



**Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Industrial**

# **Proyecto Fin de Carrera**

## **Diseño de la tarjeta de control de un centro de planchado industrial**

**Titulación:** Ingeniero Técnico Industrial

**Intensificación:** Electrónica Industrial

**Alumno:** José Aparicio Fernández

**Director:** Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 26 de Marzo de 2.015





## INDICE

<b>1. MEMORIA.....</b>	<b>4</b>
1.1 INTRODUCCION.....	5
1.2 NORMATIVA.....	6
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA.....	6
1.5 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA.....	9
1.5.1 CALDERIN.....	9
1.5.2 PLANCHA.....	9
1.5.3 DEPOSITO DE AGUA.....	10
1.5.4 BOMBA DE AGUA.....	10
1.5.6 SENSORES DE FUNCIONAMIENTO.....	11
1.5.6.1 SENSOR DE TEMPERATURA.....	11
1.5.6.2 SENSOR DE NIVEL.....	11
1.5.6.3 SENSOR DE PRESION DEL CALDERIN.....	11
1.5.7 RESISTENCIA CALEFACTORA.....	12
1.5.8 SISTEMA DE CONTROL.....	12
1.5.9 PANTALLA LCD.....	12
1.5.10 DIODO LED.....	13
1.5.11 VALVULA DE SEGURIDAD.....	13
1.5.12 ELECTROVALVULA.....	13
<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>14</b>
2.1 NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	15
2.1.1 PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.....	15
2.1.2 CABLEADO EN GENERAL.....	15
2.1.3 ELECTRICIDAD.....	15
2.2 DEPÓSITO.....	16
2.2.1 DIMENSIONES DEL DEPÓSITO.....	16
2.2.2 AISLAMIENTO TÉRMICO.....	16
2.2.3 SENSOR DE NIVEL DEL DEPÓSITO DE AGUA.....	17
2.2.4 SENSOR DE PRESIÓN DEL DEPÓSITO DE AGUA.....	17
2.2.5 FUNCIONAMIENTO.....	17
2.2.6 SENSOR DE PRESIÓN EN AIRE.....	18
2.2.7 COMPARACION.....	19
2.2.8 ALARMA DEL DESPOSITO DE AGUA.....	20
2.2.9 CIRCUITO.....	21
2.3. CALDERÍN.....	21
2.3.1 AISLAMIENTO TÉRMICO.....	22
2.3.2 PRESIÓN DEL CALDERÍN.....	22
2.3.2.1 PRESOSTATO.....	22
2.3.2.2 SENSOR DE DE TEMPERATURA.....	22
2.3.2.3 SENSOR DE PRESION DEL CALDERIN.....	22



2.3.2.4	VALVULA DE SEGURIDAD.....	22
2.3.3	FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO.....	23
2.3.4	GESTIÓN DEL VAPOR.....	24
2.3.7	ELEMENTO CALEFACTOR.....	24
2.4.	BOMBA DE AGUA.....	25
2.5.	TUBERÍAS.....	25
2.5.1	INTERCONEXIÓN DEPÓSITO-CALDERÍN.....	25
2.5.2	INTERCONEXIÓN CALDERÍN-PLANCHADO.....	26
2.6.	AGUA.....	27
2.6.1	TRATAMIENTO.....	27
2.6.2	PROBLEMAS DE TRATAMIENTO.....	27
2.7.	MICRO CONTROLADORES.....	28
2.7.1	PIC.....	28
2.8.	PANTALLA LCD.....	29
2.8.1	SECUENCIA DE INICIALIZACION.....	30
2.8.2	INDICADORES LED.....	31
2.8.3	ZONAS DE MEMORIA.....	31
2.8.3.1	DDRAM.....	31
2.8.3.2	CGROM.....	31
2.8.3.3	CGRAM.....	32
2.9.	ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD.....	32
2.9.1	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	32
2.10	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACION.....	33
2.10.1	REGISTRO DE TAREAS.....	33
2.11	CONDICIONES.....	34
2.11.1	CONDICIONES GENERALES.....	34
2.11.2	CONDICIONES PARTICULARES.....	36
<b>3.</b>	<b>PLANOS.....</b>	<b>38</b>
3.1	CIRCUITO DE CONTROL DE NIVEL.....	39
3.2	CIRCUITO DE CONTROL DE PRESION DEL CALDERIN.....	41
3.3	CIRCUITO DE CONTROL DEL ELEMENTO CALEFACTOR.....	43
3.4	CIRCUITO DE CONTROL DE LA BOMBA DE AGUA.....	45
3.5	CIRCUITO DE CONTROL DEL ELEMENTO PLANCHADO.....	47
3.6	CIRCUITO DE CONTROL DE LA PANTALLA LCD.....	49
3.7	CIRCUITO DE CONTROL DE PUESTA EN MARCHA.....	51
3.8	CIRCUITO DE INTERCONEXION DE PLACAS.....	53
<b>4.</b>	<b>PRESUPUESTO GENERAL.....</b>	<b>54</b>
<b>5.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>
5.1	CÓDIGO FUENTE DEL DISPOSITIVO LCD.....	60
5.2	CÓDIGO FUENTE DEL ACCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	64
5.3	VISIÓN GENERAL DE LA PROGRAMACIÓN ESCRITA.....	65
5.4	BIBLIOGRAFÍA.....	66



# 1. MEMORIA



### 1.1 Introducción.

Este proyecto trata de un sistema de planchado industrial. Constará a su vez de varios subsistemas; un sistema de tratamiento de aguas, que estará compuesto por un descalcificador y una ósmosis inversa para mejorar la calidad del agua, un sistema para la producción del vapor, otro sistema de aviso de falta de agua en el depósito principal, otro de sensorización de la temperatura de la plancha y de la presión de la caldera...

El descalcificador y el sistema de ósmosis lo utilizaremos para evitar un mantenimiento muy alto en la eliminación de la cal y sales en la caldera, debido a que, al estar el agua a alta temperatura, produce una sedimentación de cal importante, y esto provocaría que cada semana hubiese que abrir la caldera y eliminar la cal incrustada.

Un sistema de planchado industrial es un conjunto de dispositivos y mecanismos controlados por un microcontrolador. A grandes rasgos, un sistema de planchado industrial es como una plancha convencional, con la diferencia de que las industriales cuentan con un depósito de mayor capacidad, un generador independiente de vapor y todo a mayor escala.

Estos centros de planchado, como ya se mencionaba, cuentan con un generador de vapor o caldera, que produce vapor 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, debe ser flexible, ligero y resistente para soportar la temperatura y presión necesarias.

La caldera cuenta con una capacidad aproximada de cinco litros de agua y es calentada para su conversión en vapor por una resistencia calefactora. La producción de vapor dependerá de la demanda producida por la persona que lo maneja. Por motivos de seguridad, la caldera ha de instalarse en otra ubicación aislada de la zona de trabajo y tendrá un consumo máximo de 4KW.

Se pide en este proyecto que el depósito de agua destilada tenga una capacidad de almacenamiento de 5 litros. 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.

Para abastecer a la caldera con agua destilada se instalará una bomba de impulsión en línea con el caudal adecuado para alimentar sin problemas a la caldera.

La plancha tiene la posibilidad de regular la temperatura y caudal de vapor según el tipo de prenda. La potencia eléctrica de la plancha se ha considerado adecuada de 2KW.

El vapor es expulsado mediante pequeños orificios situados en la suela de la plancha a una presión constante y regulable por el operador para obtener el máximo rendimiento de planchado dependiendo del tipo de prenda a planchar.



### 1.2 Objetivos.

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

Con la tarjeta tendremos controlado el sistema, pudiendo detectar los errores que puedan surgir, consiguiendo una seguridad completa

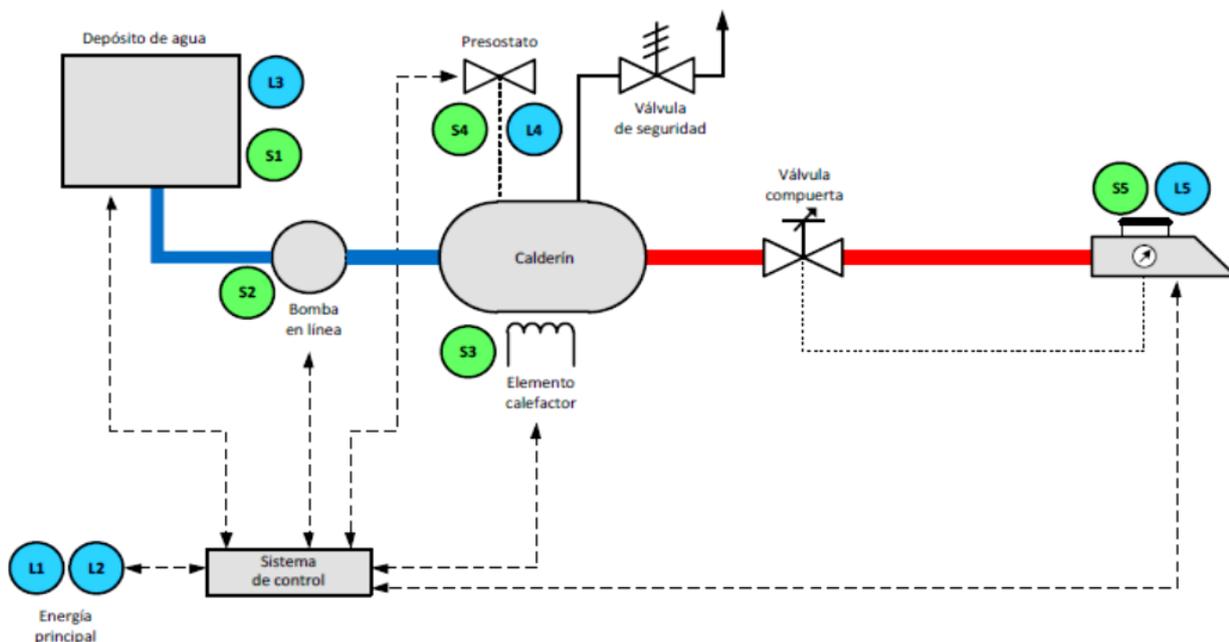
### 1.3 Normativa.

Hemos hecho nuestro proyecto teniendo en cuenta la normativa vigente para aparatos a presión:

*“RD 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 RD 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión”.*

### 1.4 Descripción del sistema a automatizar.

El sistema a automatizar consiste en un planchado industrial, para explicar bien su funcionamiento, partimos de su esquema general de diseño:





En la propuesta del proyecto se detallan los siguientes elementos sensores e indicadores lumínicos:

