del mismo declare que cumple los requisitos previstos en los párrafos b) y d) del apartado 7, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad.

13. La comunidad autónoma notificará al órgano competente de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio las huellas de los punzones de marcado que identifiquen a los centros de inspección periódica que hayan realizado el trámite de presentación de documentación que se regula por el presente artículo.

14. El Ministerio de Industria Turismo y Comercio publicará en el “Boletín Oficial del Estado”, mediante resolución del centro directivo competente en materia de

seguridad industrial, con carácter informativo, los punzones de marcado que se vayan a utilizar por los centros de inspección periódica para su identificación en las botellas, una vez que hayan realizado dicha inspección.»

Treinta y uno. El artículo 5 de la ITC EP-5 queda redactado como sigue:

«Artículo 5. Centro de inspección visual de botellas.

1. Antes de iniciar su actividad, los centros de inspección visual de botellas, deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que radique la instalación, la siguiente documentación:

- a) Memoria técnica en la que se describan las instalaciones y el cumplimiento del capítulo IV de esta Instrucción Técnica Complementaria, suscrita por la empresa instaladora, y plano de emplazamiento y de detalle de la instalación. La zona de las pruebas con presión deberá cumplir las mismas condiciones de emplazamiento que se indican en el artículo 12 para la recarga de botellas. En su caso, deberá presentarse un proyecto específico que acredite las condiciones especiales de protección indicadas en el artículo 12.a) de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- b) Certificado de instalación suscrito por la empresa instaladora que la ha realizado. En caso de necesitar proyecto específico que acredite las condiciones especiales de protección exigidas en el indicado artículo 12.a), deberá presentarse el certificado de dirección técnica del citado proyecto firmado por técnico titulado competente.
- c) Modelo de etiqueta adhesiva que el Centro de Inspección Visual pegará sobre la botella, una vez superada la inspección y en la que constarán, como mínimo, los datos indicados en el artículo 9.4 de esta Instrucción Técnica Complementaria.
- d) Libro registro, manual o electrónico, de las inspecciones visuales, que será diligenciado por el correspondiente órgano competente de la comunidad autónoma en que radique y en donde constarán, como mínimo, los datos de registro previstos en las correspondientes normas UNE-EN 1968, UNE-EN

1802 y UNE-EN ISO 11623, según se trate de botellas de acero, aluminio o materiales compuestos respectivamente.

e) Una declaración responsable en la que el titular del centro o el representante legal del mismo declare que cumple los requisitos que se exigen por esta ITC EP-05, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de los trabajos se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establezcan en esta ITC EP-05.

2. En relación con la declaración responsable exigida en el apartado e) del punto anterior, las comunidades autónomas deberán posibilitar que la declaración responsable sea realizada por medios electrónicos y no se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con dicha declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control.

3. El órgano competente de la comunidad autónoma, asignará, de oficio, un número de identificación al centro de de inspección visual de botellas y remitirá los datos necesarios para su inclusión en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo.

4. De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido al centro de inspección visual de botellas para el ejercicio de la actividad desde el momento de su presentación ante la Administración competente.

5. Al amparo de lo previsto en el apartado 3 del artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración competente podrá regular un procedimiento para comprobar a posteriori lo declarado por el interesado.

En todo caso, la no presentación de la declaración, así como la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, de datos o manifestaciones que deban figurar en dicha declaración habilitará a la Administración competente para dictar resolución, que deberá ser motivada y previa audiencia del interesado, por la que se declare la imposibilidad de seguir ejerciendo la actividad y, si procede, se inhabilite temporalmente para el ejercicio de la actividad sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran derivarse de las actuaciones realizadas.

6. Cualquier hecho que suponga modificación de alguno de los datos incluidos en la declaración originaria, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado por el interesado al órgano competente de la comunidad autónoma donde presentó la declaración responsable en el plazo de un mes.

7. Los centros de inspección visual de botellas deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Disponer como mínimo de los elementos de trabajo indicados en el artículo 4.7 de esta Instrucción Técnica Complementaria, con excepción del equipo de pruebas hidráulicas y de la disponibilidad de técnico titulado competente.

b) Tener al personal encargado de la inspección visual, debidamente instruido y formado para realizar las pruebas y controles en las botellas.

c) Haber suscrito un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio con cobertura mínima por accidente de 500.000 euros. Esta cuantía mínima se actualizará por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

8. El centro de inspección visual de botellas habilitado no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de actuaciones no realizadas por él mismo.

