

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

## Proyecto General Fin de Carrera

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

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial esp. Electrónica Industrial

Alumno: Francisco Guillén Barquero

Director del proyecto: Pedro Díaz Hernández

2012

### **INDICE**

<b><u>1- MEMORIA</u></b>	6
1.1-Introducción	7
1.2-Objetivos	7
1.3-Normativas	8
1.4-Descripción general del diseño	8
1.5-Elementos del sistema	9
1.5.1-Deposito de agua	9
1.5.2-Bomba de agua	11
1.5.3-Calderin	11
1.5.4-Valvula de seguridad	12
1.5.5-Elemento calefactor	13
1.5.6-Electrovalvula	14
1.5.7-Elemento de planchado	14
1.5.8-Suela de la plancha	15
1.5.9-Elemento calefactor de la plancha	15
1.5.10-Tuberias desde depósito de agua al calderin	15
1.5.11-Tuberias desde calderin a la plancha	16
1.6-Sensores utilizados	16
1.6.1-Sensores de nivel	16
1.6.2-Sensores de temperatura	17
1.6.3-Sensores de presión	17

1.7-Indicadores utilizados	18
1.7.1-Diodos led.	18
1.7.2-Pantall LCD	18
1.8-Sistema de control	19
1.8.1-Microcontrolador PIC 16F877	19
<b><u>2-PLANOS</u></b>	20
2.1-Esquema unifilar general circuito control	21
2.2-Esquema circuito de 220VCA	22
2.3-Esquema circuito fuente de alimentación	23
2.4-Esquema circuito de interconexión	24
2.5-Esquema Orcad circuito de control	25
2.5.1-Placa circuito impreso ruteada	26
2.5.2-Placa circuito impreso copper pour capa bottom	27
2.5.3-Placa circuito impreso copper pour capa top	28
2.5.4-Placa circuito impreso extended gerber	29
2.5.5-Placa circuito impreso componentes	30
2.6-Esquema Orcad modulo LCD	31
2.6.1-Placa circuito impreso ruteada	32
2.6.2-Placa circuito impreso copper pour capa bottom	32
2.6.3-Placa circuito impreso copper pour capa top	33
2.6.4-Placa circuito impreso extended gerber	33
2.6.5-Placa circuito impreso componentes	34

### **3-PLIEGO DE CONDICIONES**

3.1-Control de la existencia de agua en el depósito	35
3.1.1-Circuito y funcionamiento de los sensores de nivel deposito	38
3.2-Control de la presión en el calderin	39
3.3-Funcionamiento de la bomba de agua	41
3.4-Funcionamiento de la resistencia calefactora	42
3.5-Funcionamiento del elemento de planchado	43
3.6-Funcion de los indicadores	45
3.6.1-Diodos led	45
3.6.2-Pantalla LCD	46
3.7-Funcionamiento microcontrolador PIC16F877	47
3.7.1-Fallos en el funcionamiento	47
3.7.2-Programa del microcontrolador	48
3.8-Funcionamiento circuito de corriente alterna	57
3.9-Funcionamiento circuito de CC del circuito de control	57
3.10-Seguridad del sistema de planchado y protección del usuario	58
3.11-Mantenimiento del sistema	59
3.11.1-Mantenimiento del depósito y del calderin	59
3.11.2-Registro de operaciones de mantenimiento	60
3.12-Reglamento de los sistemas de presión.	60

<b><u>4-PRESUPUESTO</u></b>	65
4.1-Presupuesto componentes modulo de control	66
4.2-Presupuesto componentes modulo LCD e indicaciones	67
4.3-Presupuesto componentes centro de planchado	67
4.4-Presupuesto total	68
5-BIBLIOGRAFIA	69

# MEMORIA

### **1.1-INTRODUCCION**

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

Estos centros de planchado, como ya se mencionaba, cuentan con un generador de vapor, que lo va produciendo de manera constante y que es conducido a la plancha a través de un tubo adecuado al caudal de vapor necesario y a la misma vez es flexible, ligero y adecuado para soportar la temperatura y presión necesarias.

La caldera cuenta con una capacidad aproximada de un litro de agua y es calentada para su conversión en vapor constante según la demanda producida por la persona que lo maneja. Se nos ha pedido en este proyecto que el depósito de agua tenga una capacidad de almacenamiento de cinco litros y le he añadido un litro más de capacidad para prevenir posible derrame de agua en el llenado. En este centro de planchado es posible rellenar el depósito a medida que se acaba el agua y además es posible regular la emisión del vapor, pudiendo utilizar una mayor cantidad del mismo sobre ciertas prendas que así lo requieran.

La plancha tiene la posibilidad de regulación de temperatura y caudal de vapor permitiendo elegir temperatura y vapor necesarios para cada tipo de prenda. La potencia eléctrica de la plancha se ha considerado adecuada de 2KW.

### **1.2-OBJETIVOS**

El objetivo de este proyecto será el diseño de una tarjeta de control de un sistema de planchado industrial así como el de la elección de los diferentes elementos que son controlados dicha tarjeta y que forman el centro de planchado.

Se ha dividido en diferentes bloques, que se abordaran por separado para mejorar su comprensión haciendo un uso detallado de cada uno de ellos, funcionamiento, componentes, planos, Pcb's, simulaciones, todo ello cumpliendo con la normativa correspondiente.

He organizado la memoria para una mejor comprensión y seguimiento en:

- Descripción física del elemento a tratar.
- Descripción técnica del funcionamiento de cada elemento (sensores, indicadores, caldera, deposito, plancha, ...)

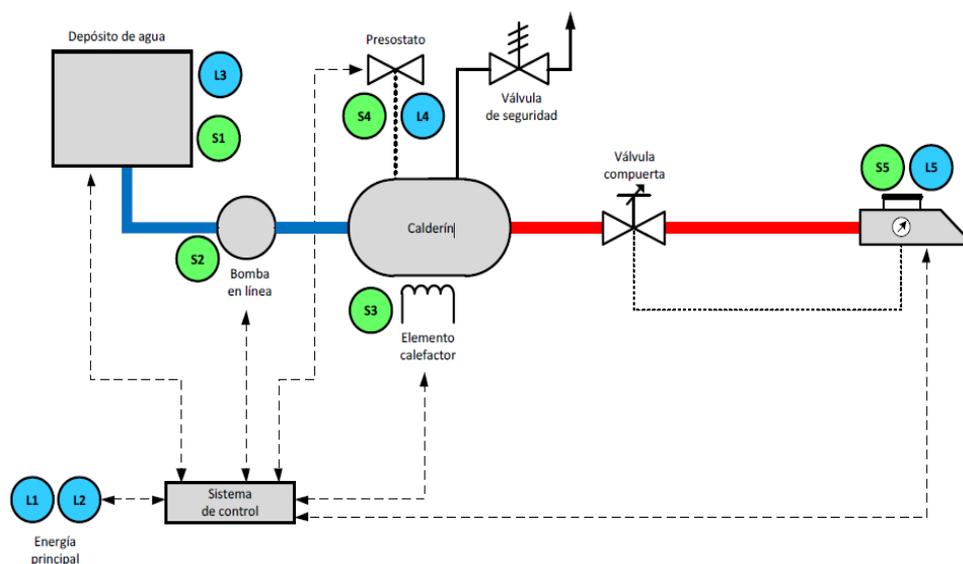
Al final del proyecto se ha realizado un estudio de los costes necesarios para llevar a cabo el proyecto.

### 1.3-NORMATIVAS

La normativa principal que abarca este proyecto es la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP1 Reglamento de aparatos a presión.

### 1.4-DESCRIPCION GENERAL DEL DISEÑO

Para poder explicar el funcionamiento básico mostramos un esquema general del diseño.



Desempeñando los elementos tipo L (indicaciones) y S (sensores) las siguientes funciones:

- L1.- Indicación presencia tensión en la resistencia caldera.
- L2.- Indicación presencia de tensión en el elemento de planchado
- L3.- Indicación de falta de agua en el depósito.
- L4.- Indicación presión alcanzada en el calderin.
- L5.- Indicación temperatura alcanzada en el elemento de planchado.
- S1.- Sensor de mínimo nivel de agua en el depósito.
- S2.- Sensor de aporte agua entre depósito y calderin.
- S3.- Sensor de funcionamiento de la resistencia calefactora.
- S4.- Sensor presión alcanzado en el interior del calderin.
- S5.- Sensor de temperatura plancha

## **1.5-ELEMENTOS DEL SISTEMA**

### **1.5.1 DEPOSITO DE AGUA**

#### **-Descripción física:**

El depósito de agua tiene que poder almacenar 6 litros de agua, así nos aseguraremos de que su tamaño pueda albergar la cantidad de agua que nos pide el proyecto para que trabaje en condiciones óptimas y que además tengamos un margen de volumen en caso de sobrepasar estos 5 litros.

Estará construido de un material de acero inoxidable para evitar la corrosión y pintaremos el exterior con una pintura aislante, además también ira equipada por una capa de lana de vidrio que a su vez irá envuelta en chapa galvanizada para mantener la temperatura del agua dentro del depósito.

Cuanto mayor sea el depósito, más agua podremos almacenar y así obtendremos mayor vapor, es justamente este último el que nos otorga rapidez haciendo más sencillo el planchado.

Utilizaremos dos sensores de nivel que nos dirán el nivel máximo de agua en el depósito a la hora del llenado y el mínimo nivel para avisarnos de falta de agua.

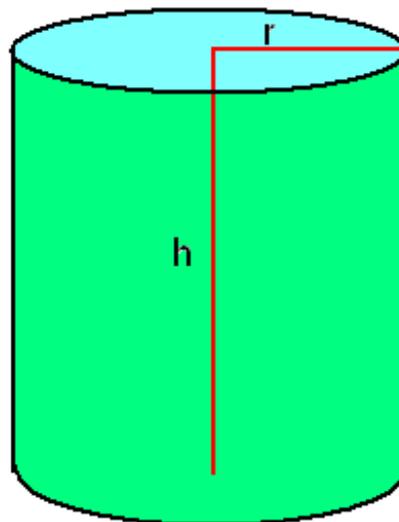
Como sabemos que 1 litro equivale a  $1000 \text{ cm}^3$  nuestro depósito tendrá una capacidad de  $6000 \text{ cm}^3$  para que en el caso de que el nivel de agua alcance los 5 litros haya un margen de 1 litro antes de su rebosamiento.

Para calcular las dimensiones del depósito usaremos la fórmula del volumen para un cilindro.

$$V = \pi r^2 * h$$

Si utilizamos un depósito con un radio de 10 cm:

$$h = \frac{V}{\pi r^2} \approx 19\text{cm}$$



Depósito de agua

#### 1.5.2 BOMBA DE AGUA

##### -Descripción física.

He elegido para este proyecto la bomba de agua Shurflo modelo 403.



Bomba de agua

##### -Descripción técnica

La bomba de agua será la encargada de transportar el agua desde el depósito al calderín y estará controlada su puesta en funcionamiento dependiendo del nivel de agua del calderín.

La bomba se activará en función de las necesidades de cantidad de agua que tenga el calderín y de la altura de llenado del depósito de agua.

#### 1.5.3 CALDERIN

##### Descripción física.

Tal y como nos dice el enunciado del proyecto el calderín tendrá un consumo máximo de 3,5Kw y una presión para trabajar de 3,5 bares controlada por un presostato. En el caso de sobrepasar esta cantidad dispondremos de una válvula de seguridad que estará tarada a 5 bares de presión.

Por encima de esta presión, el sistema expulsará al aire el exceso de presión de vapor, para evitar la rotura de manguitos, agrietamientos o la explosión de la caldera.

Dentro del calderín se colocará una resistencia calefactora cuya función será la de calentar el agua hasta el punto de producción de vapor y presión adecuadas, este aspecto lo abordamos con más profundidad a continuación.

Para asegurarnos que puede albergar 5 litros de agua colocaremos un calderín de  $7 \cdot 10^{-3} m^3$ .

El calderín debe de ir pintado exteriormente con una mano de imprimación antioxidante y con otra mano de pintura antitérmica.

El envolvente exterior estará recubierto por una manta de lana de vidrio. Esta capa de lana mineral va a su vez recubierta por una envolvente de chapa galvanizada de 1mm de espesor.

#### -Descripción técnica

Para controlar la presión en el interior de la caldera, de modo que se encuentre dentro de un margen de valores de funcionamiento concreto, se usará un sensor de presión que nos proporcionara una tensión de 0 a 5 voltios que veremos con más detalle en el pliego de condiciones.

#### 1.5.4 VALVULA DE SEGURIDAD

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.

Utilizaremos la válvula de seguridad CALEFFI P/N 309460

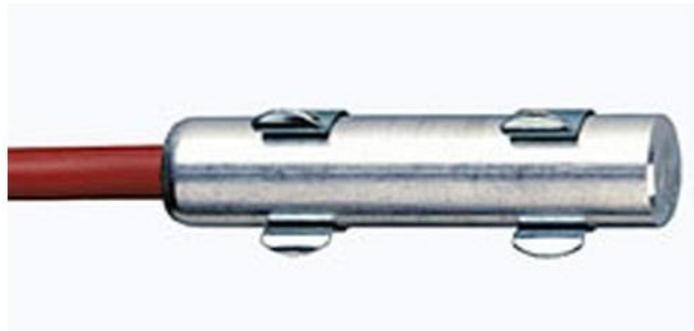


#### 1.5.5 ELEMENTO CALEFACTOR

##### Descripción física

Introduciremos un elemento calefactor para calentar el agua del calderín y así producir el vapor necesario para llevar a cabo el planchado.

He seleccionado una resistencia calefactora Serie RCE 016(ver especificaciones en el anexo). Las dimensiones de la resistencia elegida serán adecuadas para introducirlas en el interior del calderín: 45 mm de longitud y 10 mm de diámetro.



El sensor utilizado es el LM35 (ver anexo), el cual proporciona 10 mV a la salida por cada grado a la entrada.

Con este sensor obtendremos lectura de la temperatura de la caldera comprobaremos el funcionamiento de la resistencia calefactora. Consideraremos que éste funciona cuando obtenga una temperatura mayor que 100°C, por lo tanto, para esta temperatura, el sensor devolvería una salida de 1V.

### 1.5.6 ELECTROVALVULA

El vapor de la plancha será regulado mediante una electroválvula controlada manualmente. Para este caso elegiremos una electroválvula normalmente cerrada de la marca BONA ZCQ-03B. La alimentación de esta válvula será de 12 V en continua, según su hoja de características.