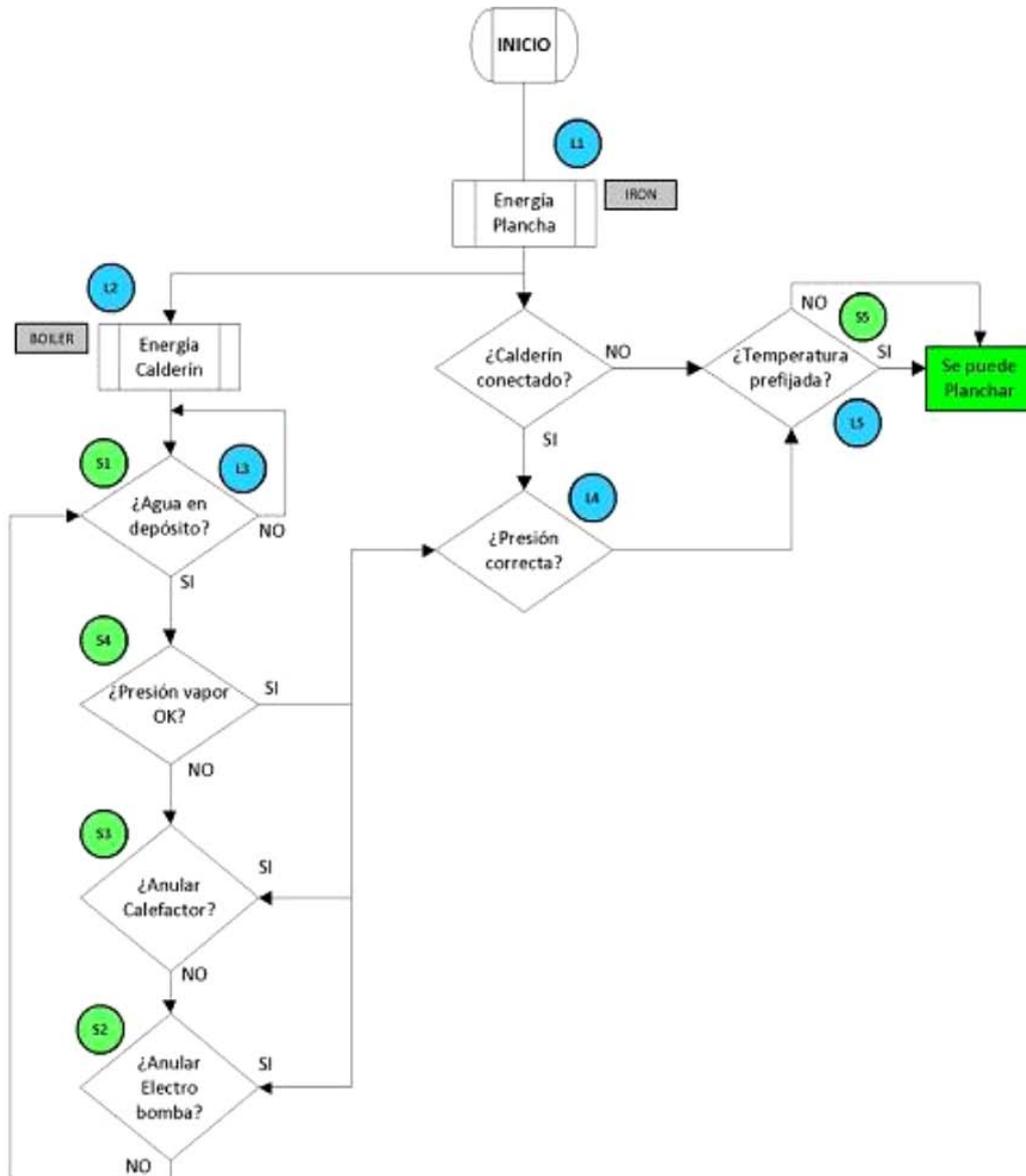
- S1: Sensor de existencia de agua.
- S2: Sensor de funcionamiento de la bomba de aporte de agua al calderín.
- S3: Sensor de funcionamiento de la resistencia calefactora del calderín.
- S4: Sensor de presión alcanzada en el interior del calderín.
- S5: Sensor de temperatura del elemento de planchado (En este caso se ha optado por reemplazarlo por un sensor de efecto Hall).
- L1: Activación del elemento calefactor de la caldera.
- L2: Activación del elemento de planchado.
- L3: Indicación visual de falta de agua en el depósito.
- L4: Presión alcanzada en el calderín.
- L5: Temperatura alcanzada por el elemento de planchado.

Además se deben cumplir también las siguientes condiciones:

- Depósito de agua destilada de 5 litros.
- El agua deberá aportarse caliente o calentarse previamente a su aportación a la caldera.
- Bomba de impulsión en línea para aportar el agua a la caldera. Deberá poseer un caudal adecuado para alimentar sin problemas a la caldera. El funcionamiento de esta bomba puede ser temporizada, o controlando el caudal real aportado a la caldera.
- La caldera tendrá un consumo máximo de 4Kw.
- El presostato de la caldera estará tarado a 3.5 bares de presión. Al alcanzar esta presión estará preparado para su funcionamiento.
- La válvula de seguridad estará tarada a 5 bares de presión. Por encima de esta presión, el sistema expulsará al aire el exceso de presión, para evitar la rotura de manguitos o agrietamiento/explosión de la caldera.
- El elemento de planchado, en contacto con el tejido, tendrá un consumo máximo de 2Kw.
- Las indicaciones de estado del conjunto y los avisos visuales se indicarán mediante un LCD de 4x16 líneas retroiluminado.
- Si se instala algún avisador acústico se realizará con un zumbador piezoeléctrico.
- La activación de las cargas de alto consumo se realizarán con relés de estado sólido, no siendo posible la utilización de relés electromecánicos.
- Las indicaciones visuales individuales se realizarán mediante diodos LED's de bajo consumo del color que se estime adecuado.



Una idea aproximada, aunque puede variar a gusto del diseñador del modo de trabajo del sistema de planchado lo podemos ver en el siguiente flujoograma:





### 1.5 Elementos principales que componen el sistema.

#### 1.5.1 Calderín.

Es el encargado de producir el vapor necesario para realizar el planchado gracias a la resistencia eléctrica o elemento calefactor de su interior, tendrá un consumo máximo de 4kW y una presión de trabajo de 3,5 bares, además de contar con una válvula de seguridad que liberará la presión al exterior cuando ésta supere los 5 bares. Usaremos un calderín de 7,6 litros con una presión máxima de 6,8 bares.



#### 1.5.2 Plancha.

La plancha a utilizar es la *Jolly P+Guard* del fabricante *Strima* con una potencia de 800 W (230 V, 50 Hz); un peso de 2,7 kg y con control e indicador de temperatura adecuada según el tejido, indicada para cualquier fuente externa de vapor.





### 1.5.3 Depósito de agua.

El depósito de agua necesario de 5 litros es del fabricante *Sunbox* con referencia BCG-5, construido en polietileno de alta densidad, con junta dórica de seguridad para asegurar estanqueidad total, se alimentará siempre con agua previamente tratada y destilada para prevenir incrustaciones y deterioros en los elementos que constituyen el centro de planchado, irá conectada por medio de la abertura del grifo a una tubería conectada a su vez a la bomba de agua.



### 1.5.4 Bomba de agua

Es la encargada de llevar el agua desde el depósito de 5 litros hasta el calderín, se ha elegido para el proyecto el modelo *2088-514-145-12v* con un consumo máximo de 5,6 A y una presión de trabajo de 10 psi (0,7 bares) del fabricante *Shurflo* de funcionamiento silencioso y con un voltaje de trabajo de 12 V, se accionará cada vez que el nivel de agua en el calderín se encuentre fuera del rango marcado por las sondas de nivel.





### 1.5.6 Sensores de funcionamiento.

Serán necesarios tres sensores de este tipo para poder comprobar el correcto funcionamiento de la bomba de agua, el elemento calefactor del calderín y la plancha.

#### 1.5.6.1 Sensor de temperatura.

Utilizaremos un sensor de temperatura para controlar la temperatura en la plancha. Hemos escogido el sensor LM35. Este sensor nos proporciona una tensión directamente proporcional a la temperatura en grados centígrados, por lo que no necesitaremos realizar un cálculo posterior, que deberíamos hacer si estuviera en Kelvin..



#### 1.5.6.2 Sensor de nivel del calderín.

Se trata de la sonda de nivel *LP10-4* del fabricante *Spirax Sarco*, de sus cuatro terminales utilizaremos dos para detectar el nivel correcto de agua que se encontrará entre dos valores (máximo y mínimo) dentro del calderín y hacer funcionar de esta manera la bomba de agua.



#### 1.5.6.3 Sensor de presión del calderín.

Utilizaremos un sensor de presión para controlar el calderín. Si la presión es excesivamente alta, este sensor activará una válvula de seguridad.



### 1.5.7 Resistencia calefactora del calderín.

La resistencia elegida tiene como referencia 12449 y será suministrada por *Iberital*, se alimenta a 220 V y tiene un consumo de 2000 W, es decir dentro de los márgenes aceptables de consumo que se exigen en el proyecto.



### 1.5.8 Sistema de control.

Para controlar todo el sistema usaremos un microcontrolador PIC16F877. Este microcontrolador nos permite un buen control de la pantalla LCD así como los sensores y actuadores del sistema



### 1.5.9 Pantalla LCD de 16x4.

Es la encargada de mostrar todos los mensajes de alarma y de funcionamiento del sistema, esto lo hará mediante mensajes alternativos con una frecuencia aproximada de 1 segundo en los que se llevará el control de todos los sensores y actuadores de la placa





### 1.5.10 Diodos Led de alarma y funcionamiento.

Se utilizarán diodos led de bajo consumo, de distintos colores para determinados estados de los elementos del sistema.



### 1.5.11 Válvula de seguridad

Como hemos descrito, a una presión elevada se actuará una válvula de escape para el evacuado de la presión. La tolerancia será mayor a la presión indicada en las características, por seguridad.

El operario será alertado en todo momento de su ejecución ya que la actuación de ésta informa de que el sistema está fallando.

La válvula contará con los adecuados sistemas de seguridad para que no provoquen ningún daño tanto al operario como al entorno de trabajo.



### 1.5.12 Electroválvula.

Permite al operario controlar el vapor y caudal que fluye a través de las tuberías que interconectan nuestro sistema.





## **2. PLIEGO DE CONDICIONES**



## 2.1 NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Existen una serie de normas publicadas por los Organismos competentes que son de obligado cumplimiento. A continuación exponemos las que afectan a nuestro proyecto:

### ARTÍCULO 1. Reglamentos y normas.

1. Instrucción Técnica Complementaria MIE\_AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión relativa a “Calderas, economizadores, precalentadores, sobrecalentadores y recalentadores”.
2. Real Decreto 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre aparatos a presión.
3. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
4. Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.

### 2.1.1 PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

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

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magneto-térmico u otro elemento que cumpla esta función.

### 2.1.2 CABLEADO EN GENERAL.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminar intermedio, al 1.5% a la tensión nominal continua del sistema.

Además se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados con códigos de colores, etiquetas etc. De acuerdo a la normativa vigente.

### 2.1.3 ELECTRICIDAD

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

REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología  
B.O.E.: suplemento al nº 224, 18-SEP-2002

Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03 por:



SENTENCIA de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo B.O.E.: 5-ABR-2004

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico

RESOLUCIÓN de 18 de enero 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial

B.O.E.: 19-FEB-1988

Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.

REAL DECRETO 2267/2004, de 3 Diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

B.O.E.: 17-DIC-2004

Corrección errores: 05-MAR-2005

Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

REAL DECRETO 312/2005, de 18 de marzo, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 02-ABR-2005

Modificación del Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de la construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia al fuego.

## 2.2 DEPOSITO

### 2.2.1 DIMENSIONES DEL DEPÓSITO

El depósito que usaremos en el sistema será de polietileno lineal debido a su compatibilidad con los productos químicos utilizados para instalaciones de dosificación.

A continuación exponemos sus características:

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

El depósito cuenta internamente con nervios que lo dotan de rigidez, idea para montar agitadores y bombas de agitación.

### 2.2.2 AISLAMIENTO TÉRMICO.

Los motivos por el que debemos de aislar el depósito y el calderín son entre otros impedir que se produzcan accidentes con los operarios en su zona de trabajo debido a una excesiva temperatura. Evitar entradas y salidas de aire no deseadas, disminuir el consumo de energía y mantener una temperatura deseada en el sistema.

La protección del sistema y el aislamiento es uno de los puntos clave. Nos centraremos en el espesor del material a usar. Un gran espesor aislante es imprescindible para obtener la máxima resistencia a la transmisión de calor.

Un espesor excesivo haría nuestro sistema demasiado caro por lo que hemos hecho el estudio del espesor óptimo.

El depósito de agua y el calderín estarán formados de acero inoxidable para mostrar una potente resistencia a la corrosión, algo usual en este tipo de sistemas.



Además tendrán una mano de imprimación antioxidante y antitérmica para reforzar.

Entre las características del aislante, destacamos las siguientes:

- La manta de lana de vidrio tiene soporte de malla de acero galvanizado, carente de aglomerantes, lo que evita olores en la puesta en marcha del sistema.
- Su clasificación a altas temperaturas sigue la normativa UNE-23727:
- Material no hidrófilo.
- Estable a la dilatación y contracción en su totalidad.
- Densidad aproximada de 50kg/m<sup>3</sup>

### 2.2.3 SENSOR NIVEL DEL DEPÓSITO DE AGUA.

El nivel de agua del depósito está controlado por un sensor de nivel. En un primer momento buscamos en el mercado, llegando a la conclusión de que sería mejor idear un sensor de nivel mediante sensores de presión.