9. El incumplimiento de los requisitos exigidos, verificado por la autoridad

competente y declarado mediante resolución motivada, conllevará el cese de la actividad, salvo que pueda incoarse un expediente de subsanación de errores, sin perjuicio de las sanciones que pudieran derivarse de la gravedad de las actuaciones realizadas.

La autoridad competente, en este caso, abrirá un expediente informativo al titular de la instalación, que tendrá quince días naturales a partir de la comunicación para aportar las evidencias o descargos correspondientes.

10. El órgano competente de la comunidad autónoma dará traslado inmediato al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de la inhabilitación temporal, las modificaciones y el cese de la actividad a los que se refieren los apartados precedentes para la actualización de los datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como lo establece su normativa reglamentaria de desarrollo.»

Treinta y dos. El primer párrafo del artículo 6 de la ITC EP-5 queda redactado de la siguiente manera:

«Los centros de recarga que hayan presentado la documentación establecida en el artículo 3 de esta Instrucción Técnica Complementaria, podrán recargar botellas no comercializadas legalmente en el ámbito nacional y que procedan de otros países si cumplen los siguientes requisitos:»

Treinta y tres. Se suprime el párrafo c) del artículo 7.3 de la ITC EP-5. Treinta y cuatro. Se suprime el tercer guión del artículo 9.4 de la ITC EP-5. Treinta y cinco. La redacción del artículo 11.2 de la ITC EP-5 pasa a ser la siguiente:

«2. Además de las inspecciones indicadas en el apartado anterior, el titular del centro de recarga o de inspección revisará o hará que se revise anualmente por empresa instaladora habilitada, el correcto funcionamiento de todos los elemento de control y seguridad de la instalación (válvulas de seguridad, manómetros, presostatos, válvulas de purga, etc.) Del resultado de las revisiones y comprobaciones se dejará constancia escrita mediante un informe, que se conservará a disposición de la autoridad competente durante un

período de diez años.»

Treinta y seis. El párrafo a) del artículo 12 de la ITC EP-5 queda redactado como sigue:

«a) La zona de recarga no podrá tener paredes, techo o suelo comunes con otros locales o espacios habitados, a menos que se justifique en el proyecto que en los cerramientos se dispone de una protección adecuada que sea capaz de soportar el impacto, en caso de accidente, por desprendimiento o explosión de una botella o de alguno de sus componentes.

En caso de que la instalación no requiera proyecto de instalación, de acuerdo con el artículo 3.2.a) de esta Instrucción Técnica Complementaria, la protección del emplazamiento, según el párrafo anterior, deberá justificarse mediante un proyecto específico firmado por técnico titulado competente.»

Treinta y siete. El párrafo c) del artículo 16.1 de la ITC EP-5 queda redactado como sigue:

«c) La utilización de estos equipos a presión, por su condición de equipos compactos móviles, al no tener instalación fija, no requiere del trámite de presentación de documentación previsto en el artículo 3 de esta Instrucción Técnica Complementaria.»

Treinta y ocho. El apartado 7 del artículo 2 de la ITC EP-6 queda redactado en los siguientes términos:

«7. «Centro de recarga de gases», establecimiento que dispone de los medios adecuados para poder ejercer la actividad de carga de recipientes de gases y ha realizado el trámite de presentación de documentación establecido en el artículo 7 de esta Instrucción Técnica Complementaria.»

Treinta y nueve. El artículo 7 de la ITC EP-6 queda redactado del modo que sigue: «Artículo 7. Centros de recarga de gases.

1. Antes de iniciar su actividad, los establecimientos que pretendan realizar la

actividad de recarga de los recipientes a presión transportables incluidos en la presente Instrucción Técnica Complementaria, deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que radique la instalación, la siguiente documentación:

a) Proyecto de la instalación firmado por técnico titulado en el que se describa el emplazamiento y todos los elementos constitutivos de la instalación.

b) El certificado de instalación suscrito por el técnico titulado competente de la empresa instaladora. Este certificado será considerado como de dirección técnica.

c) Manual de procedimientos de actuación para la recarga de los recipientes. d) Certificado de inspección emitido por un organismo de control autorizado. e) Una declaración responsable en la que el titular del centro o el representante legal del mismo declare que cumple los requisitos que se exigen por esta ITC EP-06, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de los trabajos se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establezcan en esta ITC EP-06.