2/2 vías, NC, acción directa, sin flujo de tornillo de ajuste, diseño para el uso con vapor, agua y aire en general.

Tamaño de puerto:	Mujer G 1/4 "
Orificio interno:	2,0 mm y más ...
Material del cuerpo:	Latón
Selle material de los anillos:	NBR, EPDM, etc
Temperatura máxima de papel:	90 °C / 160 °C
Voltaje disponible:	12V/50, DC 12V, 24V/50, DC 24V; 110/120V/50; 220/230V/50
Clase de protección:	IP 65

Su funcionamiento es el siguiente:

- Si el pulsador de la plancha P1 no está accionado, la electroválvula se encontrará cerrada y, por lo tanto, el flujo de vapor no circulará hasta la plancha.
- Si el pulsador P1 esté accionado, la electroválvula se abrirá, haciendo llegar el flujo de vapor hasta la plancha.

### 1.5.7 ELEMENTO DE PLANCHADO

#### -Descripción física



Estará constituida de:

- El elemento calefactor que aportará temperatura a la base de la plancha.
- Sensor de temperatura que detectará si la temperatura en la plancha es la adecuada.

#### 1.5.8 SUELA DE LA PLANCHA

Es la zona que entra en contacto con el tejido, fabricada de acero inoxidable, tendrá varios orificios por los que saldrá el vapor procedente del calderín la plancha tendrá varios orificios por los cuales circulará el vapor.



#### 1.5.9 ELEMENTO CALEFACTOR DE LA PLANCHA

Colocaremos una resistencia de mica aislada para transmitirle el calor necesario al suelo de la plancha para que éste alcance la temperatura de trabajo necesaria según el tipo de tejido que se planche.

#### 1.5.10-TUBERIA DESDE EL DEPOSITO DE AGUA AL CALDERIN

En este proyecto, las tuberías que comunicarán el depósito de agua con el calderín serán de polietileno (HDPE), el tipo PE 100. Se ha elegido el polietileno por las siguientes ventajas:

- Es un material liviano.
- Es flexible y resistente.
- Tiene resistencia química
- Es resistente a la abrasión.

Se elegirán tuberías de diámetro externo de 100 mm aproximadamente, por lo tanto, aplicando la ecuación siguiente podremos calcular el espesor de la tubería.

$$e = (PN * D)/(2\sigma_s + PN)$$

De la tabla de características de las tuberías tipo PE 100 sacamos que  $\sigma_s$  vale 80.

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

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

$$e = (5,2 * 100)/(2 * 80 + 5,2)=3.14$$

#### 1.5.11-TUBERIAS DESDE EL CALDERIN A LA PLANCHA

Utilizaremos tuberías de polipropileno.

##### -Descripción física

- Alta resistencia a las temperaturas extremas, y al impacto, lo que le otorga la ventaja de ser un material de larga vida.
- Son inalterables ante la corrosión y los productos químicos.
- Buen aislante del calor.
- Fácil colocación, flexibles.
- La soldadura en este tipo de tuberías es producida por medio de fusión, lo cual hace que la tubería sea de una única pieza, sin juntas.

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

#### 1.6-SENSORES UTILIZADOS.

##### 1.6.1- SENSORES DE NIVEL

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



Flotador

### 1.6.2-SENSORES DE TEMPERATURA

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



Sensor LM35

### 1.6.3-SENSORES DE PRESIÓN

Utilizados para comprobar la presión en el calderín. El elegido es un transmisor de 10 bares de la marca DRUCK.

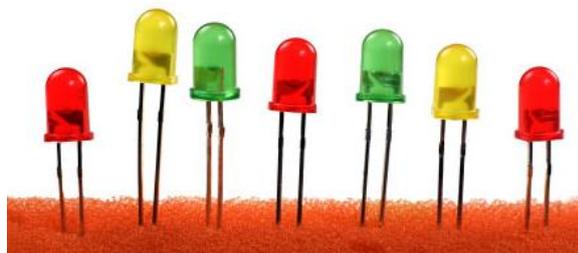


Sensor de presión

### 1.7-INDICADORES UTILIZADOS

#### 1.7.1-DIODOS LED

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



Diodo LED

#### 1.7.2 PANTALLA LCD

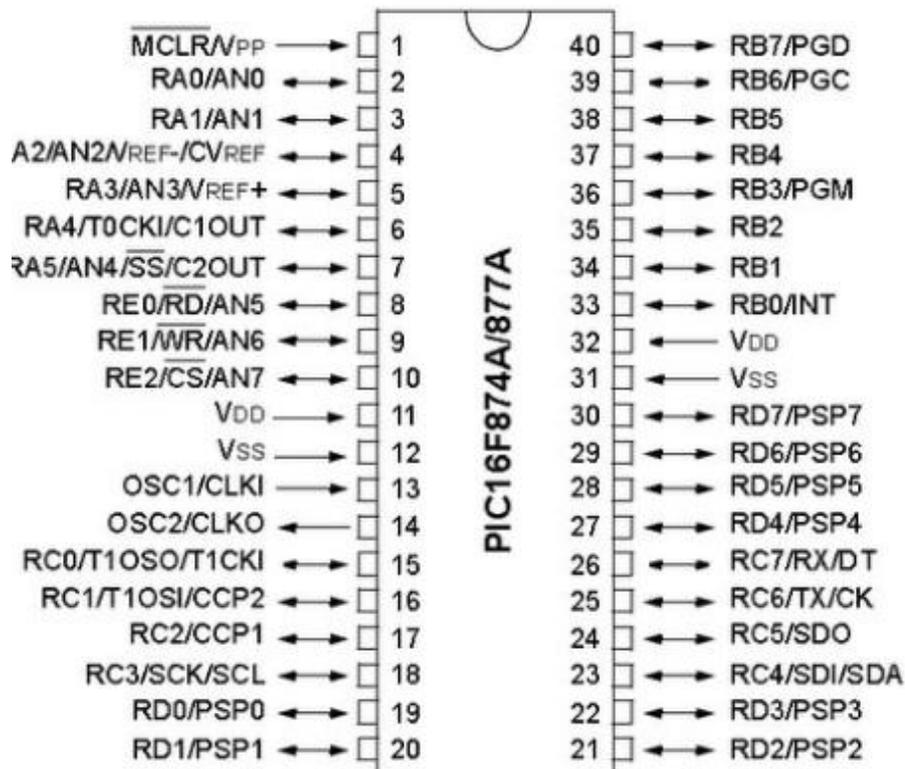
Elegiremos una pantalla LCD de 4x16 modelo JHD164A STN capaz de representar en 4 líneas de 16 caracteres cada una, las indicaciones del estado del sistema.



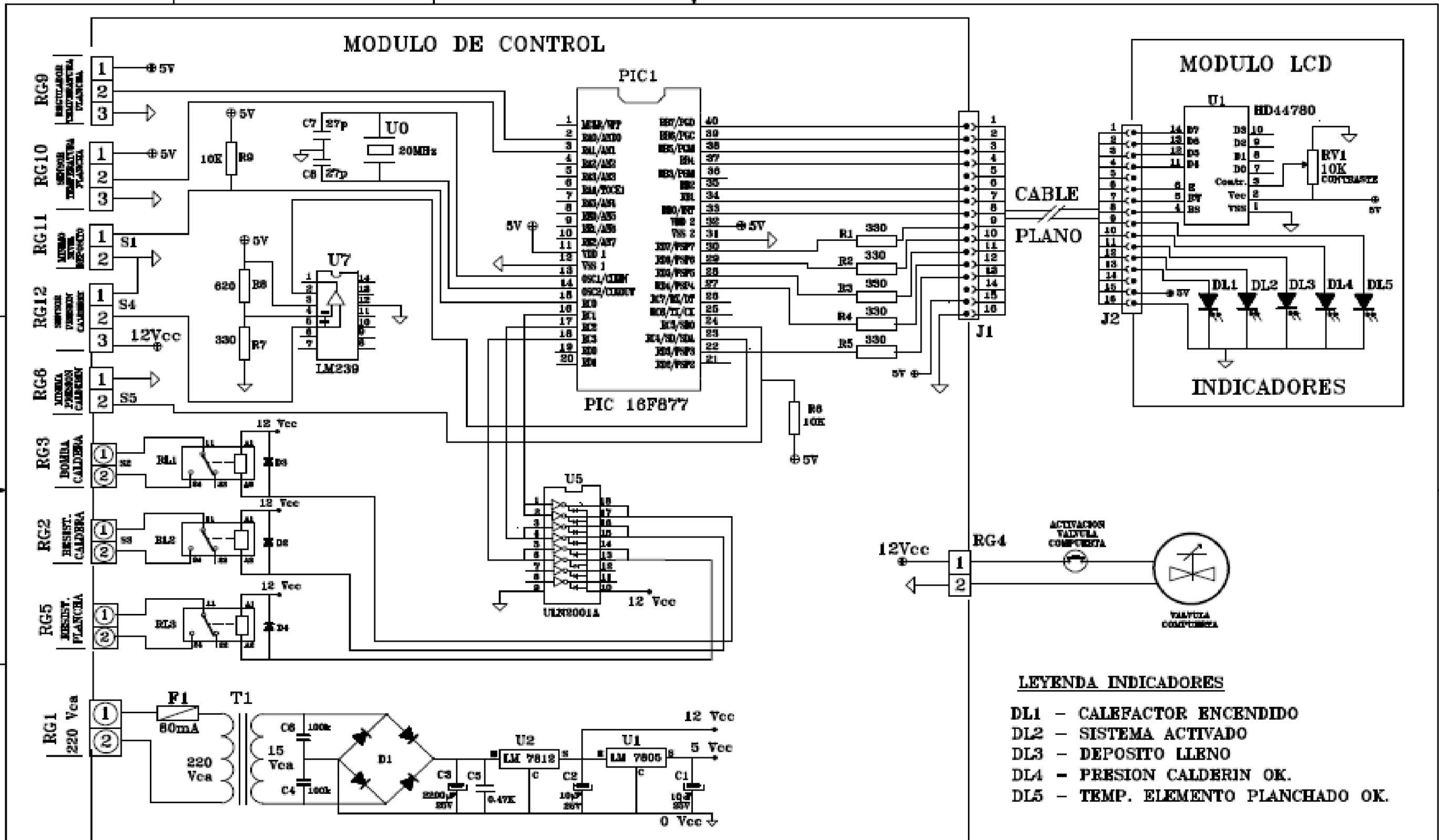
## 1.8-SISTEMA DE CONTROL

### 1.8.1 MICROCONTROLADOR

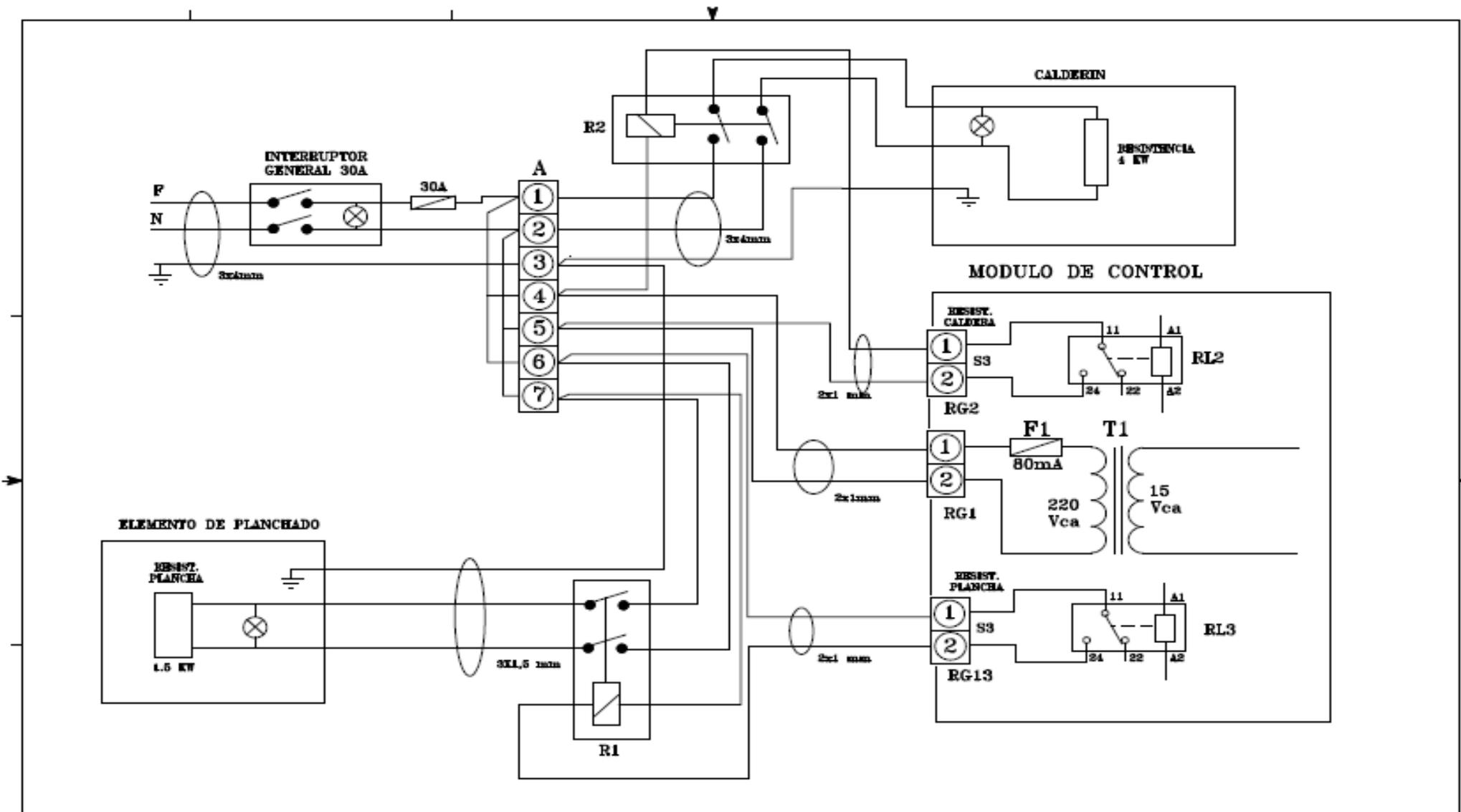
Utilizaremos el microcontrolador PIC16F877, la función de éste será la de controlar la pantalla LCD mediante las instrucciones dadas. También utilizaremos el PIC 16F877 para controlar el accionamiento del sistema y controlar todos los procesos, desde la respuesta de los sensores hasta la programación del LCD.