La idea es sencilla. La presión que existe debajo de la columna de agua no será la misma que la presión que existe fuera de ella. El sensor de presión elegido es el DMP\_331.

Según el artículo 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1 el nivel mínimo de agua en el interior de una caldera debe mantenerse por lo menos 70mm más alto que el punto más elevado de la superficie de la calefacción.

Así pues situamos dos sensores, uno encima y otro debajo de la columna de agua a 70mm de la base del depósito.

### 2.2.4 SENSOR DE PRESIÓN EN AGUA.

El sensor que se encuentra en contacto con el agua lo hemos denominado SPAG. Se encarga de captar la presión que hay dentro del depósito.

Situamos el sensor a 70mm de la base del depósito como así articula la ley.

### 2.2.5 FUNCIONAMIENTO.

Como anteriormente, será el sensor DMP 331 el que llevará consigo, este nos devolverá una salida proporcional a la presión captada.

Este sensor tiene un rango de medición de 0 a 40 bares y un rango de salida de 0 a 10 V, es decir, a 5 bares obtendremos una tensión de salida de unos 1.25 V.

Tendrá una tensión de referencia de 5 bares y se alimentaran a 12 V tal como indican las especificaciones.

A 5 bares de presión la salida debe ser 5 V, así que para una R3 de 1k $\Omega$  obtenemos R4 con un simple divisor de tensión.

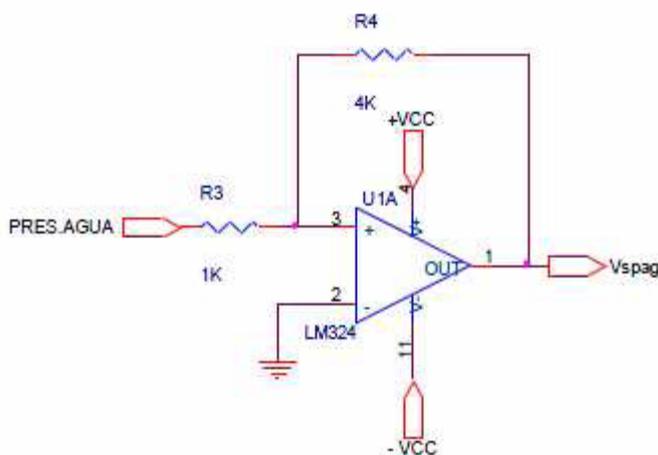


$$R_4 = \frac{5 \times 1000}{1.25} = 4k$$

La señal de salida ira a un amplificador operacional U2, obteniendo una tensión resultante:

$$V_{SPAG} = \frac{R_4}{R_3} \times V_{IN,U2}$$

La circuitería quedaría del siguiente modo:



### 2.2.6 SENSOR DE PRESIÓN DEL AIRE

Ahora explicamos el sensor encargado de medir la presión del aire el cual se encuentra situado fuera del agua. Lo denominamos SPA.

Este sensor se encarga de medir la presión en el interior del depósito. Cabe destacar que nunca estará en contacto con el agua, es decir lo situaremos en la parte superior del depósito

En este caso usamos el mismo sensor que anteriormente para el del agua es decir tienen las mismas características.

La presión a la salida debe de ser 5V, así que para una R3 de 1K obtendremos que R4 es igual a

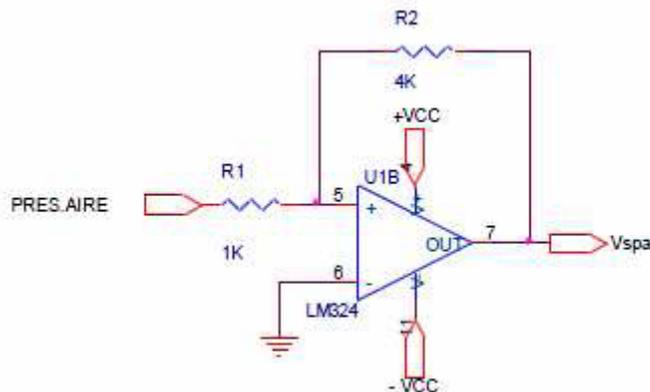
$$R_4 = \frac{5 \times 1000}{1.25} = 4k$$

La señal de salida ira a un amplificador operacional U2, obteniendo una tensión resultante:



$$V_{SPA} = \frac{R_2}{R_1} \times V_{IN, U1}$$

La circuitería quedaría del siguiente modo:



### 2.2.7 COMPARACIÓN ENTRE SPAG Y SPA

A continuación procedemos a comparar las salidas de ambos sensores de presión. Para ello usamos un amplificador operacional U3.

- $V_{SPA} > V_{SPAG}$ , la salida del comparador será +15V.
- $V_{SPA} < V_{SPAG}$ , obtendremos a la salida del comparador -15V.
- $V_{SPA} = V_{SPAG}$ , obtendremos a la salida del comparador 0V.

En el caso de que ambas tensiones sean iguales, los dos sensores no estarían en contacto con el agua, lo que indicaría que el nivel mínimo no se ha alcanzado, de ahí la salida de 0V.

En caso de ser diferentes, el sensor SPAG o SPA estará en contacto con el agua. Por otro lado hay que tener especial cuidado con el sensor SPA ya que al ser alcanzado por el agua puede tener el depósito elevadas presiones.

Como en nuestro sistema tenemos medidas de seguridad no habría problema. Esto lo estudiaremos más adelante.

A la salida del comparador añadiremos un amplificador operacional.

La salida del comparador solo puede tomar 3 valores: +15V, -15V, y 0 como ya hemos dicho anteriormente, luego:

$$V_{OUT, US} = -(R_6/R_5) \times V_{COM}$$

Como solo deseamos obtener tensiones de +5V y 0V acoplamos un diodo, el cual tendrá una caída de tensión de 0.7V aproximadamente:

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



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

$$R_6 = \frac{5.7 \times 1000}{15} = 380$$

Así pues y concluyendo, las salidas serán las siguientes:

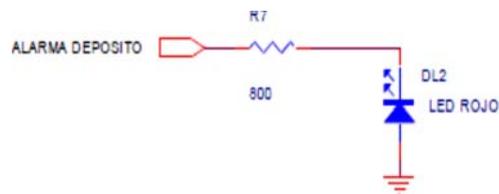
- +5V si las salidas de los sensores son diferentes, es decir el nivel de agua es correcto.
- 0V si las salidas de los sensores son iguales lo que quiere decir que el nivel del agua está por debajo de los 70mm.

### 2.2.8 ALARMA DEL DEPÓSITO

La alarma del circuito se ha basado en la relación entre la presión y densidad del aire y del agua. Sabemos que el agua con una densidad de  $1 \times 10^3 \text{ p(kg/m}^3\text{)}$ , es mayor que la densidad del aire  $1.29 \text{ p(kg/m}^3\text{)}$ , por lo que ejercerá más presión sobre las paredes del calderín.

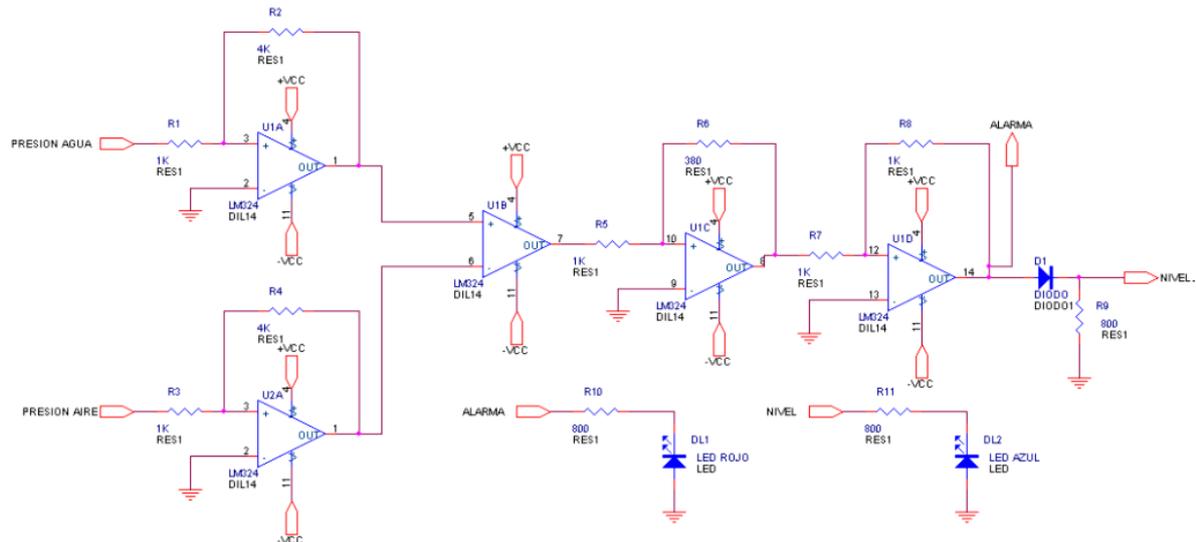
Estas densidades han sido tomadas a temperatura ambiente, ya que la densidad depende de factores ambientales, incluyendo la temperatura y la presión. Por esta razón, la presión captada en el interior del agua del depósito deberá ser siempre mayor a la presión captada fuera de ella.

En el caso de que en este sistema, el sensor de presión del agua detectara menos presión que el que se encuentra fuera de ella, saltaría una alarma luminosa que en este caso es un led rojo.





### 2.2.9 CIRCUITO DE CONTROL DE NIVEL



### 2.3 CALDERIN.

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

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

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

Sus características principales resumidas son:

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



### 2.3.1 AISLAMIENTO TÉRMICO DEL CALDERÍN

Así como el depósito hemos tenido que aislarlo, el calderín pasa exactamente lo mismo. Tendremos que realizar un estudio del espesor que hemos de usar en el calderín para obtener el máximo rendimiento al menor precio.

Para un óptimo y seguro funcionamiento del calderín se han de tener en cuenta las siguientes características:

- En caso de pérdidas de presión habrá que sellarlas.
- En las zonas accesibles por los operarios hay que impedir las altas temperaturas para que no se produzcan accidentes.
- Gracias a un aislamiento térmico, se evitarán pérdidas de energía luego el consumo será menor.
- El calderín se imprima exteriormente mediante antioxidante con pintura antitérmica.
- Además el exterior irá recubierto por una lana de vidrio sin aglomerar con soporte de malla de acero galvanizado.
- Esta lana de vidrio será de 1mm de espesor de tal forma que para temperatura de ambiente de 25° el interior del calderín se encuentre a menos de 35°.

### 2.3.2 PRESIÓN DEL CALDERÍN

#### 2.3.2.1 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.

#### 2.3.2.2 SENSOR DE TEMPERATURA

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

#### 2.3.2.3 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.



### 2.3.2.4 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.

### 2.3.3 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO

El circuito que se compone de un sensor de presión, que según su hoja de características está 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.

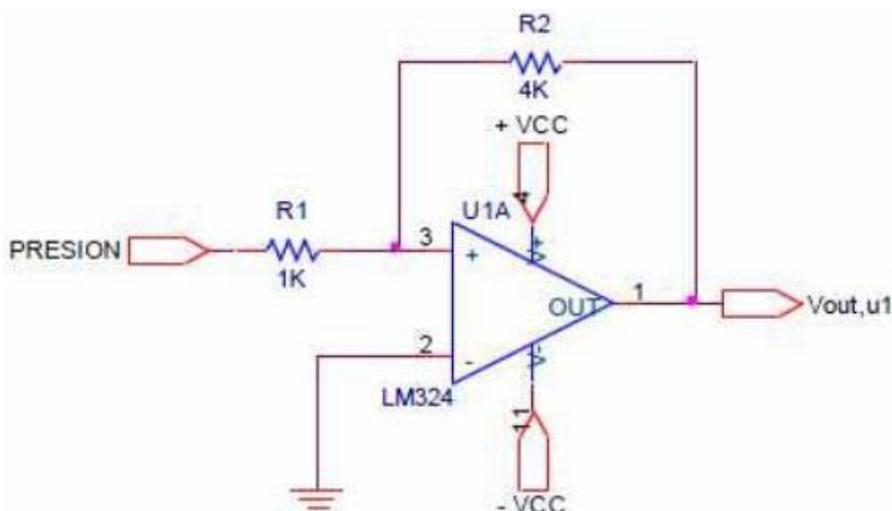
Adaptaremos la salida del sensor con un amplificador operacional:

$$V_{OUT,U1} = -(R_2/R_1) \times V_{IN,U2}$$

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  $R_1 = 1K \Omega$ :

$$R_2 = \frac{5 \times 1000}{1.25} = 4K$$

Circuitaría:





La salida del amplificador la comparamos con una tensión constante de 5V.