2. En relación con la declaración responsable exigida en el apartado f) del punto anterior, las comunidades autónomas deberán posibilitar que la declaración responsable sea realizada por medios electrónicos y no se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con dicha declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control.

3. El órgano competente de la comunidad autónoma, asignará, de oficio, un número de identificación al centro de recarga de gases y remitirá los datos necesarios para su inclusión en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo.

4. De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido al centro de recarga de gases para el ejercicio de la actividad desde el momento de su presentación ante la Administración competente.

5. Al amparo de lo previsto en el apartado 3 del artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración competente podrá regular un procedimiento para comprobar a posteriori lo declarado por el interesado.

En todo caso, la no presentación de la declaración, así como la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, de datos o manifestaciones que deban figurar en dicha declaración habilitará a la Administración competente para dictar resolución, que deberá ser motivada y previa audiencia del interesado, por la que se declare la imposibilidad de seguir ejerciendo la actividad y, si procede, se inhabilite temporalmente para el ejercicio de la actividad sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran derivarse de las actuaciones realizadas.

6. Cualquier hecho que suponga modificación de alguno de los datos incluidos en la declaración originaria, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado por el interesado al órgano competente de la comunidad autónoma donde presentó la declaración responsable en el plazo de un mes.

7. Los centros de recarga de gases deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Haber suscrito un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio con cobertura mínima por accidente de 500.000 euros. Esta cuantía mínima se actualizará por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.



b) Disponer, para su presentación a requerimiento de la administración competente, de las declaraciones de conformidad <<CE>> de cada uno de los equipos a presión de la instalación.

8. El centro de recarga de gases habilitado no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de actuaciones no realizadas por él mismo.

9. El incumplimiento de los requisitos exigidos, verificado por la autoridad competente y declarado mediante resolución motivada, conllevará el cese de la actividad, salvo que pueda incoarse un expediente de subsanación de errores, sin perjuicio de las sanciones que pudieran derivarse de la gravedad de las actuaciones realizadas.

La autoridad competente, en este caso, abrirá un expediente informativo al titular de la instalación, que tendrá quince días naturales a partir de la comunicación para aportar las evidencias o descargos correspondientes.

10. El órgano competente de la comunidad autónoma dará traslado inmediato al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de la inhabilitación temporal, las modificaciones y el cese de la actividad a los que se refieren los apartados precedentes para la actualización de los datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como lo establece su normativa reglamentaria de desarrollo.»

Cuarenta. El primer párrafo del apartado 1 del artículo 10 de la ITC EP-6 queda redactado como sigue:

«1. Los centros de recarga que hayan presentado la documentación establecida en el artículo 7 de esta Instrucción Técnica Complementaria, podrán recargar recipientes provenientes de otros países si estos han realizado la correspondiente inspección periódica de acuerdo con el procedimiento que se establece en la presente Instrucción Técnica Complementaria y llevan el marcado «Π», el marcado «ε», o alguna de las contraseñas de aprobación, de acuerdo con los anteriores reglamentos de aparatos o recipientes a presión.»

Cuarenta y uno. El artículo 11.2 de la ITC EP-6 queda redactado como sigue:

«2. Además de las inspecciones indicadas en el apartado anterior, el titular de la instalación revisará o hará que se revise anualmente por empresa instaladora habilitada, el correcto funcionamiento de todos los elementos de control y seguridad de la instalación (válvulas de seguridad, manómetros, presostatos, reguladores de presión, etc.). Del resultado de las revisiones y comprobaciones se dejará constancia escrita mediante un informe, que se conservará a disposición de la autoridad competente durante un período de diez años.»

Disposición adicional única. Personas dotadas de certificado de cualificación individual o carné.

1. Los titulares de un certificado de cualificación individual en baja tensión emitido por una Administración competente previamente a la fecha de entrada en vigor de este real decreto podrán seguir realizando la actividad de instalador en baja tensión regulada en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

2. Los titulares de un carné de instalador o reparador de P.P.L. emitido por una Administración competente previamente a la fecha de entrada en vigor de este real decreto podrán seguir realizando la actividad de instalador o reparador de P.P.L regulada en el Real Decreto 365/2005, de 8 de abril, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MI-IP05 «Instaladores o reparadores y empresas instaladoras o reparadoras de productos petrolíferos líquidos», en la categoría para la que dicho carné les autoriza.