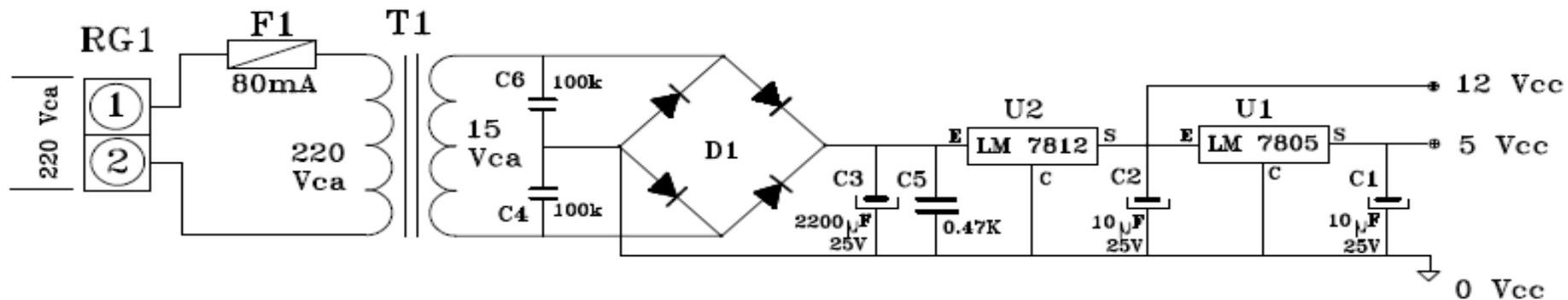
# PLANOS



B	A	O	2-11-2012	FECHA	CIRCUITO DE CONTROL	ARCHIVO		
				UNIDAD		ANULA ANULADO		
M	M	M	F.GUILLEN	DIBUJADO		HOJA SIGUE REV.		
			F.GUILLEN	COMPROBADO		PLANO N° 1		
				APROBADO	ESCALA	UNIVERSIDAD P. CARTAGENA		

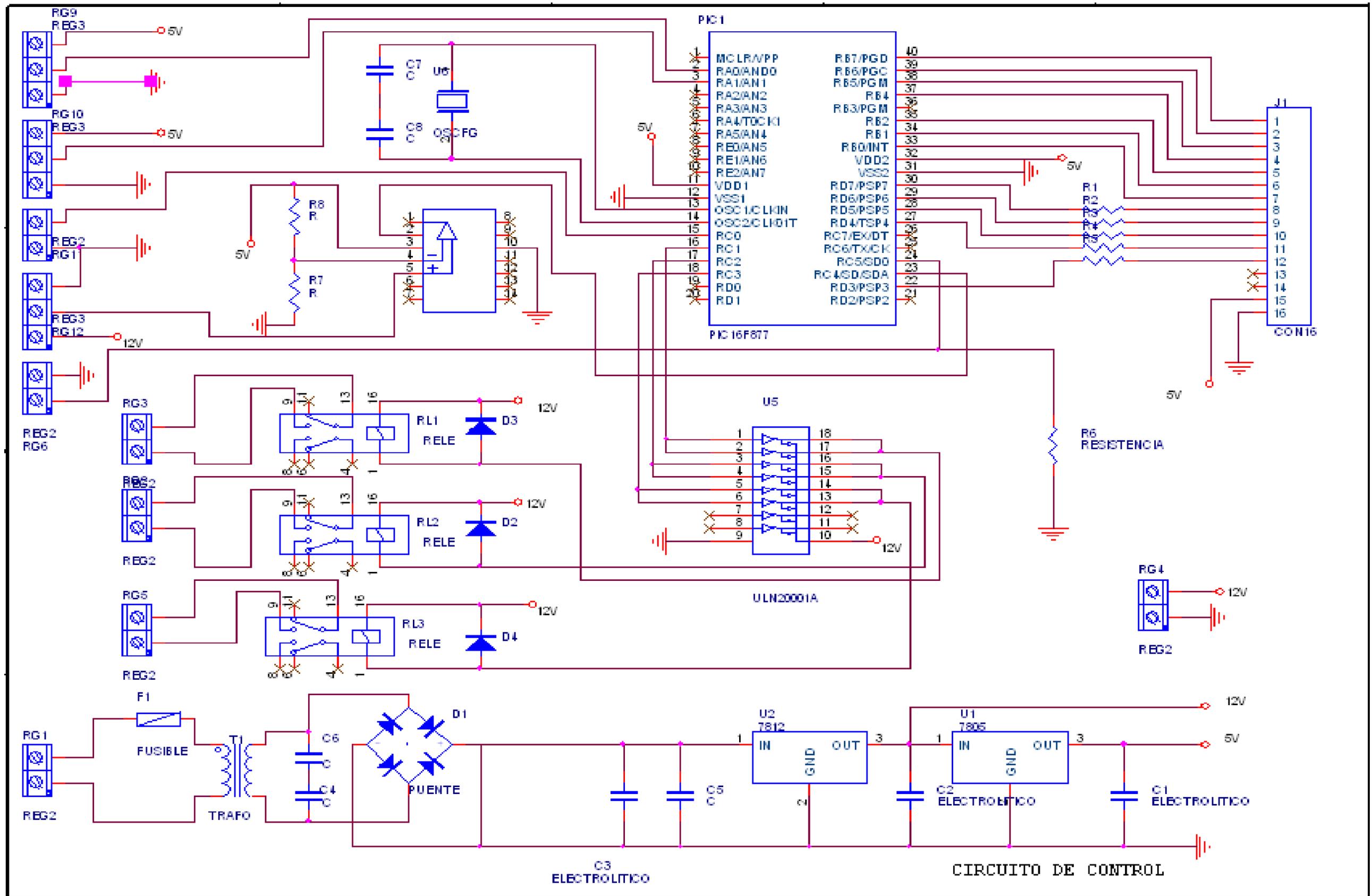


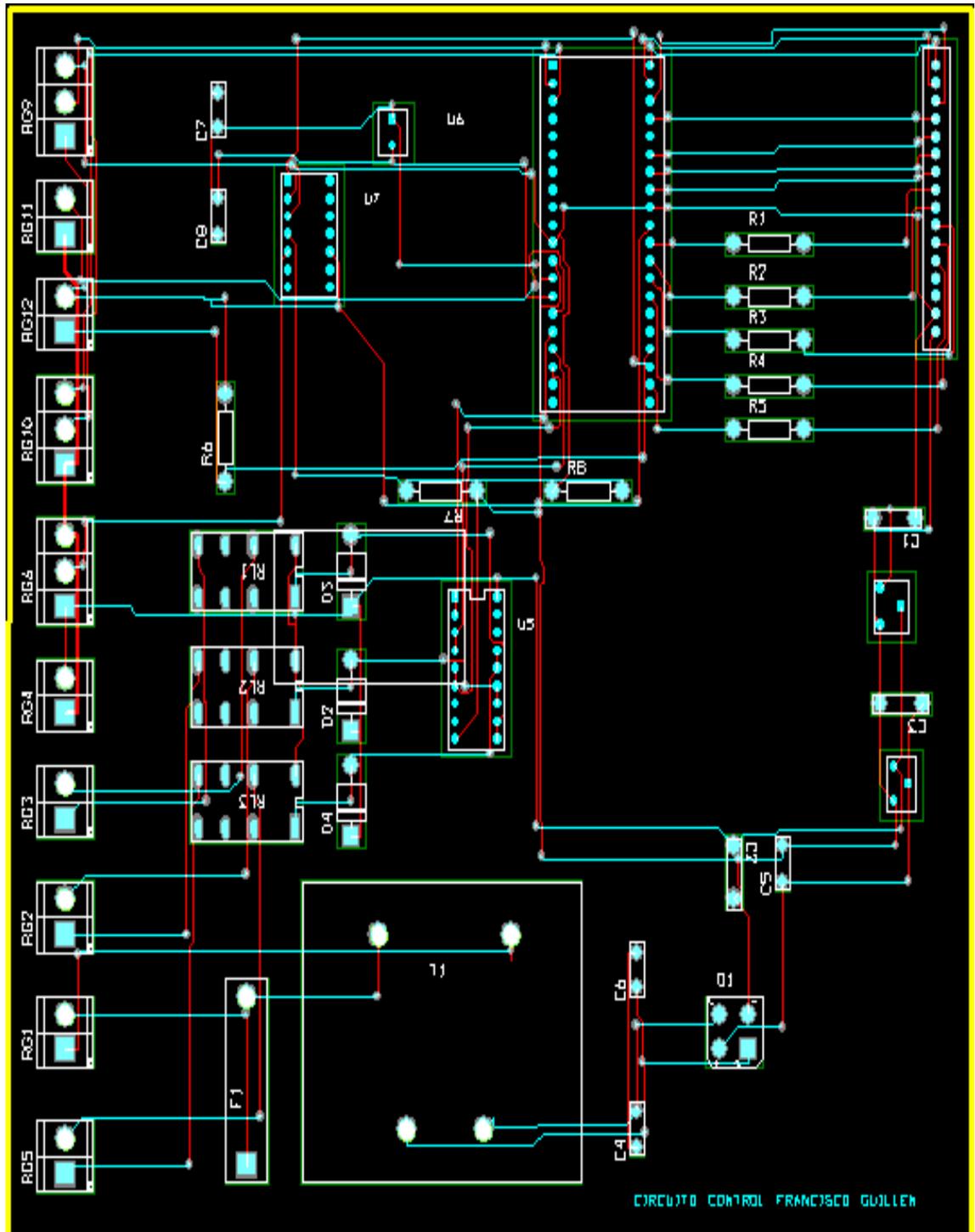
B	A	O	8-11-2012	FECHA	ESCALA	CIRCUITO DE 220 VCA	ARCHIVO		
				UNIDAD			ANULA ANULADO		
			F.GUILLEN	DIBUJADO			NOVA	SIGUE	REV.
			F.GUILLEN	COMPROBADO			PLANO N° 2		
M	M	M		APROBADO		UNIVERSIDAD P. CARTAGENA			



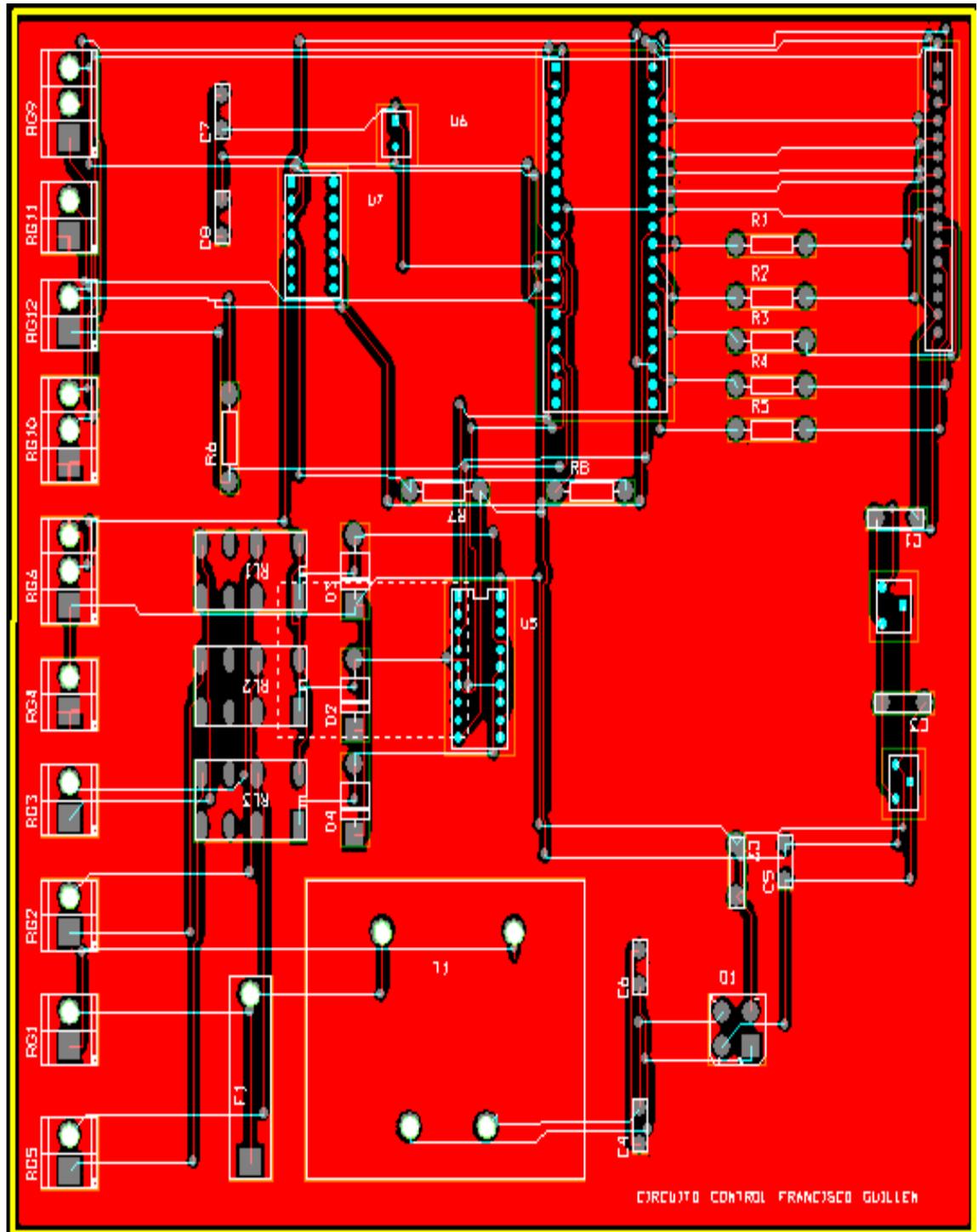
B	A	O	11-11-2012	FECHA	UNIVERSIDAD P. CARTAGENA	FUENTE ALIMENTACION		ARCHIVO	
			F. GUILLEN	DIBUJADO		CIRCUITO DE CONTROL	ANULA	ANULADO	
			F. GUILLEN	COMPROBADO		ESCALA	HOJA	SIGUE	REV.
				APROBADO			PLANO N° 3		