Hay que tener en cuenta la tensión de salida, pues puede ser negativa. Según la tensión de salida se pueden dar los siguientes casos:

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

La salida final se lleva a otro amplificador operacional para adaptarla a la válvula de seguridad.

Concluyendo:

$$V_{OUT,V2} = -(R_4/R_3) \times V_{IN,U2}$$

Siendo VIN, U2 la salida del comparador, supondremos una R3= 1KΩy despejando la formula queda así:

$$R_4 = \frac{5 \times 1000}{15} = 330$$

### 2.3.4 GESTIÓN DEL VAPOR

En cuanto al vapor, hemos decidido proceder a utilizar una electroválvula RCE016Series, fabricada en acero inoxidable y protegida contra polvo y filtraciones de aire. Está compuesta de 2 vías y se alimenta a una tensión alterna de 140 voltios.

### 2.3.5 ELEMENTO CALEFACTOR

Construido de mica aislada. Se encuentra en contacto con la plancha para facilitar la transmisión de calor.

Se alimenta a 120V en alterna y se controla con un termostato. Se le añadirá un botón de paro de emergencia como seguridad.



### 2.4. BOMBA DE AGUA

Tiene como misión bombear el agua desde el depósito al calderín. Es gobernada por el microcontrolador PIC por lo que su funcionamiento estará condicionado por variables de estado.

La bomba que hemos seleccionado es una Shurflo de 12 voltios modelo 403-143 de 12 con las siguientes características:

- Capacitada para el manejo de alto volumen de agua.
- Auto cebado a 3.6 metros.
- Funcionamiento en seco seguro.
- Variedad de materiales de resistencia química.
- Bajo consumo.
- Presostato ajustable.
- Válvulas testadas a 13.8 kg/m (200PSI)
- Piezas reemplazables.
- Aprobada por la normativa UL, CSA, NSF, FDA, IAPMO.

### 2.5. TUBERIAS

En el sistema se producen una presión de tipo hidrostática interna específica. Para ello tuvimos que utilizar una serie de tuberías destinadas para ese fin.

Para ello hemos de fijarnos en la presión nominal PN, que nos indica la presión máxima de trabajo a la que puede someterse el sistema.

Según la normativa ISO se deben de usar tuberías por un tiempo de servicio de al menos 50 años con una conducción de agua a 20°C.

#### 2.5.1 INTERCONEXIÓN DEPÓSITO-CALDERÍN

Hacemos uso de tuberías construidas de polietileno, del tipo PE100. A continuación detallamos las ventajas de estas tuberías:

- Muy flexibles y resistentes.
- Nivel de presión bajo.
- Muy ligeras.
- Resistencia a la abrasión.
- Tolerancia química.



Como se especifica en las ventajas, las tuberías son resistentes a la abrasión. A continuación exponemos las características de temperatura:

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

El espesor, como anteriormente hemos comentado es importante y para calcularlo hacemos uso de la siguiente expresión:

$$e = \frac{PN \times D}{2\sigma + PN}$$

Obtenemos el valor de  $\sigma$  tomando un diámetro externo de 100 mm y con los datos obtenidos sustituimos en la ecuación anterior.

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

Según el apartado 5 del artículo 15 de la I.T.C. MIE\_AP1 del reglamento de Aparatos a Presión, hemos obtenido los datos de la bomba de la línea de alimentación de agua y hemos visto que ha de ser capaz de introducir un caudal de agua a una presión superior a un 3% como mínimo a la presión de tarado más elevada de la válvula de seguridad.

Por lo tanto como la presión de tarado de la válvula es de 5 bar, suponemos que la presión nominal PN es igual a 5.2 bar más o menos.

Con esta PN podemos sustituir en la ecuación anterior y obtener finalmente:

$$e = \frac{5.2 \times 100}{2 * 80 + 5.2} = 3.14 \text{ mm}$$

En conclusión, usaremos una tubería de polietileno de 40mm de diámetro y un espesor de 3.14mm como hemos obtenido anteriormente.

### 2.5.2 INTERCONEXIÓN CALDERÍN-PLANCHADO

Las tuberías comentadas anteriormente no son aptas para suministrar el vapor del calderín a la plancha ya que no soportan altas temperaturas.

Optamos entonces por las tuberías de polipropileno, cuyas características exponemos a continuación.

- Buen comportamiento ante heladas.
- Muy flexible.
- Debido al material de su interior es difícil que se incrusten partículas.
- Facilidad de manipulación a altas temperaturas.
- No les afecta la electrólisis.
- Muy inerte ante la agresividad de las aguas y de las tierras.



Hemos escogido una tubería de polipropileno de diámetro de 40mm y un espesor de 3.14mm.

## 2.6. AGUA

### 2.6.1 TRATAMIENTO

Un adecuado tratamiento del agua en una caldera de vapor te asegura una vida útil mucho más larga. Evitando además posibles roturas o accidentes.

El principal objetivo es purificar el agua para evitar corrosión e incrustación en el sistema.

Para asegurar una calidad en el agua tenemos que cumplir ciertas normas que regulan los parámetros involucrados en el tratamiento del agua.

### 2.6.2 PROBLEMAS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA

Podemos encontrar tres tipos de problemas en cuanto al tratamiento del agua.

#### 2.6.2.1 PROBLEMAS DE CORROSIÓN:

La corrosión aparece debido al flujo de agua en contacto con el oxígeno. La entrada de aire al sistema baja el valor de pH del agua, el bióxido de carbono abarca por si mismo los metales del sistema y acelera la velocidad de corrosión.

El oxígeno disuelto ataca las tuberías de acero al carbono formando montículos o tubérculos bajo los cuales se encuentra una cavidad o celda de corrosión activa, esto suele tener una coloración negra, formada por un óxido ferroso-férrico hidratado.

#### 2.6.2.2 PROBLEMAS DE INCRUSTACIÓN:

La formación de incrustaciones en el interior de las calderas suelen verse con mayor frecuencia que lo estimado conveniente. El origen de las mismas está dado por las sales presentes en las aguas de aporte a los generadores de vapor, las incrustaciones formadas son inconvenientes debido a que poseen una conductividad térmica muy baja y se forman con mucha rapidez en los puntos de mayor transferencia de temperatura.

Por esto, las calderas incrustadas requieren un mayor gradiente térmico entre el agua y la pared metálica que las calderas con las paredes limpias. Otro tema importante que debe ser considerado es la falla de los tubos, ocasionadas por los sobrecalentamientos debido a la



presencia de depósitos, lo que dada su naturaleza, aíslan el metal del agua que los rodea pudiendo así sobrevenir desgarros o roturas en los tubos de la unidad con los perjuicios que ello ocasiona.

### 2.6.2.3 ENSUCIAMIENTO POR CONTAMINACIÓN:

Se considera en este rubro como contaminantes distintas grasas, aceites y algunos hidrocarburos, ya que este tipo de contaminación son las más frecuentes vistas en la industria.

Dependiendo de la cantidad y característica de los contaminantes existentes en el agua de aporte a caldera, la misma generara en su interior depósitos, formación de espuma con su consecuente arrastre de agua concentrada de caldera a la línea de vapor y condensado, siendo la misma causante de la formación de incrustaciones y depósitos en la sección post-caldera.

## 2.7. MICROCONTROLADORES.

Para el proyecto hemos usado dos micro controladores que dimos en una asignatura de informática industrial durante la carrera. El PIC16F84 y PIC16F877 ambos fabricados por la empresa Microchip.

Su código es natural de Ensamblador.

El PIC16F84 se encargará del accionamiento del sistema, mientras que el PIC16F877 supervisará la pantalla LCD.

### 2.7.1 PIC16F84

Estamos ante el más usado y popular del mercado. Ideal para nuevos en el mundillo. Usa una arquitectura de 8 bits y 18 pines. Además hace uso del sistema de instrucciones RISC. A continuación exponemos sus características, obtenidas directamente de la propia página:

- Memoria Flash de programa (1K x 14).
- Memoria EEPROM de datos (64 x 8).
- Memoria RAM (68 registros x 8).
- Un temporizador/contador (timer de 8 bits).
- Un divisor de frecuencia.
- Varios puertos de entrada-salida (13 pines en dos puertos, 5 pines el puerto A y 8 pines el puerto B)
- Manejo de interrupciones (de 4 fuentes).
- Perro guardián (watchdog).
- Bajo consumo.
- Frecuencia de reloj externa máxima 10MHz. (Hasta 200 MHz)
- No posee conversores analógicos-digital ni digital- analógicos
- Pipe-line de 2 etapas.
- Repertorio de instrucciones reducido (RISC)
- 4 tipos distintos de instrucciones, orientadas a byte, orientadas a bit, operación entre registros, de salto.



El PIC16F877 cuenta con una memoria de tipo EEPROM Flash mejorada, lo que permite escribir código de una manera más coloquial e intuitiva.

A continuación exponemos sus características, obtenidas directamente de la propia página:

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

## 2.8. PANTALLA LCD.

Para nuestro proyecto vamos a hacer uso de una pantalla de Cristal Líquido o LCD debido a su precio económico y facilidad a la hora de programar.

Utilizaremos una de 4x16. Tienen la ventaja de poder mostrar cualquier carácter alfanumérico lo cual hace a este sistema muy versátil.

La piedra angular de la pantalla es un micro controlador capaz de representar 4 líneas de 16 caracteres cada una, de ahí el 4x16.

Los caracteres son codificados mediante código ASCII, legible para el ser humano. Así pues el proceso de información-operario se encuentra en sintonía.

En la siguiente tabla enumeramos el número de patillas que tiene el micro controlador y su función y símbolo correspondiente:

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

### 2.8.1 SECUENCIA DE INICIALIZACIÓN

Al iniciar el sistema, la pantalla LCD ejecuta un testeo interno para comprobar ciertos parámetros expuestos en su manual oficial.

El tiempo que tarda en estabilizarse la tensión desde 0.2V hasta 4.5V tiene que ser entre 0.1ms y 10ms.

De igual modo el tiempo de desconexión debe de ser como mínimo de 1ms antes de volver a encender.

La secuencia de arranque es la siguiente:

1. CLEAR DISPLAY.
2. FUNCTION SET.
3. DISPLAY ON/OFF CONTROL.
4. ENTRY MODE SET.
5. LECTURA PRIMERA POSICIÓN DE LA RAM.

Es muy importante que la primera instrucción a ejecutar realice una espera de unos 15ms o más para la completa reset interno de la pantalla LCD.



### 2.8.2 INDICADORES LCD

La finalidad de la pantalla LCD es informar del estado del sistema. Hemos definido una serie de variables con el fin de aclarar el proceso informativo que se muestra:

- T. PLANCHA BAJA: Aun no se ha alcanzado el valor mínimo de temperatura (70°C).
- T. PLANCHA OK: Se ha alcanzado el nivel de temperatura deseado y además es menor de 120°C.
- PRESIÓN BAJA: La temperatura en el calderín es correcta, luego la válvula de seguridad permanece inactiva.
- PRESIÓN OK: La presión en el calderines la óptima para trabajar
- AGUA FALTA: Advierte de la carencia de agua en el depósito.
- AGUA OK: El nivel de agua en el depósito es el óptimo.
- CALEF. FALLA: La temperatura mínima de ebullición del agua (100°C ) no se ha alcanzado, el vapor será incorrecto.
- CALED.OK: La temperatura mínima de ebullición ha sido alcanzada.

### 2.8.3 ZONAS DE MEMORIA.

#### 2.8.3.1 DDRAM

La memoria DDRAM se ocupa de almacenar los caracteres que se van a mostrar en la pantalla LCD. Cuenta con una capacidad de 80 palabras pero que tan solo se pueden mostrar 64 palabras a la vez.