3. Los titulares de un carné de instalador de gas emitido por una Administración competente previamente a la fecha de entrada en vigor de este real decreto podrán seguir realizando la actividad de instalador de gas regulada en el Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 A 11, en la categoría para la que dicho carné les autoriza.

4. Los titulares de un carné profesional de instalador de líneas de alta tensión

emitido por una Administración competente previamente a la fecha de entrada en vigor de este real decreto podrán seguir realizando la actividad de instalador de líneas de alta tensión regulada en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, en la categoría para la que dicho carné les autoriza.

5. Los titulares de un carné de operador industrial de calderas emitido por una Administración competente previamente a la fecha de entrada en vigor de este real decreto podrán seguir realizando la actividad de operador industrial de calderas regulada en el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.»

Disposición transitoria primera. Empresas previamente autorizadas.

1. Las empresas que ya hubieran sido autorizadas a la fecha de entrada en vigor de este real decreto podrán seguir realizando la actividad para la que fueron autorizadas sin que deban presentar la declaración responsable regulada en las modificaciones normativas introducidas por este real decreto. Estas empresas serán inscritas de oficio en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo, a partir de los datos contenidos en la autorización y remitidos, en su caso, por la correspondiente comunidad autónoma. En su caso, las Administraciones Públicas podrán solicitar la información necesaria para completar su incorporación al mencionado registro.

2. Sin perjuicio de lo establecido en el apartado anterior, el resto de nuevas condiciones y requisitos establecidos en las modificaciones introducidas por este real decreto serán en todo caso aplicables a las empresas señaladas en el apartado anterior.

Disposición transitoria segunda. Procedimientos en tramitación.

1. Los procedimientos para la autorización de una empresa regulados por alguna de las normas reglamentarias que se modifican y que estuvieran en tramitación a la entrada en vigor de este real decreto se tramitarán y resolverán por la normativa vigente en el momento de la presentación de la solicitud. No obstante, el órgano competente para resolver no podrá exigir requisitos suprimidos por el presente real decreto.

2. En todo caso, el interesado podrá, con anterioridad a que se dicte resolución, desistir de su solicitud y optar por la aplicación de lo dispuesto en las modificaciones introducidas por este real decreto.

Disposición derogatoria única. Derogación normativa.

1. Quedan derogadas las siguientes disposiciones:

a) El Real Decreto 3008/1978, de 27 de octubre, regulador del documento de calificación empresarial.

b) La Orden de Ministerio de Industria y Energía, de 25 de octubre de 1979, sobre la implantación del Documento de Calificación Empresarial para instaladores eléctricos.

c) La Orden del Ministerio de Industria y Energía, de 12 de noviembre de 1979, por la que se aprueba la implantación del Documento de Calificación Empresarial en los sectores que se enumeran, correspondientes a la madera y corcho.

d) La Orden del Ministerio de Industria y Energía, de 3 de agosto de 1979, por la que se aprueba la implantación del Documento de Calificación Empresarial en el sector de la construcción.

e) La Orden del Ministerio de Industria y Energía, de 30 de junio de 1980, sobre la implantación del Documento de Calificación Empresarial en el Sector de Empresas de Ingeniería y Consultoras. 2. Asimismo, quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo establecido en este real decreto.

# ANEXO II

# BIBLIOGRAFIA

**Páginas Webs de fabricantes/distribuidores:**

[www.micropik.com](http://www.micropik.com)

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

[www.electan.com](http://www.electan.com)

[www.bdsensors.com](http://www.bdsensors.com)

[www.panasonic-electric-works.es](http://www.panasonic-electric-works.es)

**Otras páginas de interés:**

[www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

[www.datasheetcatalog.net](http://www.datasheetcatalog.net)

[www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)

[www.electrosoft.com](http://www.electrosoft.com)

**Libros:**

-Robert W. Erickson, "Fundamentals of power electronics". Ed. Kluwe Press, 1998

-B.M. Bird, K.G. King, D.A.G. Pedder, "An introduction to power electronics". Ed. Wiley, 1993

-Angulo Usategui, José María (2006). Microcontroladores PIC 2ª Parte. PIC 16F87X. Diseño práctico de aplicaciones. (2ªed.) McGraw-Hill/interamericana de España.

-Berger, Roland(2003). Mantener y reparar calderas. (1ª ed). Susaeta Ediciones.

-Forcada, Julio, El Amplificador Operacional, Marcombo.