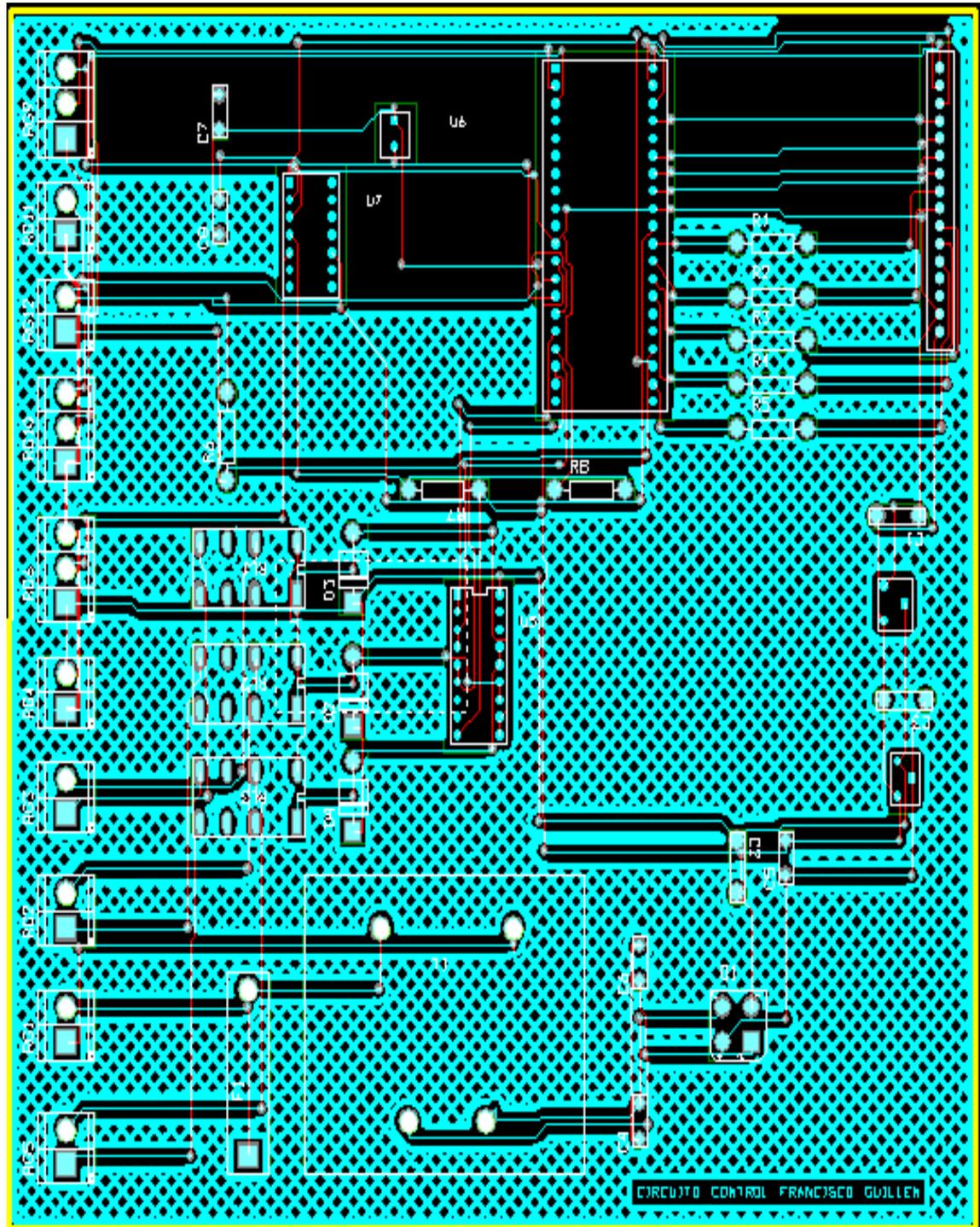




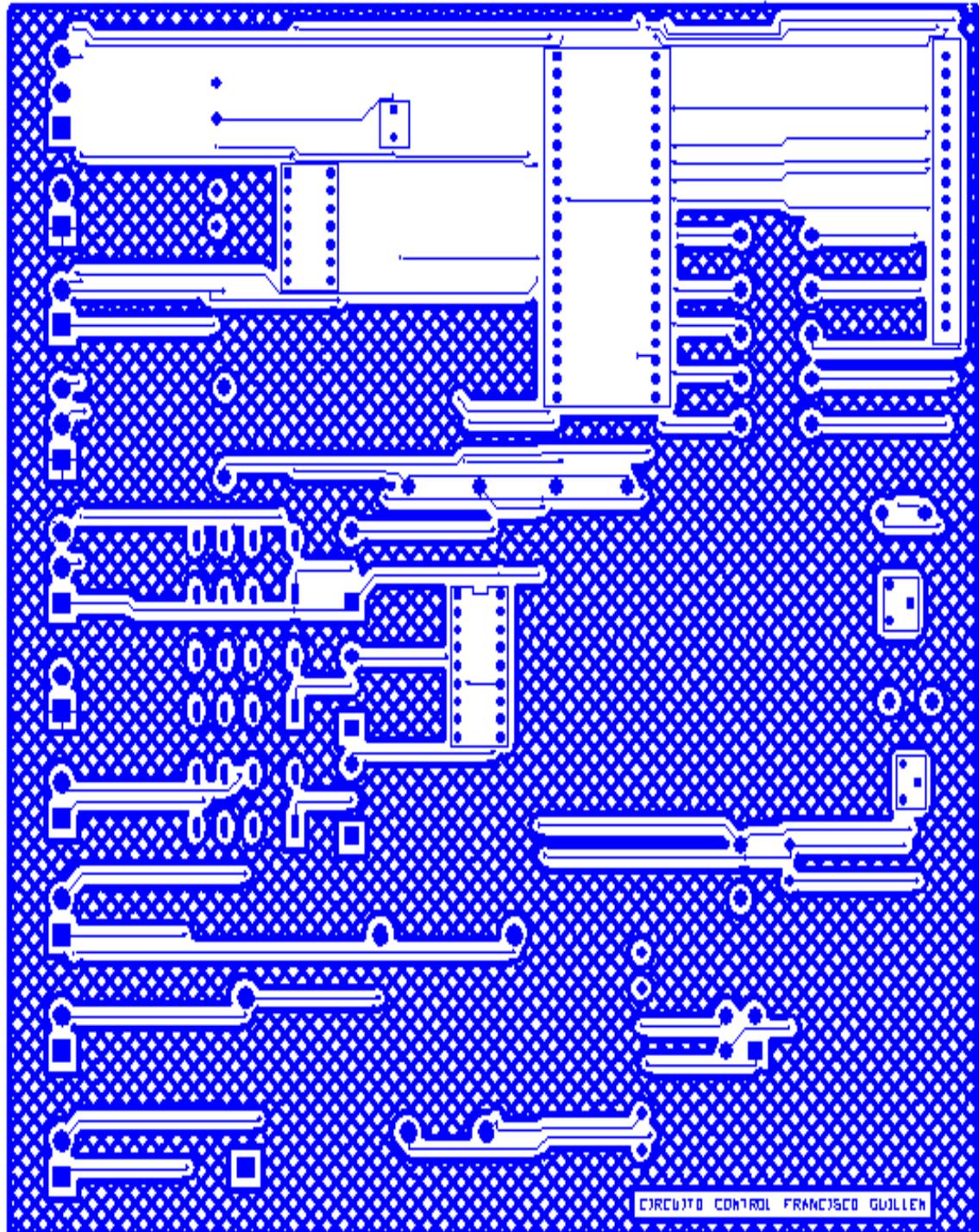
2.5.1-PLACA CIRCUITO IMPRESO RUTEADA CIRCUITO DE CONTROL