Cabe destacar que es una memoria de tipo RAM (Random Access Memory) con lo cual al apagar el sistema todos los datos que estuvieran almacenados en ella quedarían borrados por completo.

#### 2.8.3.2 CGROM

Esta memoria, al contrario que la memoria RAM, los datos quedan almacenados en ella incluso tras el apagado del sistema.

La memoria CGROM contiene un mapa estándar de todos los caracteres que se pueden visualizar en la pantalla.

Cada carácter corresponde con una dirección de memoria.

A continuación se muestra una tabla con los caracteres:

HEX	ASCII	UTF-8	UTF-16
00	P	00P`P	00000050
01	!	!1AQa	00000021
02	"	"2BRbr	00000022
03	#	#3CScs	00000023
04	\$	\$4DTdt	00000024
05	%	%5EUeu	00000025
06	&	&6FUfv	00000026
07	'	'7GWgw	00000027
08	(	(8HXhx	00000028
09	)	)9IYiy	00000029
0A	*	*:JZjz	0000002A
0B	+	+:Klk(	0000002B
0C	,	,<L#l	0000002C
0D	-	-=M]m)	0000002D
0E	.	.>N^n+	0000002E
0F	/	/?O_o+	0000002F



### 2.8.3.3 CGRAM

Este tipo de memoria se utiliza para visualizar símbolos creados por el usuario. Como anteriormente hemos dicho al ser de tipo RAM se elimina su contenido por completo en el apagado.

Los caracteres se pueden representar en 5x8 píxeles. El tamaño de la memoria es de 64 bytes.

Los símbolos se definen normalmente al principio del programa en base a una escritura de 0 y 1 en la memoria para conformar las formas deseadas.

Para visualizar los símbolos hay que especificar la dirección de memoria donde se encuentran

## 2.9 ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD

### 2.9.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD

La seguridad es uno de los factores más importantes ya que de ella depende el estado físico del operario.

Podemos prevenir cualquier tipo de accidente mediante sensores de temperatura y presión para asegurar el funcionamiento seguro del sistema.

Como se ha expuesto arriba, el sistema cuenta además con materiales que cumplen la normativa para garantizar la correcta presión de planchado evitando peligrosas fugas y problemas de deterioro y mal rendimiento de la máquina.

En cuanto a la seguridad del operario, tenemos en cuenta que el planchado debe cumplir con la normativa vigente de protección contra el contacto directo del usuario con las partes críticas del sistema, como lugares que se encuentran a temperaturas y presiones elevadas.

En propuesta a esto, usamos materiales aislantes y resistentes que proporcionen una temperatura exterior segura y adecuada para el operario.

El sistema además cuenta con interruptores de emergencia para hacer un paro en cualquier momento. Así se evita cualquier tipo de accidente.

La zona de trabajo por otro lado, está correctamente señalizada para evitar zonas de peligro.

Pero además, en el caso de que el operario entre en ellas, estarán provistas de aislantes y sistemas de seguridad para una mayor protección.



### 2.10 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

El mantenimiento es un factor también importante. El mantenimiento ha de ser constante y permanente de manera que las instalaciones permanezcan seguras y sean eficientes.

Tareas de mantenimiento del agua para evitar corrosiones e incrustaciones en el circuito por ejemplo.

La caldera, por otro lado, deberá pasar revisiones periódicas. Los elementos del circuito han de estar secos y el sistema completamente desconectado para ello. Con esto evitamos obstrucción en el sistema de tuberías, averías y accidentes.

Aseguramos pues, la vida útil del sistema.

#### 2.10.1 REGISTRO DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Las tareas de mantenimiento han de constar en un registro de los resultados para, de cara a un futuro poder realizar un buen diagnóstico de posibles problemas.

De dicha tarea toma protagonismo el encargado de mantenimiento el cual se limita a llevar un registro exhaustivo en un archivo informático o físico de todo lo que abarca el mantenimiento del sistema.

Las tareas que puede realizar un encargado de mantenimiento son las siguientes:

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

El registro de tareas ha de hacerse dos copias, una de ellas para el titular de la instalación. La validez del documento es durante al menos tres años siempre contándose a partir de la fecha de ejecución del mantenimiento del sistema.



### 2.11 CONDICIONES

Este documento contiene las condiciones legales que guiarán la realización del proyecto. En lo que sigue, se supondrá que el proyecto ha sido encargado por una empresa cliente a otra consultora. Dicha empresa consultora ha debido desarrollar una línea de investigación con objeto de elaborar el proyecto. Esta línea de investigación, junto con el posterior desarrollo de los programas está amparada por las condiciones particulares del siguiente pliego. Supuesto que la utilización industrial de los métodos recogidos en el presente proyecto ha sido decidida por parte de la empresa cliente, la obra a realizar se regulará por las siguientes:

#### 2.11. CONDICIONES GENERALES

1. La modalidad de contratación será el concurso. La adjudicación se hará, por tanto, a la proposición más favorable sin atender exclusivamente al valor económico, dependiendo de las mayores garantías ofrecidas. La empresa que somete el proyecto a concurso se reserva el derecho a declararlo desierto.
2. El montaje y mecanización completa de los equipos que intervengan será realizado totalmente por la empresa licitadora.
3. En la oferta, se hará constar el precio total por el que se compromete a realizar la obra y el tanto por ciento de baja se supone este precio en relación con un importe límite si este se hubiera fijado.
4. La obra se realizará bajo la dirección técnica de un Ingeniero Superior de Telecomunicación, auxiliado por el número de Ingenieros Técnicos y Programadores que se estime preciso para el desarrollo de la misma.
5. Aparte del Ingeniero Director, el contratista tendrá derecho a contratar al resto del personal. Pudiendo ceder esta prerrogativa a favor del Ingeniero Director, quien no estará obligado a aceptarla.
6. El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, pliego de condiciones y presupuesto. El ingeniero autor del proyecto autorizará con su firma las copias solicitadas por el contratista después de confrontarlas.
7. Se abonará al contratista la obra que realmente ejecute con sujeción al proyecto que sirvió de base para la contratación, a las modificaciones autorizadas por la superioridad o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le hayan comunicado por escrito al Ingeniero Director de obras siempre que dicha obra se haya ajustado a los preceptos de los pliegos de condiciones, con arreglo a los cuales, se harán las modificaciones y la valoración de las diversas unidades sin que el importe total pueda exceder de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el proyecto o en el presupuesto, no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna clase, salvo en los casos de rescisión.
8. Tanto en las certificaciones de obras como en la liquidación final, se abonarán los trabajos realizados por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de la obra.
9. Si excepcionalmente se hubiera ejecutado algún trabajo que no se ajustase a las condiciones de la contrata pero que sin embargo es admisible a juicio del Ingeniero Director de obras, se dará conocimiento a la Dirección, proponiendo a la vez la rebaja de precios que



el Ingeniero estime justa y si la Dirección resolviera aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

**10.** Cuando se juzgue necesario emplear materiales o ejecutar obras que no figuren en el presupuesto de la contrata, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiere y cuando no, se discutirán entre el Ingeniero Director y el contratista, sometiéndolos a la aprobación de la Dirección. Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento, se ejecutarán siempre al establecido en el punto anterior.

**11.** Cuando el contratista, con autorización del Ingeniero Director de obras. Emplee materiales de calidad más elevada o de mayores dimensiones de lo estipulado en el proyecto, o sustituya una clase de fabricación por otra que tenga asignado mayor precio o ejecute con mayores dimensiones cualquier otra parte de las obras, o en general, introduzca en ellas cualquier modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director de obras, no tendrá derecho sin embargo, sino a lo que le correspondería si hubiera realizado la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

**12.** Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por partidaalzada en el presupuesto final (general), no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellas se formen, o en su defecto, por lo que resulte de su medición final.

**13.** El contratista queda obligado a abonar al Ingeniero autor del proyecto y director de obras así como a los Ingenieros Técnicos, el importe de sus respectivos honorarios facultativos por formación del proyecto, dirección técnica y administración en su caso, con arreglo a las tarifas y honorarios vigentes.

**14.** Concluida la ejecución de la obra, será reconocida por el Ingeniero Director que tal efecto designe la empresa.

**15.** La garantía definitiva será del 4% del presupuesto y la provisional del 2%.

**16.** La forma de pago será por certificaciones mensuales de la obra ejecutada, de acuerdo con los precios del presupuesto, deducida la baja si la hubiera.

**17.** La fecha de comiendo de las obras será a partir de los 15 días naturales del replanteo oficial de las mismas y la definitiva, al año de haber ejecutado la provisional, procediéndose si no existe reclamación alguna, a la reclamación de la fianza.

**18.** Si el contratista al efectuar el replanteo, observase algún error en el proyecto, deberá comunicarlo en el plazo de quince días al Ingeniero Director de obras, pues transcurrido ese plazo será responsable de la exactitud del proyecto.

**19.** El contratista está obligado a designar una persona responsable que se entenderá con el Ingeniero Director de obras, o con el delegado que éste designe, para todo relacionado con ella. Al ser el Ingeniero Director de obras el que interpreta el proyecto, el contratista deberá consultarle cualquier duda que surja en su realización.

**20.** Durante la realización de la obra, se giraran visitas de inspección por personal facultativo de la empresa cliente, para hacer las comprobaciones que se crean oportunas. Es obligación del contratista, la conservación de la obra ya ejecutada hasta la recepción de la misma, por lo que el deterioro parcial o total de ella, aunque sea por agentes atmosféricos u otras causas, deberá ser reparado o reconstruido por su cuenta.



**21.** El contratista, deberá realizar la obra en el plazo mencionado a partir de la fecha del contrato, incurriendo en multa, por retraso de la ejecución siempre que éste no sea debido a causas de fuerza mayor.

A la terminación de la obra, se hará una recepción provisional previo reconocimiento y examen por la dirección técnica, el depositario de efectos, el interventor y el jefe de servicios o un representante, estampando su conformidad el contratista.

**22.** Hecha la recepción provisional, se certificará al contratista el resto de la obra, reservándose la administración el importe de los gastos de conservación de la misma hasta su recepción definitiva y la fianza durante el tiempo señalado como plazo de garantía. La recepción definitiva se hará en las mismas condiciones que la provisional, extendiéndose el acta correspondiente. El Director Técnico propondrá a la Junta Económica la devolución de la fianza al contratista de acuerdo con las condiciones económicas legales establecidas.

#### **2.11.2 CONDICIONES PARTICULARES.**

La empresa consultora, que ha desarrollado el presente proyecto, lo entregará a la empresa cliente bajo las condiciones generales ya formuladas, debiendo añadirse las siguientes condiciones particulares:

**1.** La propiedad intelectual de los procesos descritos y analizados en el presente trabajo, pertenece por entero a la empresa consultora representada por el Ingeniero Director del Proyecto.

**2.** La empresa consultora se reserva el derecho a la utilización total o parcial de los resultados de la investigación realizada para desarrollar el siguiente proyecto, bien para su publicación o bien para su uso en trabajos o proyectos posteriores, para la misma empresa cliente o para otra.

**3.** Cualquier tipo de reproducción aparte de las reseñadas en las condiciones generales, bien sea para uso particular de la empresa cliente, o para cualquier otra aplicación, contará con autorización expresa y por escrito del Ingeniero Director del Proyecto, que actuará en representación de la empresa consultora.

**4.** En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.

**5.** En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.

**6.** Si el proyecto pasa la etapa de desarrollo, cualquier modificación que se realice sobre él, deberá ser notificada al Ingeniero Director del Proyecto y a criterio de éste, la empresa consultora decidirá aceptar o no la modificación propuesta.

**7.** Si la modificación se acepta, la empresa consultora se hará responsable al mismo nivel que el proyecto inicial del que resulta el añadirla.

**8.** Si la modificación no es aceptada, por el contrario, la empresa consultora declinará toda responsabilidad que se derive de la aplicación o influencia de la misma.