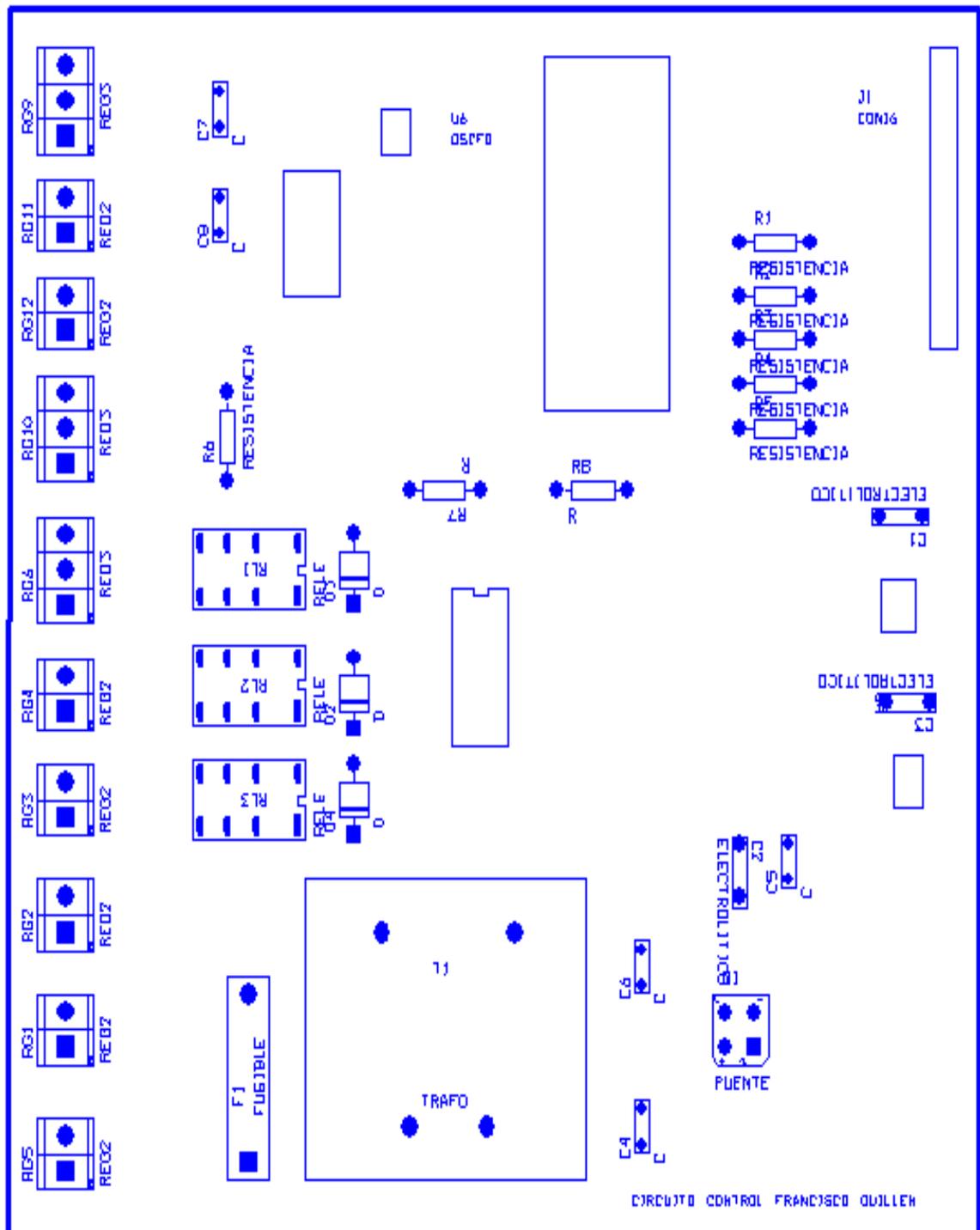
2.5.2-PLACA CIRCUITO IMPRESO COPPER POUR CAPA BOTTOM CIRCUITO DE CONTROL



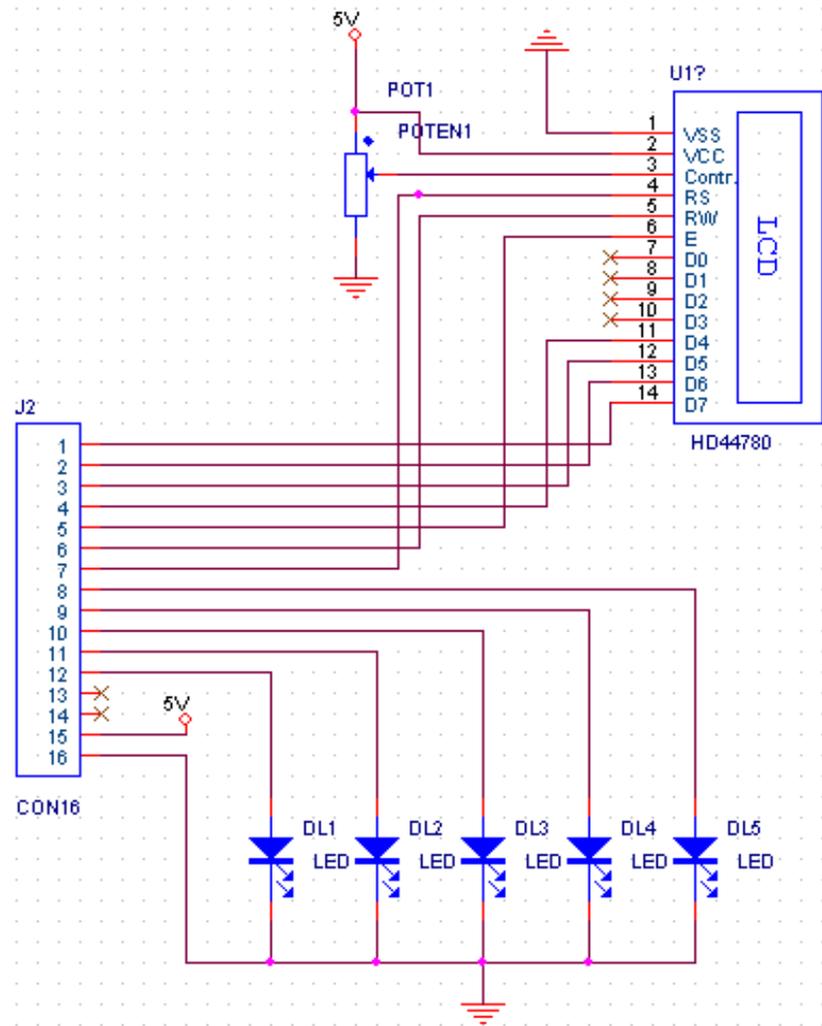
2.5.3-PLACA CIRCUITO IMPRESO COPPER POUR CAPA TOP CIRCUITO DE CONTROL

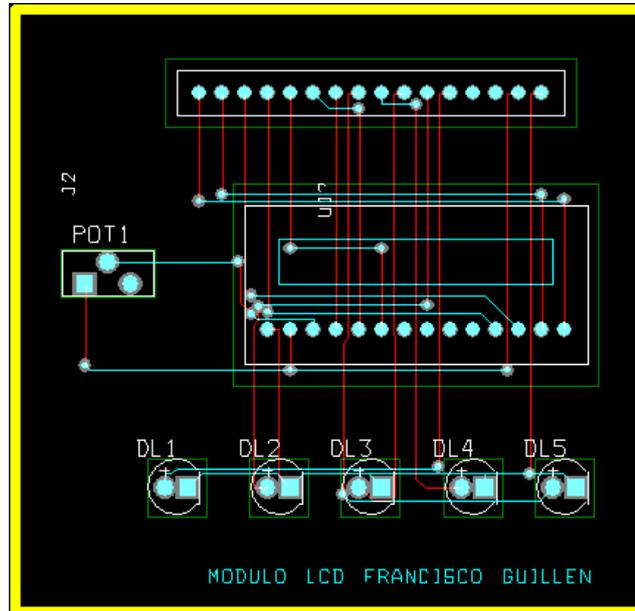


2.5.4-PLACA CIRCUITO IMPRESO EXTENDED GERBER CIRCUITO DE CONTROL

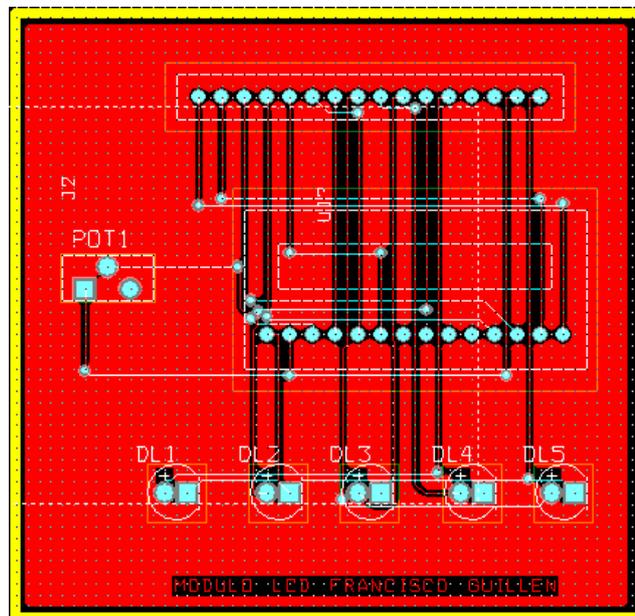


### 2.5.5-PLACA CIRCUITO IMPRESO COMPONENTES CIRCUITO DE CONTROL

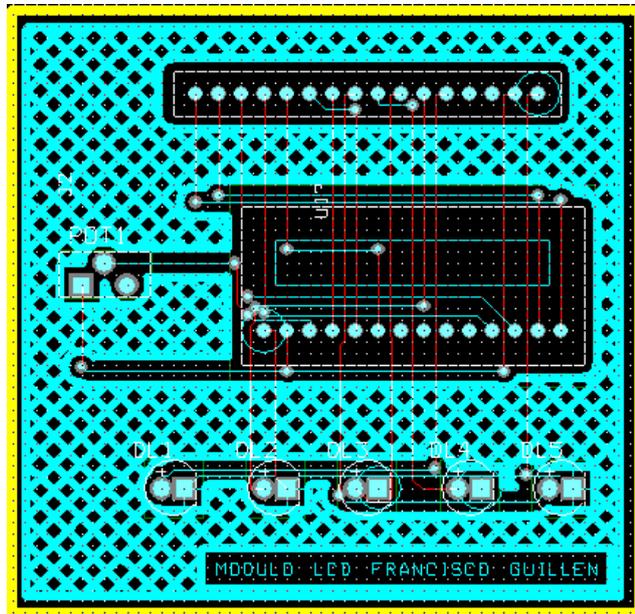




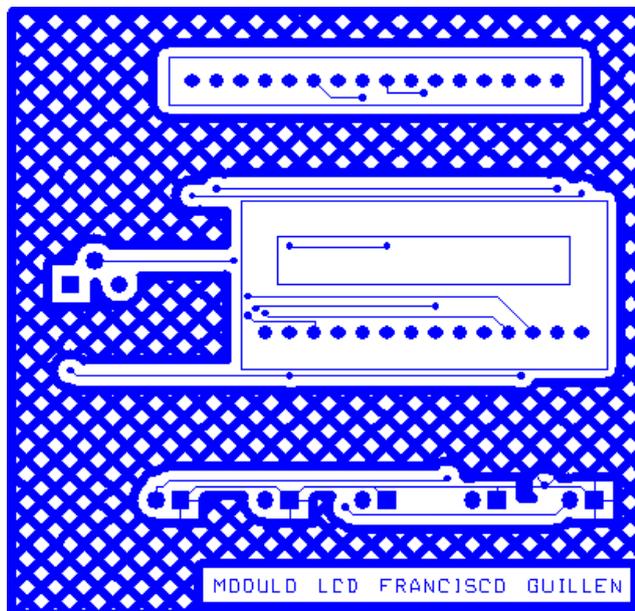
### 2.6.1-PLACA CIRCUITO IMPRESO RUTEADA MODULO LCD



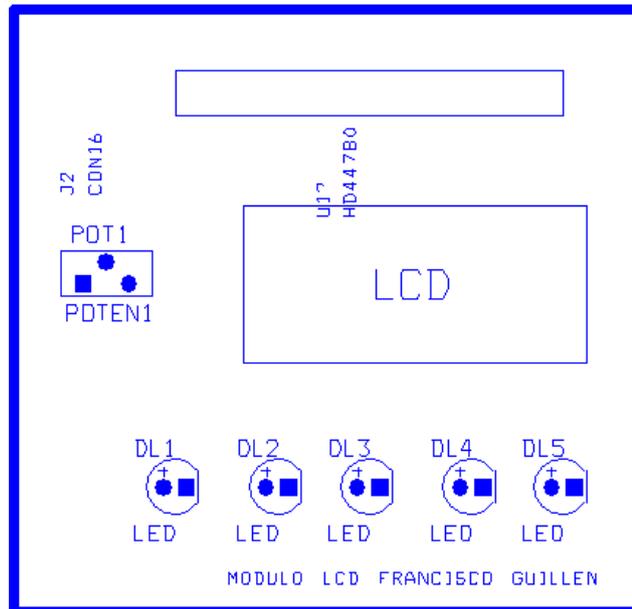
### 2.6.2-PLACA CIRCUITO IMPRESO COPPER POUR CAPA BOTTOM MODULO LCD



### 2.6.3-PLACA CIRCUITO IMPRESO COPPER POUR CAPA TOP MODULO LCD



### 2.6.4-PLACA CIRCUITO IMPRESO EXTENDED GERBER MODULO LCD



### 2.6.5-PLACA CIRCUITO IMPRESO COMPONENTES MODULO LCD

# PLIEGO DE CONDICIONES



agua se encuentre por debajo del sensor el flotador se encontrará caído indicando una falta de agua.

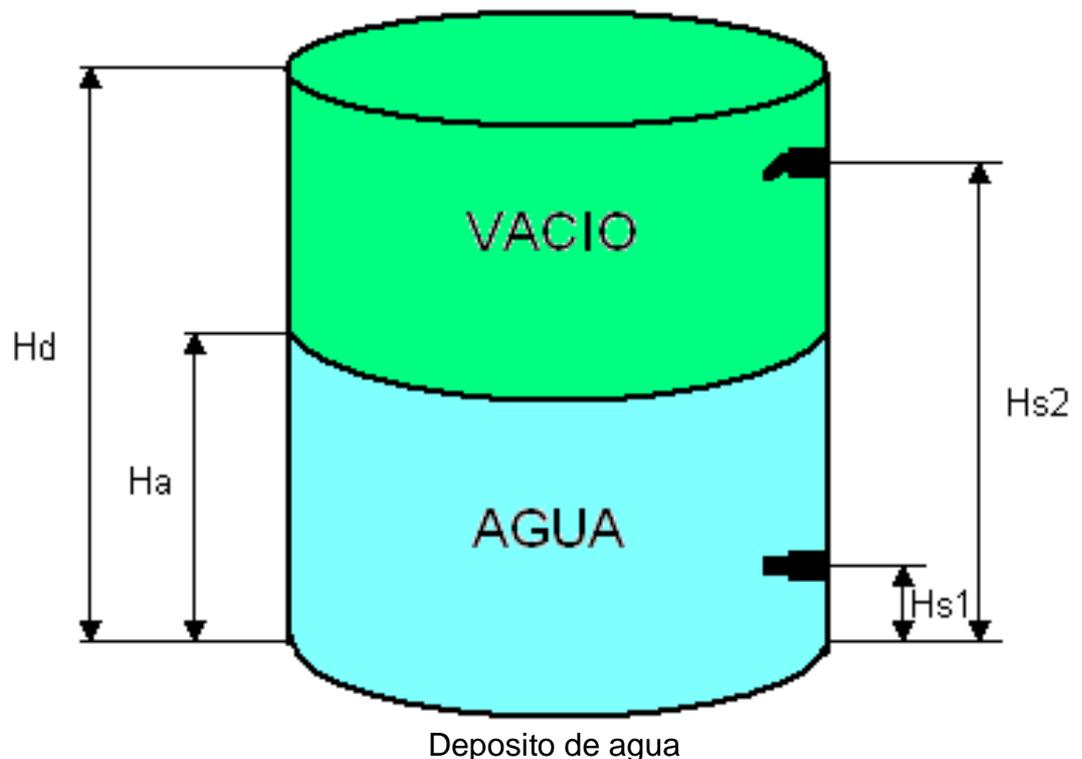
Para el sensor situado en la parte superior del depósito habrá un margen en el cual el interruptor estará apagado o encendido.

El flotador se encontrará caído cuando el nivel del agua se encuentre a una altura dentro del intervalo entre 70mm y 158.3mm sin incluir este último valor.

Para valores de altura desde 158.3mm hasta el máximo admisible de agua del depósito el flotador se encontrará horizontal.

Tal como se ve en la figura el desplazamiento máximo del flotador en vertical es de 35.5mm con una longitud total del sensor de 85.5mm cuando alguno de los sensores este activado.

Resumiendo, para que nuestro depósito tenga la cantidad de agua idónea para que pueda aportar agua al calderin el sensor inferior tiene que estar activado.



Esta figura representa al depósito en funcionamiento dentro de los márgenes óptimos para que la bomba de agua aporte el suministro necesario al calderín donde las variables que aparecen en el dibujo son:

Hd=altura del depósito (19cm).

Ha=altura a la que se encuentra el agua.

Hs1=altura donde se encuentra el sensor de nivel 1(70mm).

Hs2=altura donde se encuentra el sensor de nivel 2(158.3mm).

#### 3.1.1-CIRCUITO Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE NIVEL EN EL DEPÓSITO.

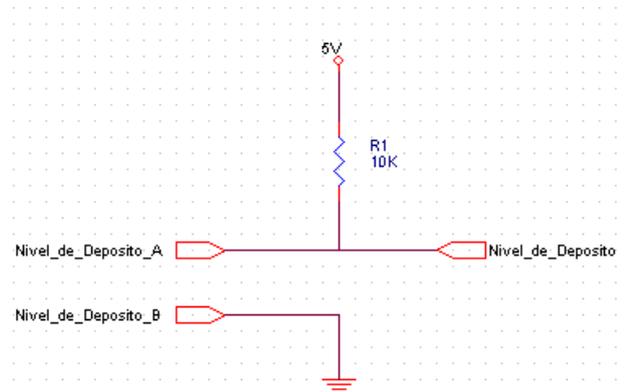
La tensión de alimentación de entrada de los dos sensores de nivel colocados en nuestro depósito será de 5V, con este valor nominal tendremos un 1 lógico (contacto cerrado) en la entrada del PIC.

Tenemos dos terminales de salida en el sensor de nivel conectados A y B, normalmente de contacto abierto, cuando el nivel de agua llegue al flotador del sensor de nivel y se ponga en posición horizontal quedando los dos terminales A y B en cortocircuito.

Esto mismo ocurrirá cuando el nivel de agua esté por encima del sensor colocado en la parte superior del depósito, entonces los dos sensores estarán en corto.

Si el agua está por debajo del sensor colocado más abajo en el depósito, es decir, por debajo de la cantidad mínima de agua el flotador de los dos sensores se encontraran caídos y los terminales de salida del sensor se encontraran en circuito abierto.

Cuando esto último ocurra se encenderá un diodo led que indicara la falta de agua en el depósito y la necesidad de aportar agua.

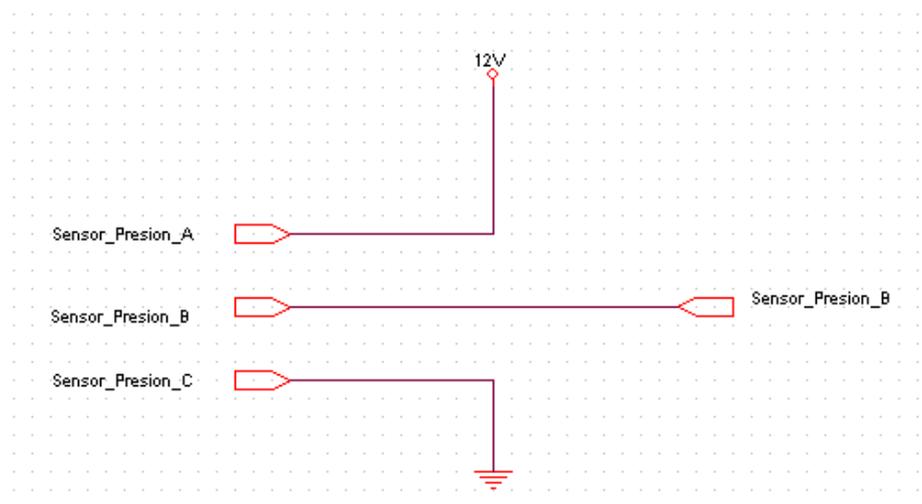


### **3.2-CONTROL PRESION EN LA CALDERA**

Un presostato es conocido como un interruptor de presión. Es un dispositivo que, en función de la presión obtenida, abre o cierra un circuito.

Aquí no vamos a utilizar un presostato a nivel comercial sino que colocaremos un sensor de presión DRUCK que trabaja en un margen de 0 a 10 bares que realizara la misma función del presostato.

Con este sensor vamos a controlar la presión en el interior del calderin, de modo que se encuentre dentro del margen de trabajo establecido, este sensor nos proporcionara una tensión de 0 a 5V.



Este tipo de sensor dispone de tres terminales: alimentación, masa y salida. Está alimentado a 12 voltios, y la tensión de salida (Sensor\_de\_Presion\_B) irá a un comparador.

Para este proyecto en el que necesitamos en el calderin una presión de 3,5 bares y sabiendo que para 5V tendremos una presión de 10 bares para nuestra presión de trabajo y mediante una regla de tres obtendremos una tensión equivalente a 1,75V (Vref).

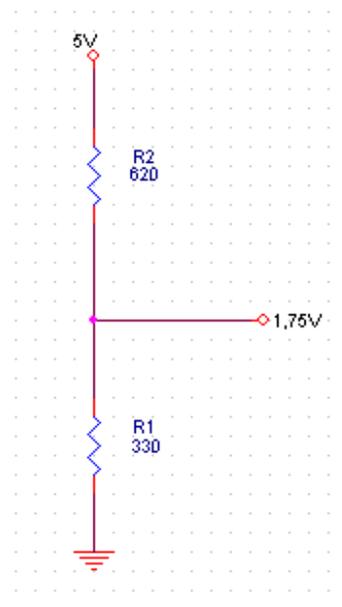
$$\begin{array}{l} 5V \longrightarrow 10 \text{ bares} \\ X \longrightarrow 3,5 \text{ bares} \end{array}$$

$$X = \frac{3,5 \cdot 5}{10} = 1,75V$$

Esta tensión será introducida a la entrada de un comparador utilizando un divisor de tensión.

Fijamos el valor de  $R_1=330\Omega$  y teniendo ésta obtendremos el valor de  $R_2$ .

$$1,75 = V_{CC} \frac{R_1}{R_1+R_2} \longrightarrow R_2=620 \Omega.$$



Utilizando esto, cuando en el calderin se alcance la presión ideal de 3,5 bares el comparador devuelve un 1 lógico a la entrada de nuestro controlador PIC16F877, por consiguiente se encenderá un diodo led indicando que la presión en el calderin es la adecuada de trabajo.

Si la tensión es menor que la que hemos calculado(1,75V), el comparador devuelve 0 voltios a la tensión de salida indicando que la presión no es lo suficientemente alta para calentar el agua.

Si la presión supera el valor de 3,5 bares no hay ningún problemas hasta que supere el límite de los 5 bares, si esto ocurre la válvula de seguridad que hemos incorporado al proyecto vacía el calderin de la presión excedente. La válvula trabaja en un margen de tensión comprendida entre 0 y 10 voltios.

### **3.3-FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE AGUA**

Su función es la de bombear el agua desde el depósito al calderín. La bomba seleccionada es una Shurflo, modelo 403.

El sistema de alimentación de agua deberá poder inyectar dicho líquido a una presión superior en un tres por ciento como mínimo a la presión de tarado más elevada de las válvulas de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa.

El sistema de alimentación de agua deberá poder inyectar una cantidad de agua que deberá ser igual, como mínimo, a 1,1 veces la máxima que pueda evaporarse, más la pérdida de agua por purgas.

Para las calderas con nivel de agua definido, en las que está automatizada la aportación de agua, el sistema de alimentación estará controlado por un dispositivo que detecte, al menos, el nivel de agua. Este sistema de alimentación podrá ser de acción continua o discontinua. En el caso de acción continua, la bomba de alimentación de agua estará continuamente en servicio, y el caudal introducido, vendrá regulado por una válvula automatizada y mandada por la acción del sistema controlador de nivel, dicho sistema actuará de forma que la válvula que controla la alimentación de agua, quede en posición abierta, si se producen fallos del fluido de accionamiento (corriente eléctrica, aire, etc.). En el caso de acción discontinua (nuestro caso), el sistema detector de nivel situado en el calderin, actuará sobre la bomba de alimentación, parándola, y/o poniéndola de nuevo en servicio, según las necesidades.

Al tratarse de una caldera de nivel definido, el sistema de alimentación de agua será automático.

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

A la salida de cada uno de los aparatos alimentadores, y antes de la válvula de interrupción, se colocará un manómetro.

La tensión de alimentación para su funcionamiento será de 12V.

La puesta en marcha de la bomba estará controlada por el PIC por lo que su funcionamiento estará condicionada por el nivel de agua en el calderín y por la presión en el calderín.

Pueden darse los siguientes casos:

- 1- Que haya agua en el depósito y presión suficiente en el calderín.
- 2- Que haya agua en el depósito y la presión del calderín esté bajo mínimo.
- 3- Que no haya agua en el depósito pero si presión en el calderín.
- 4- Que ambos depósitos no tengan agua.

Tan solo en el caso 2 la bomba entrará en funcionamiento, entonces se encenderá un LED que indicará que la bomba de agua está funcionando. En el caso de pasar a otro estado, la bomba continuará funcionando unos instantes antes de pararse, pudiendo aprovechar así el agua que nos quede en el depósito por debajo del flotador colocado en la parte inferior del depósito.

### **3.4-FUNCIONAMIENTO DE LA RESISTENCIA CALEFACTORA**

La función de la resistencia calefactora es la de calentar el agua del calderín para producir vapor de agua.

Se ha elegido una resistencia calefactora serie RCE 016 de Stego.

La puesta en funcionamiento de la resistencia vendrá condicionada por la presión del calderín y la existencia o no de agua en la caldera.

Al igual que en la bomba, se pueden dar los siguientes casos:

- 1- Se alcancen los 3,5 bares de presión y haya agua en el calderín.
- 2- Se alcancen los 3,5 bares de presión y no haya agua en el calderín.
- 3- Que haya una presión baja y haya agua en el calderín.
- 4- Que haya una presión baja y no haya agua en el calderín.

Siempre y cuando la presión este por encima de los 3,5 bares, la resistencia calefactora permanecerá apagada.

Si se da el caso 3 la resistencia comienza a calentar, y si por alguna razón el calderín se queda sin agua la resistencia calefactora permanecería activa unos instantes antes de dejar de calentar.

En el caso de la resistencia calefactora también podremos saber cuando está en funcionamiento ya que habrá un LED que lo indique.

La resistencia tiene que ir envuelta en una funda, para la elección de esta funda habrá que tener en cuenta además del efecto químico las condiciones particulares de cada instalación, tales como materiales del depósito y tuberías, que podrían crear pares electroquímicos, la velocidad del agua a través de la resistencia, que puede provocar erosión o evitar sedimentos, su temperatura, posibles zonas de agua inmóvil que pueda provocar erosión intersticial, tal como depósitos de cal; que la resistencia toque al fondo o a una vaina de termostato, etc.

En cualquier caso, la determinación final del material de funda del calefactor es siempre responsabilidad del usuario.

Especialmente indicada para trabajar en agua.

Las aguas duras provocan sedimentación de cal alrededor de la funda de la resistencia. Esto hace que la disipación de calor no sea correcta y la resistencia acabe derivando. Para reducir la sedimentación de cal es conveniente asegurar un cierto movimiento de agua alrededor de la resistencia o bien utilizar descalcificadores.

Estas resistencias no pueden trabajar sin estar sumergidas en agua salvo con cargas muy bajas, por lo que es conveniente tomar precauciones para evitar el deterioro de las mismas en tales circunstancias, tales como termostatos o niveles que desconecten la resistencia en caso de peligro de trabajar en seco.

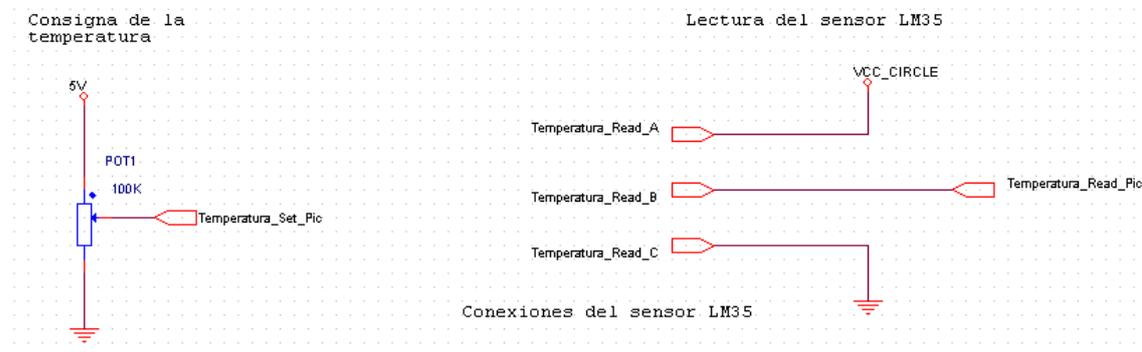
### **3.5-FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO DE PLANCHADO.**

Por un lado, mediante el termostato de la plancha podremos seleccionar una consigna o temperatura de referencia a la que se pretenda calentar la plancha.

Como se puede observar, será un simple potenciómetro que podrá ser simulado para verificar el correcto funcionamiento del sensor de temperatura.

Por otro lado está el LM35, que dará valores de tensión en función de la temperatura.

Ambas salidas irán a las entradas analógicas AN0 y AN1 del PIC el cual hará de comparador, iluminando un LED en el caso en el que la temperatura leída por el sensor alcance a la de referencia.



Elegiremos de nuevo el sensor LM35, el cual nos dará a la salida una tensión proporcional a la entrada captada. Trabaja en un rango de temperaturas que abarca desde los 2°C a los 150°C, donde cada grado equivale a 10mV a la salida, por lo tanto obtendremos un intervalo en la tensión de salida entre 0.02V y 1.5V.

El LM35 es un sensor de temperatura integrado de precisión, cuya tensión de salida es linealmente proporcional a temperatura en °C (grados centígrados). El LM35 por lo tanto tiene una ventaja sobre los sensores de temperatura lineal calibrada en grados Kelvin: que el usuario no está obligado a restar una gran tensión constante para obtener grados centígrados.

El dispositivo se ajusta y calibra durante el proceso de producción.

La baja impedancia de salida, la salida lineal y la precisa calibración inherente, permiten la creación de circuitos de lectura o control especialmente sencillos.

Requiere sólo 60  $\mu$ A para alimentarse, y bajo factor de auto-calentamiento, menos de 0,1 °C en aire estático. El LM35 está preparado para trabajar en una gama de temperaturas que abarca desde los- 55 °C bajo cero a 150 °C,



### **3.6.2-PANTALLA LCD.**

La pantalla LCD empleada será la LM044L de 4x20 (4 líneas y 20 caracteres por línea).

Su función será la de mostrar en tiempo real el estado de 4 procesos distintos:

- Nivel de agua en el depósito.
- Temperatura de la plancha.
- Presión del calderín.
- Estado de la resistencia calefactora.

A continuación clasificamos los mensajes que podrán aparecer en la pantalla LCD utilizada en este proyecto que nos darán información del estado de los elementos del centrado de planchado:

- NIVEL AGUA : FALTA: Se ha alcanzado el nivel más bajo de agua en el depósito.
- NIVEL AGUA : OK: El nivel de agua del depósito es el adecuado.
- TEMP PLANCHA : FRIA: La temperatura adecuada para planchar no se ha alcanzado.
- TEMP PLANCHA : OK Temperatura adecuada de planchado y que esta es menor de 120 °C.
- CALEFACTOR : OFF El calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) y, por lo tanto no se producirá vapor en el calderín.
- CALEFACTOR : ON Temperatura de ebullición (100°C) y por lo tanto, se producirá vapor.
- PRESIÓN NO: 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.

### **3.7-FUNCIONAMIENTO DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877**

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

Algunas de estas características se muestran a continuación:

- a) Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- b) Amplia memoria para datos y programa.
- c) Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina tipo “flash”. Este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la"F" en el modelo).

Este micro procesador ha de ser conectado como si de un generador de señal externa se tratase. Al incluir toda la circuitería representa la forma más práctica por la cantidad de conexiones y por la precisión en la señal de reloj emitida.

#### **3.7.1.-FALLOS EN EL FUNCIONAMIENTO.**

En la programación del microcontrolador se han considerado los posibles fallos por parte tanto en la bomba como de la resistencia calefactora. Si por alguna razón dejasen de funcionar mientras debieran, se testearía su funcionamiento tres veces antes de mostrar por pantalla en el LCD los mensajes “bomba averiada” ó “calefactor averiado”según procediese.