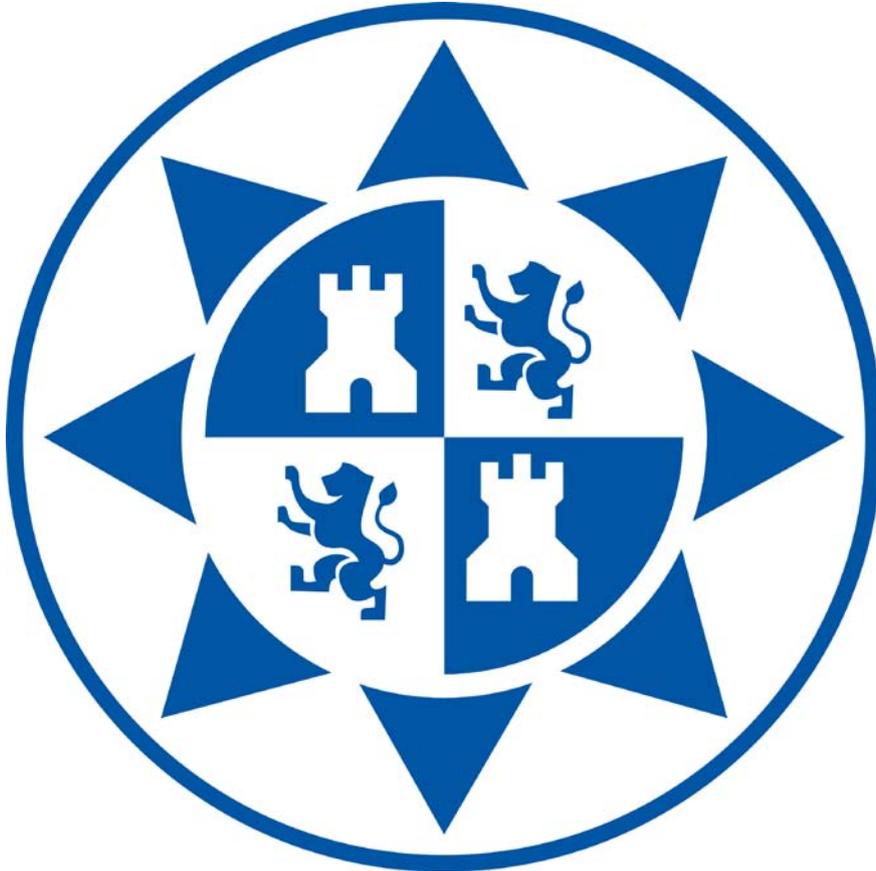


**9.** Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.

**10.** La empresa consultora no se responsabiliza de los efectos laterales que se puedan producir en el momento en que se utilice la herramienta objeto del presente proyecto para la realización de otras aplicaciones.

**11.** La empresa consultora tendrá prioridad respecto a otras en la elaboración de los proyectos auxiliares que fuese necesario desarrollar para dicha aplicación industrial, siempre que no haga explícita renuncia a este hecho. En este caso, deberá autorizar expresamente los proyectos presentados por otros.

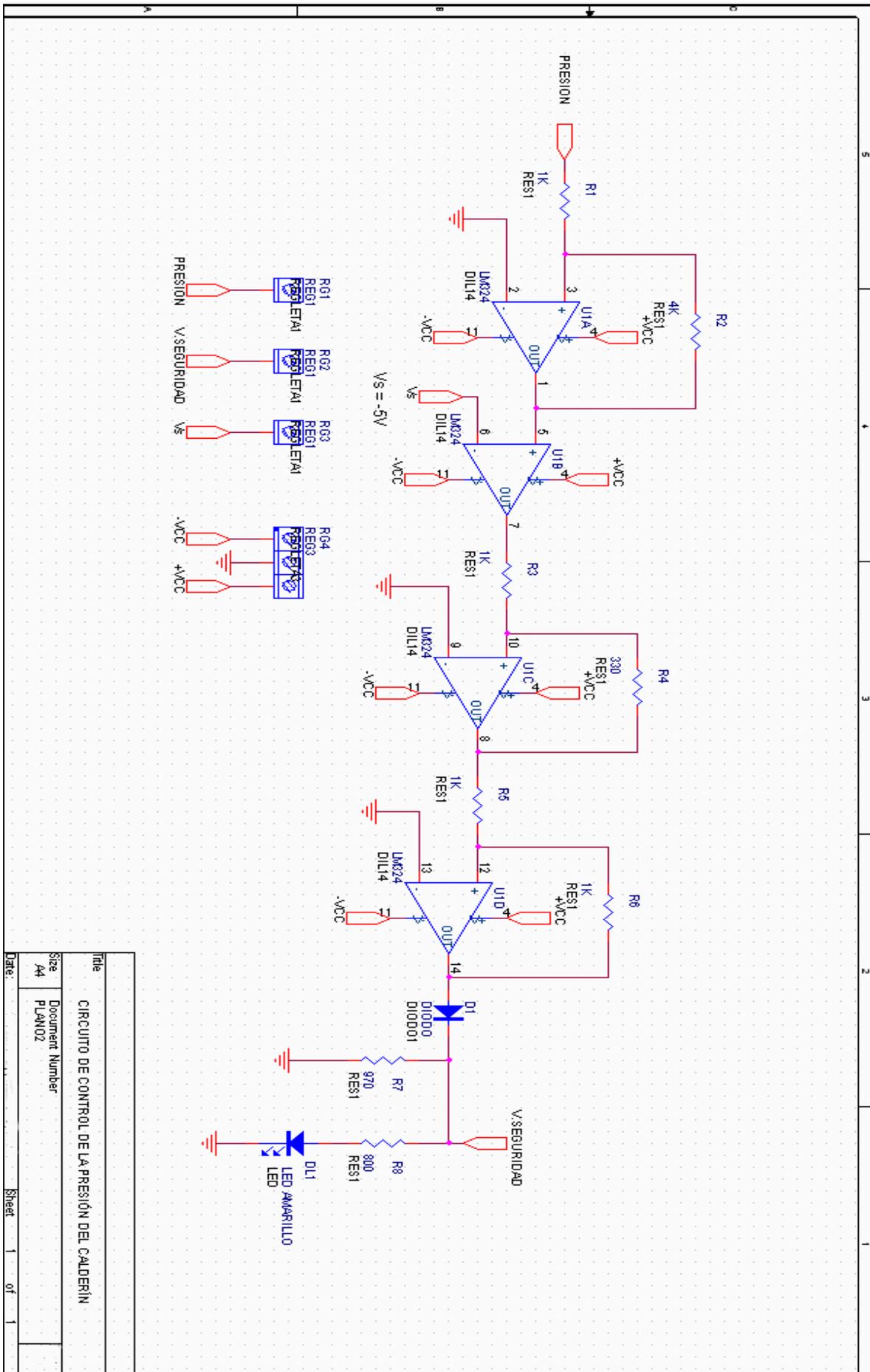
**12.** El Ingeniero Director del presente proyecto, será el responsable de la dirección de la aplicación industrial siempre que la empresa consultora lo estime oportuno. En caso contrario, la persona designada deberá contar con la autorización del mismo, quien delegará en él las responsabilidades que ostente.

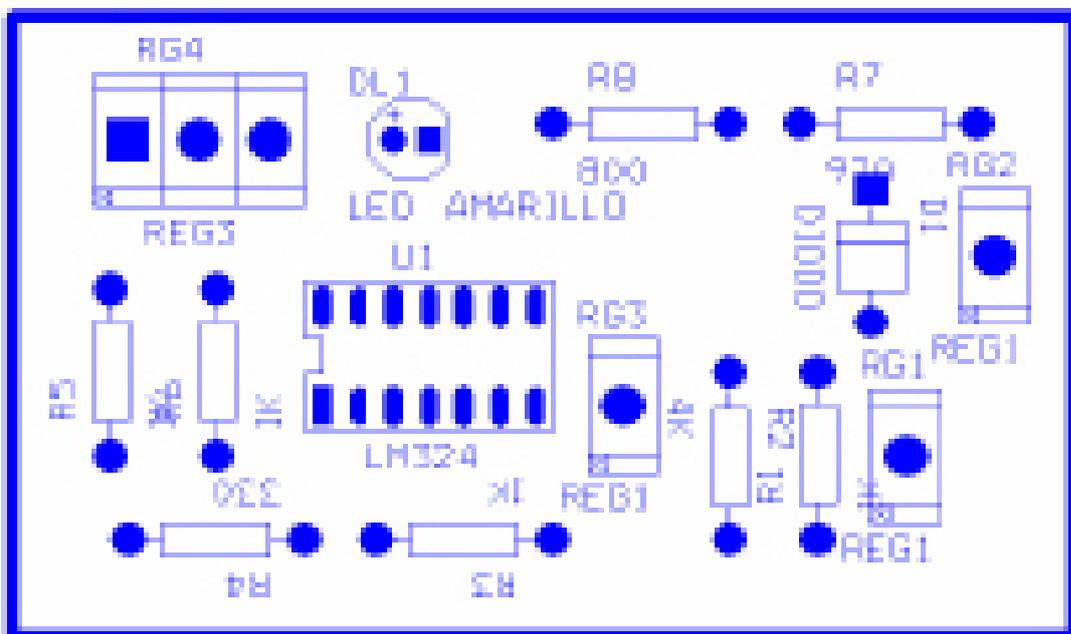
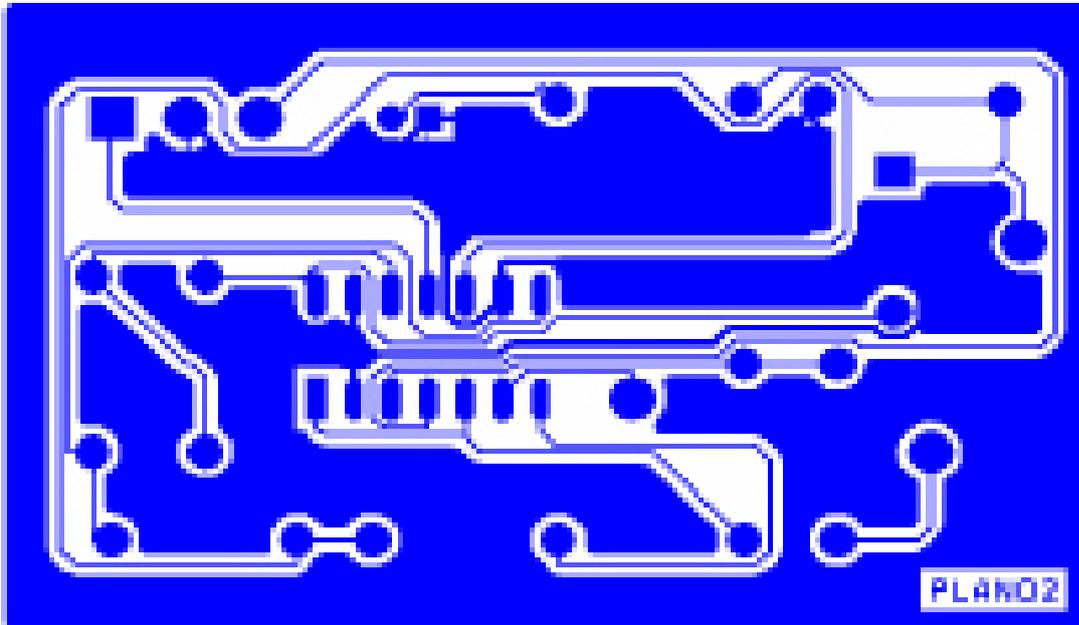