### **3.7.2- PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR.**

```
#include <16f877A.h>
#DEVICE ADC=8
#use delay(clock=4000000)
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <ctype.h>
#include "LCD420.C"
#FUSES XT,NOWDT,NOPROTECT
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)// RS232 Estándar
#define ON 1
#define OFF 0

// NEMOTECNICOS PARA TESTAR AVERIAS EN EL BUCLE PRINCIPAL

#define SIN_AVERIA 0
#define BOMBA_AVERIADA 1
#define CALEFACTOR_AVERIADO 1

// VARIABLES PARAMETRIZABLES

#define TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERIN 100
#define NUMERO_REINTENTOS_FALLO 3

//DIRECCION FISICA DE LOS PUERTOS I/O

#byte porta=0x05
#byte portc=0x07
#byte portd=0x08
#byte porte=0x09

//DEFINICION DE SALIDAS DEL SISTEMA

// BITS DE ACTIVACION DE CARGAS

#bit ACTIVACION_BOMBA=portd.0
#bit ACTIVACION_CALEFACTOR=portd.1
```

### // BITS DE ACTIVACION DE ALARMAS

```
#bit LED_SISTEMA_ACTIVADO=portd.3 //(L2)
#bit LED_CALEFACTOR_ON=portd.4 //(L1)
#bit LED_DEPOSITO_OK=portd.5 //(L3)
#bit LED_PRESION_OK=portd.6 //(L4)
#bit LED_TEMPERATURA=portd.7 //(L5)
```

### //DEFINICION DE ENTRADAS DEL SISTEMA

### // BITS DE ENTRADAS DE SENSORES

```
#bit SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO=portc.0 //(S1)
#bit SENSOR_BOMBA_ACTIVADA=portc.1 //(S2)
#bit SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVADO=portc.2 //(S3)
#bit SENSOR_PRESION=portc.3 //(S4)
#bit SENSOR_CALDERIN_NIVEL_MINIMO=portc.5 //(S6)
```

### //MENSAJES DEL DISPLAY

```
char NIVEL_AGUA_OK[] = "NIVEL AGUA : OK ";
char NIVEL_AGUA_FALTA[] = "NIVEL AGUA : FALTA";
char PLANCHA_OK[] = "TEMP PLANCHA : OK ";
char PLANCHA_FRIA[] = "TEMP PLANCHA : FRIA";
char PRESION_OK[] = "PRESION : OK ";
char PRESION_BAJA[] = "PRESION : BAJA";
char CALEFACTOR_ON[] = "CALEFACTOR : ON ";
char CALEFACTOR_OFF[] = "CALEFACTOR : OFF";
char ERROR_BOMBA[] = "BOMBA AVERIADA";
char ERROR_CALEFACTOR[] = "CALEFACTOR AVERIADO";
```

### // VARIABLES DEL CANAL AD

```
int8 TEMPERATURA_FIJADA=0;
int8 TEMPERATURA_LEIDA=0; //(S5)
```

### //VARIABLE DE TEMPORIZACION

```
volatile int32 tiempo_global=0;
#INT_RTCC
void tiempo(){
tiempo_global++;
}
void inicializa(void);
int8 GraficetBomba(void);
void ProcesosIndependientes(void);
```

```
int8 GrafcetPresionCalderin(void);
void lcd_puts(char *texto);
void GrafcetLecturaAD(void);

// PROGRAMA MAIN()

void main(){
static int8 Fallo_Bomba,Fallo_Calefactor;
inicializa();
do{
Fallo_Bomba = GrafcetBomba();
Fallo_Calefactor = GrafcetPresionCalderin();
GrafcetLecturaAD();
ProcesosIndependientes();
}while(!Fallo_Bomba && !Fallo_Calefactor);
lcd_putc('\f');
if(Fallo_Bomba){
lcd_gotoxy(3,2);
lcd_puts(ERROR_BOMBA);
}
if(Fallo_Calefactor){
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_puts(ERROR_CALEFACTOR);
}
ACTIVACION_BOMBA=OFF;
ACTIVACION_CALEFACTOR=OFF;
LED_SISTEMA_ACTIVADO=ON;
LED_CALEFACTOR_ON=OFF;
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
LED_PRESION_OK=OFF;

LED_TEMPERATURA=OFF;
while(TRUE);
}
int8 GrafcetBomba(void){
static int32 tiempo_local=0;
static int8 Numero_intentos_bomba=0;
static enum {INICIO=0,
ESTADO_REPOSO,
ENCIENDE_BOMBA,
TEST_BOMBA,
FALLO_BOMBA,
LLENANDO_CALDERIN,
BUCLE_CERRADO}
SM_BOMBA=INICIO;
switch(SM_BOMBA){
case INICIO:
```

```
SM_BOMBA=ESTADO_REPOSO;
break;
case ESTADO_REPOSO:
if(!SENSOR_CALDERIN_NIVEL_MINIMO &&
SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO){
SM_BOMBA=ENCIENDE_BOMBA;
tiempo_local=tiempo_global;
}
break;
case ENCIENDE_BOMBA:

if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)20 )
SM_BOMBA=TEST_BOMBA;
break;
case TEST_BOMBA:
if(SENSOR_BOMBA_ACTIVADA){
SM_BOMBA=LLENANDO_CALDERIN;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_bomba=0;
}
else{
SM_BOMBA=FALLO_BOMBA;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_bomba++;
}
break;
case LLENANDO_CALDERIN:
if(!SENSOR_BOMBA_ACTIVADA){
SM_BOMBA=FALLO_BOMBA;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_bomba++;
}
else if(!SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO || ((tiempo_global-tiempo_local)
> TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERIN))
SM_BOMBA=ESTADO_REPOSO;
break;
case FALLO_BOMBA:
if(Numero_intentos_bomba>(NUMERO_REINTENTOS_FALLO-1))
SM_BOMBA=BUCLE_CERRADO;
else if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)60 )
SM_BOMBA=ESTADO_REPOSO;
break;
case BUCLE_CERRADO:
return BOMBA_AVERIADA;
break;
}
if(SM_BOMBA==ESTADO_REPOSO || SM_BOMBA==FALLO_BOMBA ||
```

```
SM_BOMBA==BUCLE_CERRADO)
ACTIVACION_BOMBA = OFF;
if(SM_BOMBA==ENCIENDE_BOMBA || SM_BOMBA==TEST_BOMBA ||
SM_BOMBA==LLENANDO_CALDERIN)
ACTIVACION_BOMBA = ON;
return SIN_AVERIA;
}
int8 GrafcetPresionCalderin(void){
static int32 tiempo_local=0;
static int32 tiempo_calderin_sin_agua=0;
static int8 Numero_intentos_calefactor=0;
static enum {INICIO=0,
ESTADO_REPOSO,
ENCIENDE_CALEFACTOR,
TEST_CALEFACTOR,
CALENTANDO_CALDERIN,
FALLO_CALEFACTOR,
BUCLE_CERRADO}
SM_PRESION=INICIO;
static enum {GET_TIME=0,
TEMPORIZA,
REINICIA}
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = INICIO;
switch(SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO){
case GET_TIME:
if(!SENSOR_CALDERIN_NIVEL_MINIMO){
tiempo_calderin_sin_agua = tiempo_global;
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = TEMPORIZA;
}
break;
case TEMPORIZA:
if( (tiempo_global-tiempo_calderin_sin_agua) >
(TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERIN+10) ){
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = REINICIA;
}
break;
case REINICIA:
if(SENSOR_CALDERIN_NIVEL_MINIMO)
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = GET_TIME;
break;
}
switch(SM_PRESION){
case INICIO:
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case ESTADO_REPOSO:
if(!SENSOR_PRESION){
```

```
SM_PRESION=ENCIENDE_CALEFACTOR;
tiempo_local=tiempo_global;
}
break;
case ENCIENDE_CALEFACTOR:
if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)20 )
SM_PRESION=TEST_CALEFACTOR;
break;
case TEST_CALEFACTOR:
if(SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVADO){
SM_PRESION=CALENTANDO_CALDERIN;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor=0;
}
else{
SM_PRESION=FALLO_CALEFACTOR;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor++;
}
break;
case CALENTANDO_CALDERIN:
if(!SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVADO){
SM_PRESION=FALLO_CALEFACTOR;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor++;
}
else if(SENSOR_PRESION)
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case FALLO_CALEFACTOR:
if(Numero_intentos_calefactor >(NUMERO_REINTENTOS_FALLO-1))
SM_PRESION=BUCLE_CERRADO;
else if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)60 )
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case BUCLE_CERRADO:
return CALEFACTOR_AVERIADO;
break;
}
if(SM_PRESION==ENCIENDE_CALEFACTOR ||
SM_PRESION==TEST_CALEFACTOR ||
SM_PRESION==CALENTANDO_CALDERIN)
ACTIVACION_CALEFACTOR=ON;
if(SM_PRESION==ESTADO_REPOSO ||
SM_PRESION==FALLO_CALEFACTOR ||
SM_PRESION==BUCLE_CERRADO)
ACTIVACION_CALEFACTOR=OFF;
```

```
return SIN_AVERIA;
}
void GraficetLecturaAD(void){
static enum {INICIA_LECTURA_CH0=0,
INICIA_LECTURA_CH1,
LECTURA_FINALIZADA_CH0,
LECTURA_FINALIZADA_CH1}
SM_AD=INICIA_LECTURA_CH0;
switch(SM_AD){
case INICIA_LECTURA_CH0:
set_adc_channel(0);
delay_ms(21);
read_adc(ADC_START_ONLY);
SM_AD = LECTURA_FINALIZADA_CH0;
case LECTURA_FINALIZADA_CH0:
if(adc_done()){
TEMPERATURA_FIJADA = read_adc();
SM_AD = INICIA_LECTURA_CH1;
}
break;
case INICIA_LECTURA_CH1:
set_adc_channel(1);
delay_ms(2);
read_adc(ADC_START_ONLY);
SM_AD = LECTURA_FINALIZADA_CH1;
case LECTURA_FINALIZADA_CH1:
if(adc_done()){
TEMPERATURA_LEIDA = read_adc();
SM_AD = INICIA_LECTURA_CH0;
}
break;
}
}
void ProcesosIndependientes(void){
static int1 TOMAR_MUESTRA=1;
if(SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVADO){
LED_CALEFACTOR_ON=ON;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(CALEFACTOR_ON);
}
else{

LED_CALEFACTOR_ON=OFF;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(CALEFACTOR_OFF);
}
if(SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO){
```

```
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_puts(NIVEL_AGUA_OK);
}
else{
LED_DEPOSITO_OK=ON;
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_puts(NIVEL_AGUA_FALTA);
}
if(SENSOR_PRESION){
LED_PRESION_OK=ON;
lcd_gotoxy(1,3);
lcd_puts(PRESION_OK);
}
else{
LED_PRESION_OK=OFF;
lcd_gotoxy(1,3);
lcd_puts(PRESION_BAJA);
}
if( TEMPERATURA_LEIDA > TEMPERATURA_FIJADA ){
LED_TEMPERATURA=ON;
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_puts(PLANCHA_OK);
}
else{
LED_TEMPERATURA=OFF;
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_puts(PLANCHA_FRIA);
}
}
```

#### // SUBROUTINA DE CONFIGURACION INICIAL

```
void inicializa(void) {
tiempo_global=0;
set_tris_A(0b00000011);
set_tris_C(0b00101111);
set_tris_D(0b00000000);
set_tris_E(0b00000000);
ACTIVACION_BOMBA=OFF;
ACTIVACION_CALEFACTOR=OFF;
LED_SISTEMA_ACTIVADO=ON;
LED_CALEFACTOR_ON=OFF;
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
LED_PRESION_OK=OFF;
LED_TEMPERATURA=OFF;
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
setup_adc_ports( AN0_AN1_AN3 );
}
```

```
setup_counters( RTCC_INTERNAL, RTCC_DIV_128 );
enable_interrupts(INT_RTCC);
enable_interrupts(GLOBAL);
set_adc_channel(0);
lcd_init();
}
void lcd_puts(char *texto){
int8 longitud_cadena,contador;
for(longitud_cadena=0 ; texto[longitud_cadena] ; longitud_cadena++);
for(contador=0 ; contador < longitud_cadena ; contador++)
lcd_putc(texto[contador]);

}
```

### **3.8-FUNCIONAMIENTO CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA.**

La alimentación del equipo será de corriente alterna 220V y con un consumo máximo de 5,5KW de los cuales 4Kw serán consumidos cuando funcione la resistencia de la caldera y los 1,5Kw restantes serán consumido cuando entre en funcionamiento el elemento de planchado.

La central de planchado tiene a la entrada un interruptor bipolar con capacidad de corte de 35 A y estará protegido el sistema con un fusible de 30 A. La sección del conductor de alimentación general será de 6mm Fase, Neutro y tierra.

Dado que el consumo de la resistencias de caldeo de la caldera y elemento de planchado son de 4Kw y 1,5Kw respectivamente, se ha montado dos contactores con un poder de corte de 30 A (R1 y R2 Plano 2), controlado a su energización por lo relés RL2 y RL3 del modulo de control respectivamente. La sección del circuito de la resistencia de caldera es de 4mm y la sección del elemento de planchado es de 1,5mm.

La sección de los conductores que alimentan el modulo de control y las bobinas de los relés R1 y R2 del centrado de planchado es de 1mm.

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

### **3.9 – FUNCIONAMIENTO CIRCUITO DE C.C. DEL CIRCUITO DE CONTROL.**

La fuente de alimentación de corriente continua montada en el circuito de control del centrado de planchado es de los tipos serie con unas características adecuadas para alimentar el circuito electrónico con especificaciones digitales.

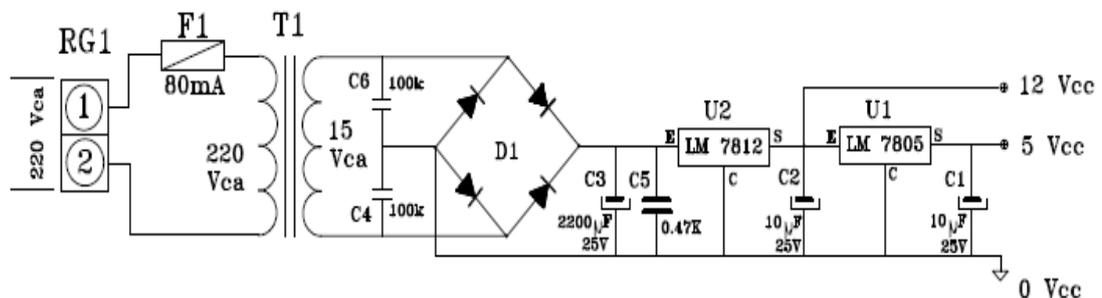
El diseño de la fuente de alimentación estabilizadas mediante reguladores integrados monolíticos (reguladores fijos) concretamente para 1 A de salida y con un encapsulado del tipo TO-220 y con unas tensiones de salida estándar 12 y 5 V que refrigerados nos proporcionan una corriente máxima de 1 A. Los dos reguladores LM7812 y LM7805 puestos en serie nos proporcionan las dos tensiones estabilizadas que utilizamos en la placa circuito de control y modulo LCD.

La tensión de entrada del primer regulador LM7812 debe de ser como mínimo de 15Vcc, 3V superior a la tensión nominal del regulador teniendo que ser la tensión del secundario mínima de 15V ó mayor.

El transformador de alimentación debe de ser, un transformador separador, esto quiere decir, que ha de disponer por seguridad, de dos devanados separados galvánicamente (eléctricamente). La tensión de entrada es de 220Vca y una salida en vacío de 15Vca y una intensidad de 1 A en la salida, el circuito de entrada de 220Vca está protegido por un fusible de 80mA incorporado este sobre la placa de circuito de control.

El rectificador utilizado es del tipo puente de onda completa para minimizar el rizado y debe de ser adecuado a la potencia de trabajo. Se ha empleado un condensador electrolítico de 2200uF C3 para alisar la corriente continua a la salida del rectificador.

Al poner los dos reguladores de tensión U2 y U1 (7812 y 7805) obtenemos las dos tensiones de trabajo de la circuitería de este centrado de planchado.