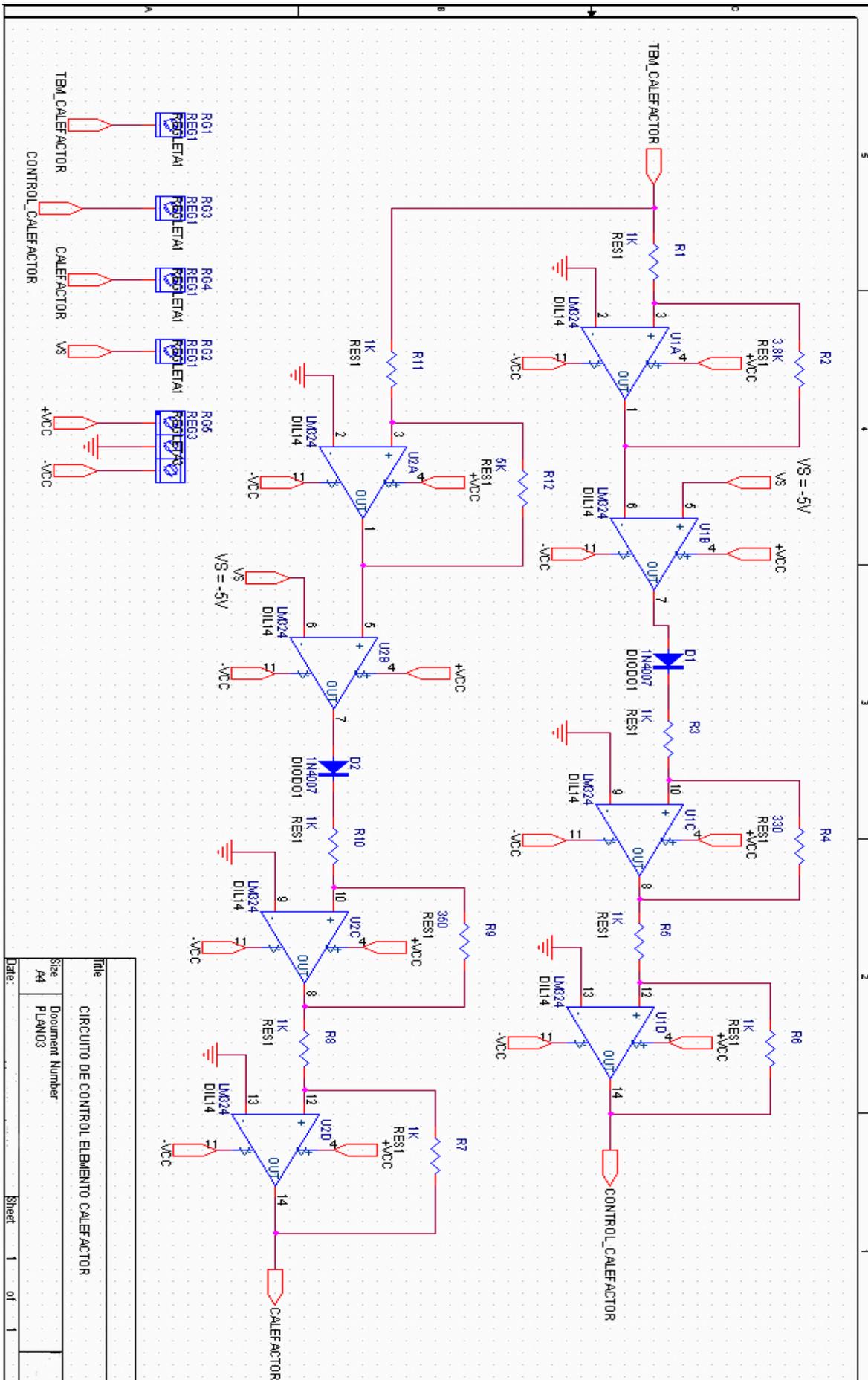
## **3. PLANOS**



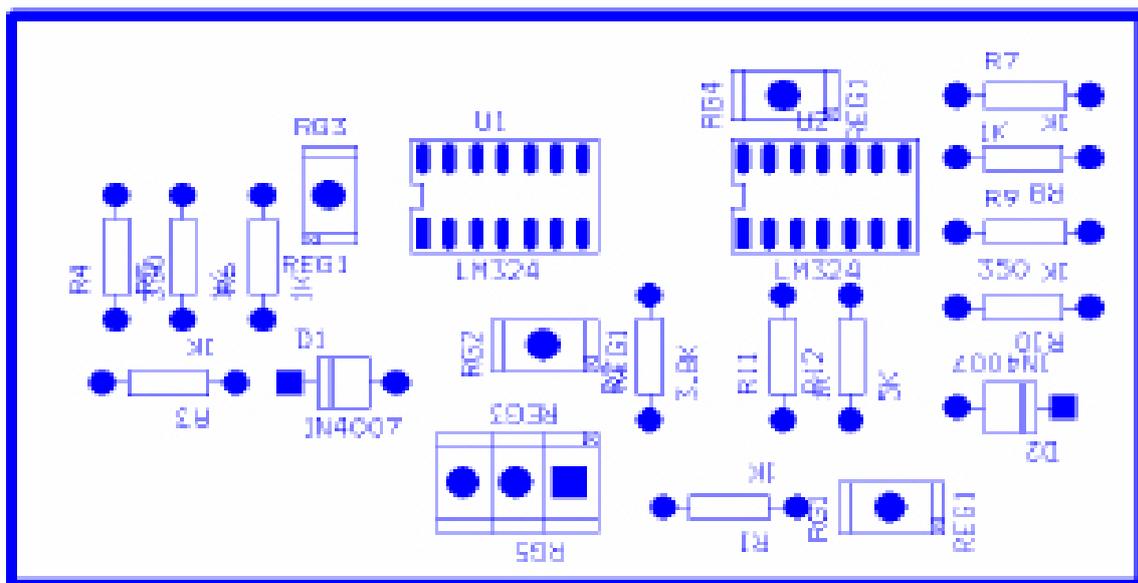
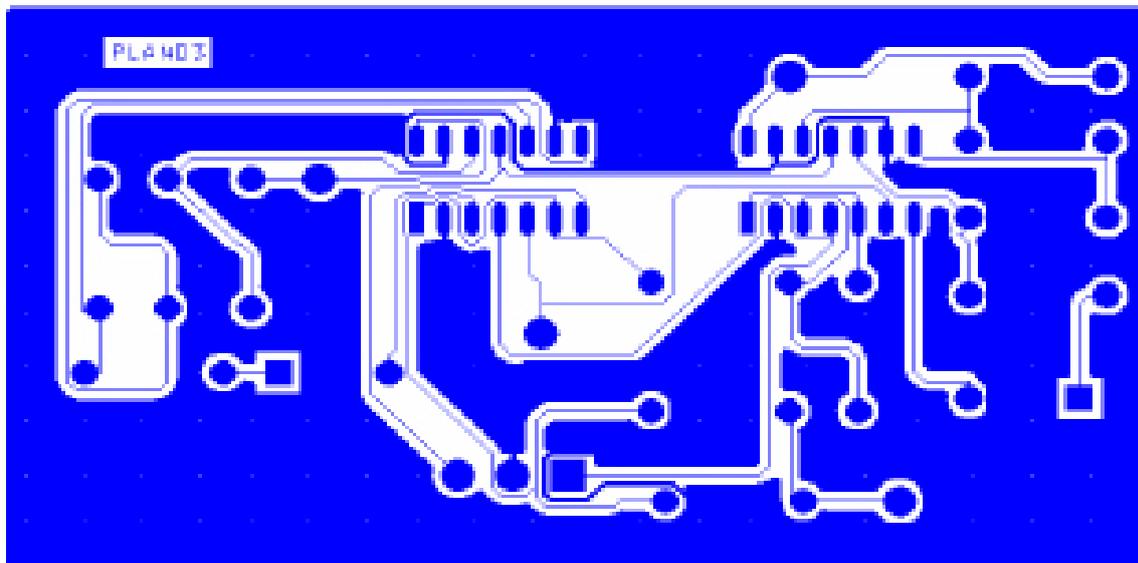