Circuito fuente de alimentación

### **3.10-SEGURIDAD DEL SISTEMA DE PLANCHADO Y PROTECCION DEL USUARIO.**

Al tratarse de un proceso en el que se genera vapor, tendremos elementos sometidos a altas temperaturas y presiones por lo que la seguridad será un aspecto importante a la hora de su construcción

Hay que elegir materiales de gran calidad y resistencia, también se emplean una gran variedad de sensores para controlar todos los bloques del

sistema a través de los indicadores luminosos y la pantalla LCD que nos permite supervisar en tiempo real el estado de las distintas variables a controlar.

Contaremos también con una válvula de seguridad que evacuará vapor del calderín si la presión en el interior supera los 5 bares.

Además tanto los depósitos como las tuberías estarán aislados térmicamente para evitar posibles quemaduras por contacto, y las partes eléctricas no estarán al alcance del usuario

Por último, la presión del calderín que llega al elemento de planchado estará regulada desde la plancha por una válvula de compuerta a fin de evitar posibles accidentes que puedan dañar al usuario.

### **3.11-MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.**

El tratamiento del agua es importante para mantener las características funcionales del sistema pero no es suficiente.

El sistema deberá ser sometido a revisiones periódicas de las cuales se llevará un registro de operaciones realizadas.

Estas revisiones deberán ser realizadas por personal especializado, y supervisadas por un empleado con conocimientos sobre el funcionamiento del sistema.

#### **3.11.1-MANTENIMIENTO DEL DEPÓSITO Y DEL CALDERÍN**

Para mantener las características funcionales de las instalaciones y su Seguridad, y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos, es preciso realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

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

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

La forma más eficaz de controlar si el mantenimiento que se efectúa sobre la caldera es el adecuado o no, es someterla a una revisión periódica.

Antes de efectuar una inspección o prueba, deberá comprobarse que el sistema está desconectado, que las paredes de la caldera estén frías y que todas las partes accesibles se encuentren secas.

Es de importancia destacar que cuando se desee realizar una limpieza de la caldera, ésta tendrá que someterse previamente a una revisión.

#### **3.11.2-REGISTRO DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.**

El mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o mediante mecanizado.

En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación, debiendo figurar la siguiente información como mínimo:

- el titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- el titular del mantenimiento.
- el número de orden de la operación en la instalación.
- la fecha de ejecución.
- las operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- la lista de materiales sustituidos o repuestos cuando se hayan efectuado operaciones de este tipo
- las observaciones que crean oportunas.

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

Tales documentos deben guardarse al menos durante tres años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

#### **3.12-REGLAMENTO DE SISTEMAS A PRESIÓN**

En este apartado se mencionarán los puntos del “Reglamento de Sistemas a Presión (Artículo 5)” influyentes en este proyecto, los cuales han sido mencionados anteriormente.

### REGLAMENTO

La instalación de tuberías de vapor, agua sobrecalentada y agua caliente se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

#### 1. Materiales.

Se utilizarán tuberías de acero u otro material adecuado, según normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida, y cuyas características de presión y temperatura de servicio sean como mínimo las de diseño. Para el cálculo de las redes de tuberías se tomará como temperatura de diseño la máxima del fluido a transportar y como presión la máxima total en la instalación, que será:

Caso vapor: Igual a la presión de tarado de las válvulas de seguridad instaladas en la caldera, o en el equipo reductor de presión si existiese.

Caso agua sobrecalentada: Igual a la presión de tarado de las válvulas de seguridad de la caldera más la presión dinámica producida por la bomba de circulación.

Caso agua caliente: Igual a la presión estática más la presión dinámica producida por la bomba de circulación.

En los lugares que pudieran existir vibraciones o esfuerzos mecánicos, podrán utilizarse tuberías flexibles con protección metálica, previa certificación de sus características.

Las válvulas y accesorios de la instalación serán de materiales adecuados a la temperatura y presión de diseño, características que deben ser garantizadas por el fabricante o proveedor.

Las juntas utilizadas deberán ser de materiales resistentes a la acción del agua y vapor, así como resistir la temperatura de servicio sin modificación alguna.

#### 2. Diámetro de la tubería.

La tubería tendrá un diámetro tal que las velocidades máximas de circulación serán las siguientes:

- Vapor saturado: 50 m/seg.
- Vapor recalentado y sobrecalentado: 60 m/seg.
- Agua sobrecalentada y caliente: 5 m/seg.

### **3. Uniones**

Las uniones podrán realizarse por soldadura, embridadas o roscadas. Las soldaduras de uniones de tuberías con presiones de diseño mayores que 13 kg./cm<sup>2</sup> deberán ser realizadas por soldadores con certificado de calificación.

Las uniones embridadas serán realizadas con bridas, según normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida, y cuyas características de presión y temperatura de servicio sean como mínimo las de diseño.

### **4. Ensayos y pruebas**

El nivel y tipo de ensayos no destructivos (END) a realizar en las instalaciones incluidas en esta Instrucción, así como las condiciones de aceptación, serán los prescritos por el código o normas de diseño utilizadas en el proyecto.

Para tuberías de vapor y agua sobrecalentada situadas en zonas peligrosas, por su atmósfera, locales de pública concurrencia, vibraciones, etc., se prohíben las uniones roscadas, y deberán realizarse ensayos no destructivos del 100% de las uniones soldadas.

### **5. Puesta en servicio**

Para las instalaciones de agua sobrecalentada y caliente debe comprobarse el perfecto llenado de las mismas, por lo que se proveerá de puntos de salida del aire contenido.

### **6. Instalación**

1. La instalación de tuberías y accesorios para vapor, agua sobrecalentada y caliente, estará de acuerdo con la norma UNE u otra norma internacionalmente reconocida.

2. Las tuberías podrán ser aéreas y subterráneas, pero en todos los casos deberán ser accesibles, por lo que las subterráneas serán colocadas en canales cubiertos o en túneles de servicios.

3. Con el fin de eliminar al mínimo las pérdidas caloríficas, todas las tuberías deberán estar convenientemente aisladas, según Decreto 1490/1975.

4. Para evitar que los esfuerzos de dilatación graviten sobre otros aparatos, tales como calderas, bombas o aparatos consumidores, se deberán prever los correspondientes puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar totalmente de solicitaciones a estos aparatos.

5. En todos los casos, los equipos de bombeo de agua sobrecalentada, equipos consumidores, válvulas automáticas de regulación u otros análogos, deberán ser seccionables con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación.

6. Todos los equipos de bombeo de agua sobrecalentada y caliente dispondrán en su lado de impulsión de un manómetro.

7. La recuperación de condensados en los que exista la posibilidad de contaminación por aceite o grasas requerirá la justificación ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente de los dispositivos y tratamientos empleados para eliminar dicha contaminación y, en caso contrario, serán evacuados.

8. Instalación de tuberías auxiliares para las calderas de vapor, agua sobrecalentada y agua caliente.

–La tubería de llegada de agua al depósito de alimentación tendrá una sección tal que asegure la llegada del caudal necesario para el consumo de la caldera en condiciones máximas de servicio, así como para los servicios auxiliares de la propia caldera y de la sala de calderas.

–La tubería de alimentación de agua tanto a calderas como a depósitos, tendrá como mínimo 15 mm. de diámetro interior, excepto para instalaciones de calderas con un PV menor o igual a 5, cuyo diámetro podrá ser menor, con un mínimo de 8 milímetros, siempre que su longitud no sea superior a un metro.

–Las tuberías de vaciado de las calderas tendrán como mínimo 25 mm. de diámetro, excepto para calderas con un PV menor o igual a cinco, cuyo diámetro podrá ser menor, con un mínimo de 10 mm., siempre que su longitud no sea superior a un metro.

–Todos los accesorios instalados en la tubería de llegada de agua proveniente de una red pública serán de presión nominal PN 16, no admitiéndose en ningún caso válvulas cuya pérdida de presión sea superior a una longitud de tubería de su mismo diámetro y paredes lisas igual a 600 veces dicho diámetro.

–La alimentación de agua a calderas mediante bombas se hará a través de un depósito, quedando totalmente prohibido la conexión de cualquier tipo de bomba a la red pública.

–Aunque el depósito de alimentación o expansión sea de tipo abierto, estará tapado y comunicado con la atmósfera con una conexión suficiente para que en ningún caso pueda producirse presión alguna en el mismo. En el caso de depósito de tipo abierto con recuperación de condensados, esta conexión se producirá al exterior. En el caso de depósito de tipo cerrado, dispondrá de un sistema rompedor de vacío.

–Todo depósito de alimentación dispondrá de un rebosadero cuya comunicación al albañal debe poder comprobarse mediante un dispositivo apropiado que permita su inspección y constatar el paso del agua.

–Los depósitos de alimentación de agua y de expansión en circuito de agua sobrecalentada y caliente dispondrán de las correspondientes válvulas de drenaje.

–No se permite el vaciado directo al alcantarillado de las descargas de agua de las calderas; purgas de barros, escapes de vapor y purgas de condensados, debiendo existir un dispositivo intermedio con el fin de evitar vacíos y sobrepresiones en estas redes.

# PRESUPUESTO

## 4.1-LISTA COMPONENTES MODULO DE CONTROL

Referencia	Concepto	Cantidad	Precio unidad	Total parcial
PIC-1	Microprocesador PIC 16F877	1	6,23 €	6,23 €
U5	Circuito integrado ULN2001A	1	1,97 €	1,97 €
U7	Circuito integrado LM239	1	1,36 €	1,36 €
RL1, RL2	Rele 1 circuto 12Vcc 16A	2	6,55 €	13,10 €
T1	Transformador 15VCa 2A	1	15,38 €	15,38 €
F1	Porta fusiblrs zocalo impreso	1	0,80 €	0,80 €
F1	Fusible de cristal 80mA	1	0,15 €	0,15 €
D1	Rectificador puente 2A	1	3,28 €	3,28 €
U2	Regulador de tension 12Vcc LM7812 1A	1	1,55 €	1,55 €
U1	Regulador de tension 5Vcc LM7805 1A	1	1,77 €	1,77 €
C3	Condensador Electolitico 2200microF 25V	1	0,78 €	0,78 €
C1, C2	Condensador Electolitico 10microF 25V	2	0,21 €	0,42 €
C4, C6	Condensador ceramico 100K	2	0,11 €	0,22 €
C5	Condensador ceramico de 0,47K	1	0,15 €	0,15 €
RL1, RL2	Zocalo para reles 1 circuito	2	0,97 €	1,94 €
D2, D3	Diodo 1N4007	2	0,32 €	0,64 €
C7, C8	Condensador ceramico 27pF	2	0,05 €	0,10 €
U0	Cristal de 20 MHz	1	4,11 €	4,11 €
R1,2,3,4,5,8	Resistencia de carbon 330 Ohmios 1/4 W	6	0,03 €	0,18 €
R7	Resistencia de carbon 180 Ohmios 1/4 W	1	0,03 €	0,03 €
R6	Resistencia de carbon 10K 1/4 W	1	0,03 €	0,03 €
RG2, RG3	Regleta conex. 2Bornas de 4mm para C.I.	2	2,99 €	5,98 €
RG1,4,6,11	Regleta conex. 2 bornas 1mm para C.I.	4	1,88 €	7,52 €
RG9,10,12	Regleta conex. 3 bornas 1mm. Para C.I.	3	2,09 €	6,27 €
J1	Conector 16 pines macho para C.I	1	0,89 €	0,89 €
J1	Conector 16 pines hembra aereo	1	0,78 €	0,78 €
1	Placa circuito impreso doble cara serigrafada	1	7,25 €	7,25 €
<b><u>TOTAL</u></b>				<b><u>82,88 €</u></b>

## **4.2-LISTA COMPONENTES MODULO LCD e INDICACIONES**

Referencia	Concepto	Cantidad	Precio unidad	Total parcial
U1	Display Led LCD 16X4 HD44780	1	30,30 €	30,30 €
DL1, 2	Led de 5mm verde	2	0,82 €	1,64 €
DL3	Led de 5mm rojo	1	0,91 €	0,91 €
DL4,5	Led de 5mm amarillo	2	0,82 €	1,64 €
RV1	Resistencia ajustable 10K	1	1,23 €	1,23 €
CN2	Conector 16 pines macho para C.I.	1	0,89 €	0,89 €
CN2	Conector 16 pines hembra aereo	1	0,78 €	0,78 €
1	Placa circuito impreso doble cara serigrafiada	1	4,02 €	4,02 €
<b>TOTAL</b>				<b>41,41 €</b>

## **4.3-LISTA COMPONENTES CENTRO DE PLANCHADO**

Referencia	Concepto	Cantidad	Precio unidad	Total parcial
	Interruptor gerenal bipolar de 40A	1	21,00 €	21,00 €
	Base de fusible porcelana 40A	1	18,20 €	18,20 €
R1, R2	Contactador bipolar de 40A 220Vca	2	25,35 €	50,70 €
	Caldera de 5 litros	1	143,23 €	143,23 €
	Resistencia Caldera	1	18,78 €	18,78 €
	Deposito de agua 6 litros	1	43,98 €	43,98 €
	Senser de caudal	1	18,22 €	18,22 €
	Valbula de seguridad caldera	1	17,44 €	17,44 €
	Persostato	1	15,45 €	15,45 €
	Plancha con resistencia de 1,5KW	1	110,90 €	110,90 €
	Valbula de seguridad caldera	1	19,20 €	19,20 €
	Bomba de agua	1	52,44 €	52,44 €
	Sensor de nivel de liquido	2	15,10 €	30,20 €
	Electro valvula de 12 Vcc.	1	39,14 €	39,14 €
	Manguito para agua 5 metros	5	2,34 €	11,70 €
<b>TOTAL</b>				<b><u>610,58 €</u></b>

**4.4-TOTAL PRESUPUESTO MATERIALES**

LISTA COMPONENTES MODULO DE CONTROL	82,88 €
LISTA COMPONENTES MODULO LCD e INDICACIONES	41,41 €
LISTA COMPONENTES CENTRO DE PLANCHADO	610,58 €
<b>TOTAL</b>	<b><u>734,87 €</u></b>

## **5- BIBLIOGRAFIA**

- El amplificador operacional, Ed. Marombo, Julio Forcada.
- Electrónica de Potencia, Ed. Pearson, Daniel W.Hart.
- Creación de nuevos componentes para Orcad, Ed. Marombo, Miguel Pareja Aparicio.
- Microcontrolador PIC 16F87X, Ed. Mc Graw Hill.

## **WEBS CONSULTADAS**

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

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

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

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