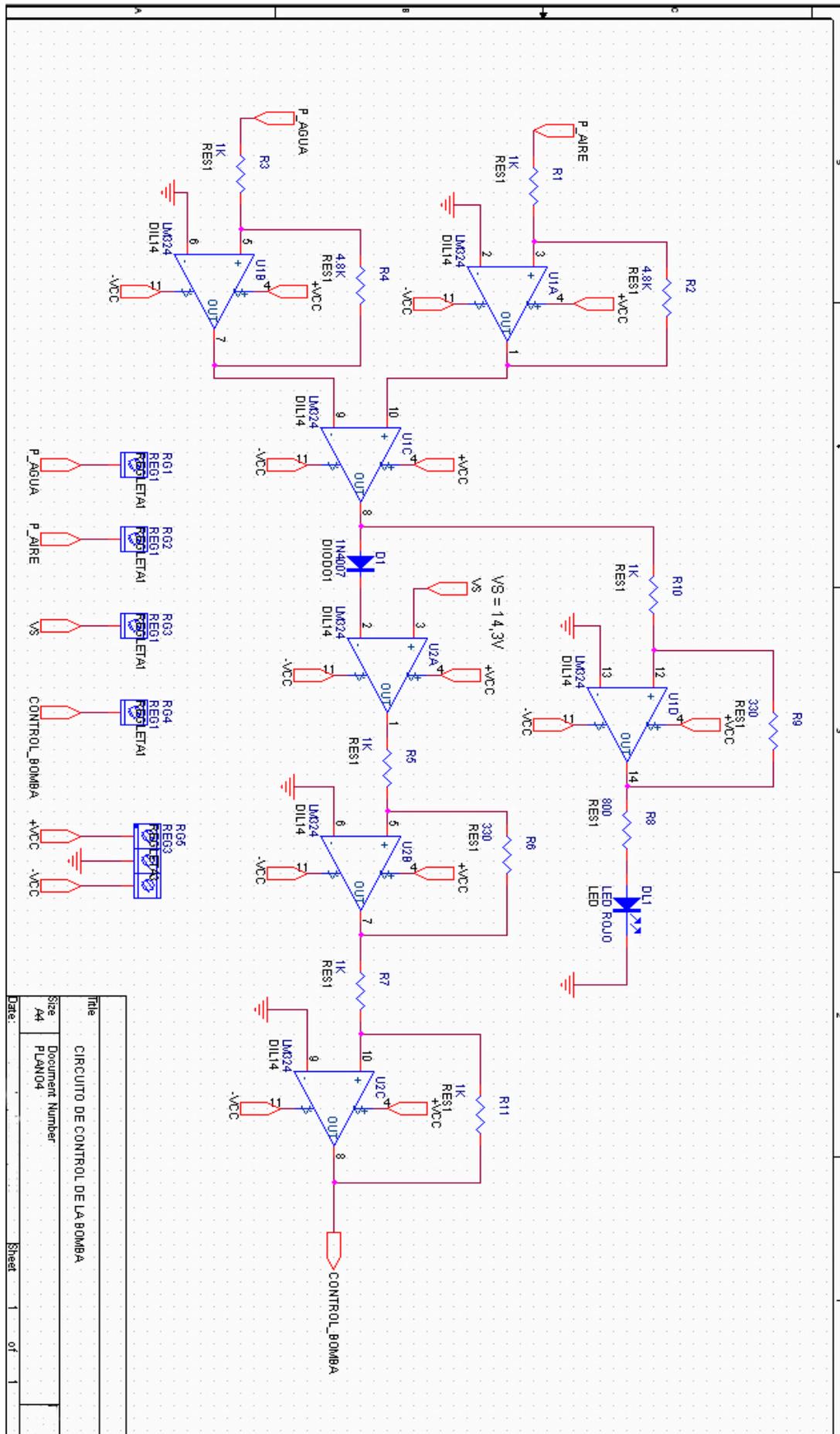




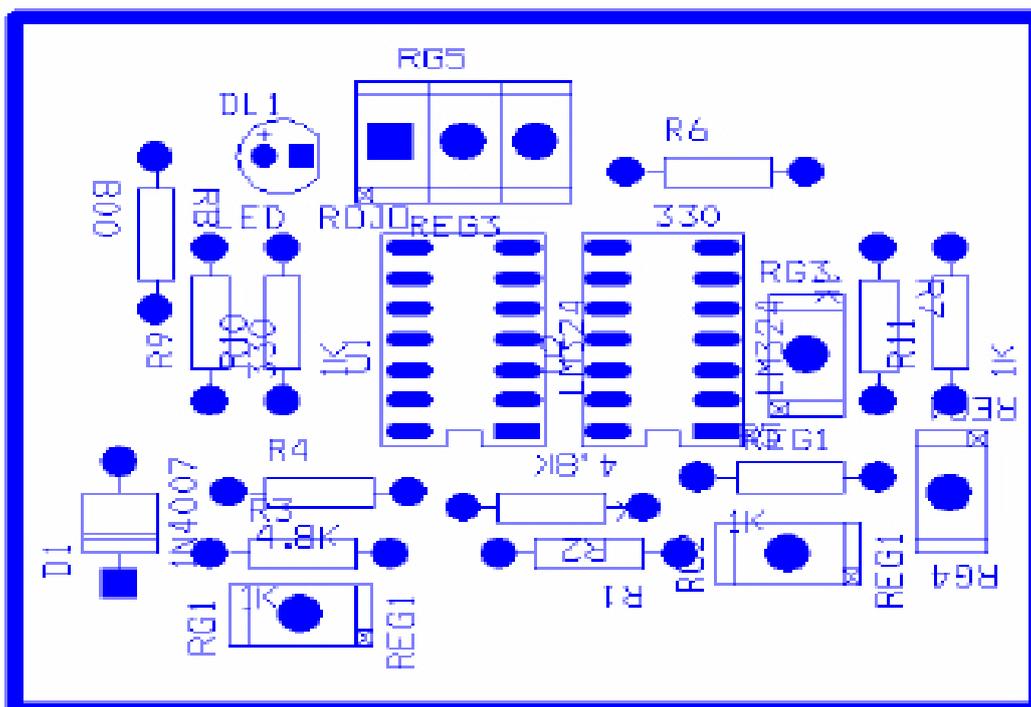
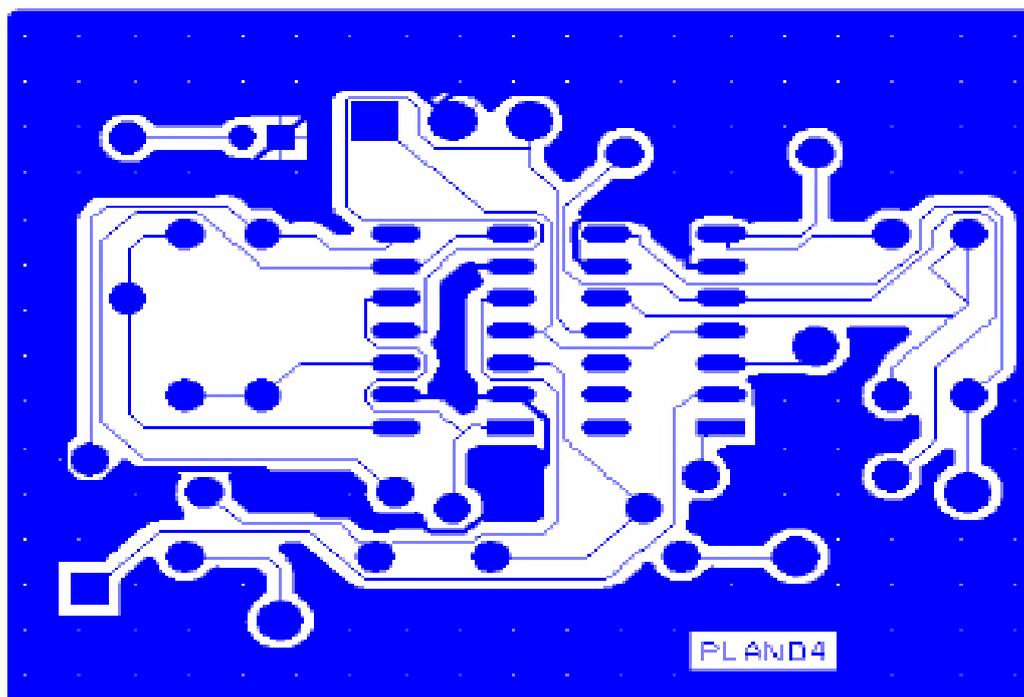


Title	CIRCUITO DE CONTROL ELEMENTO CALEFACTOR
Size	Document Number
A4	PLAN03
Date:	Sheet 1 of 1



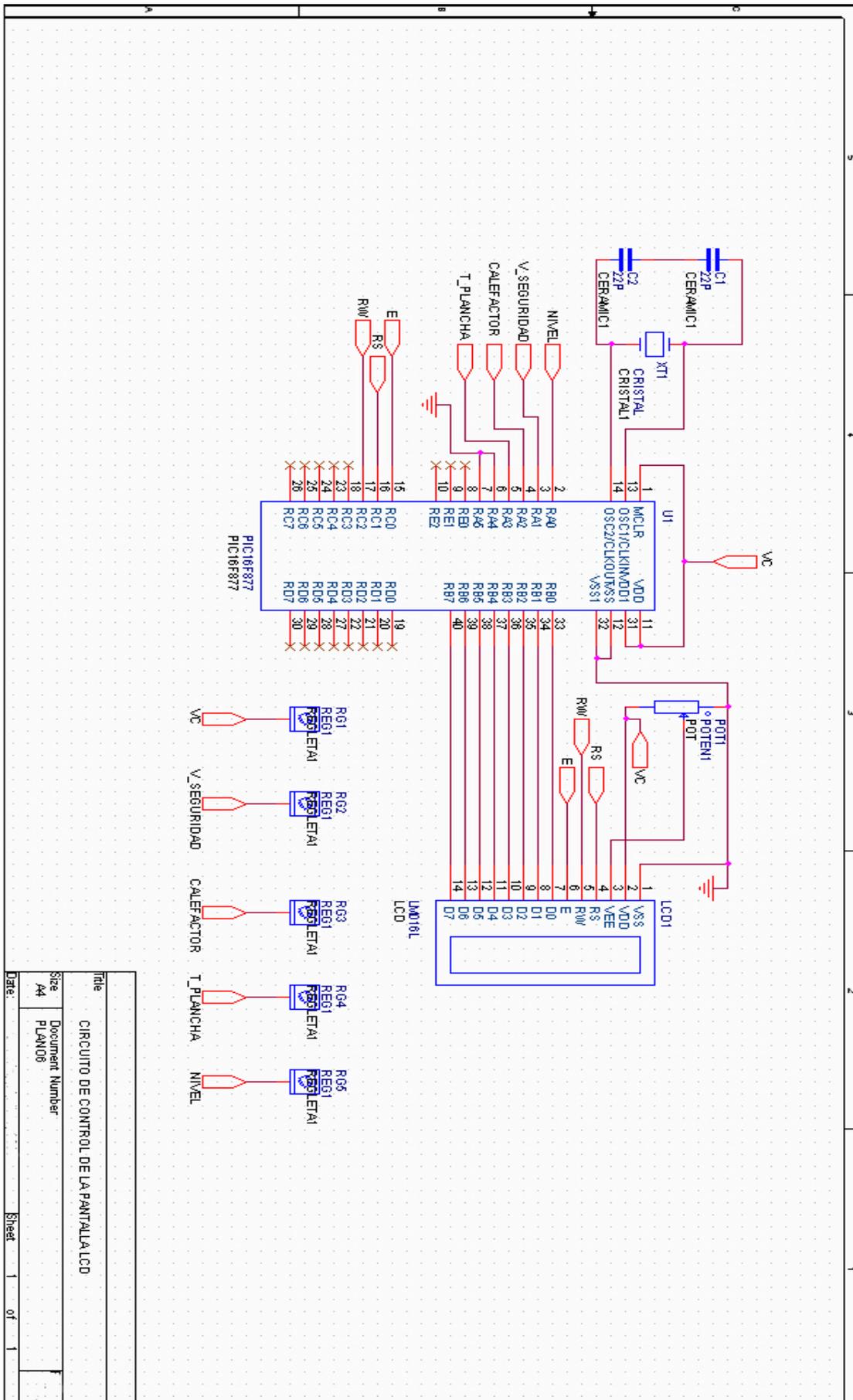


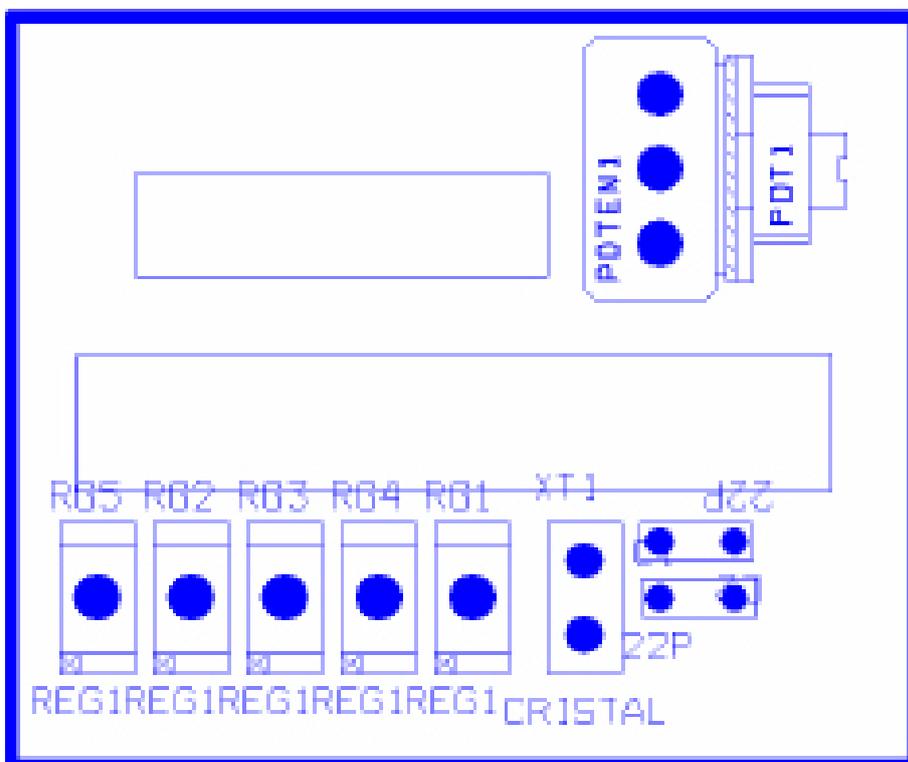
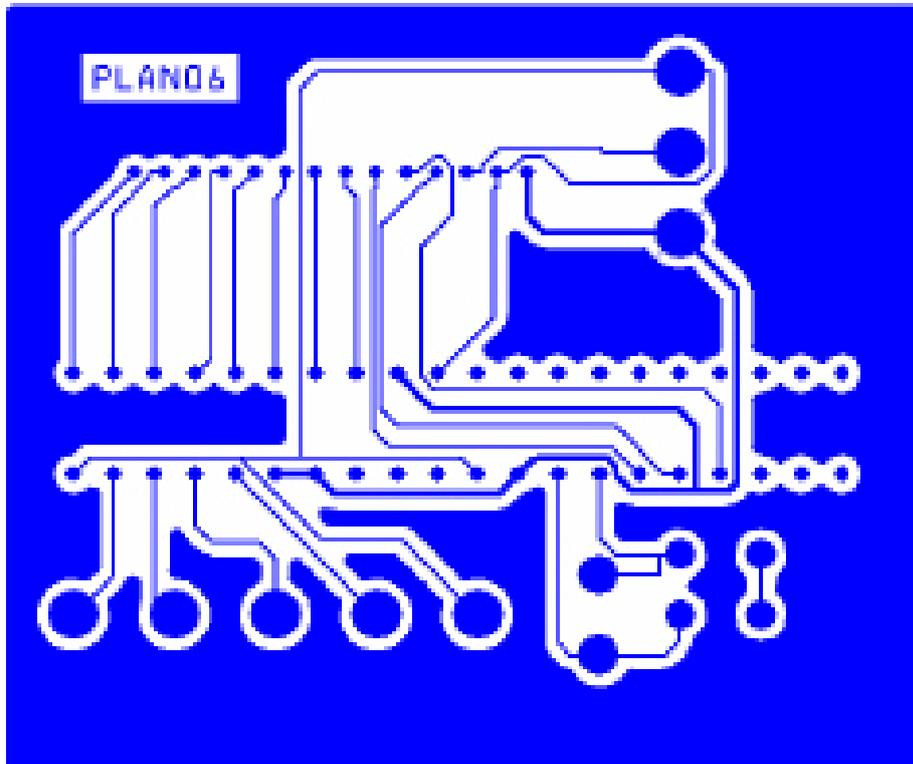
Title	CIRCUITO DE CONTROL DE LA BOMBA
Size	44
Document Number	PLAN04
Date:	
Sheet	1 of 1

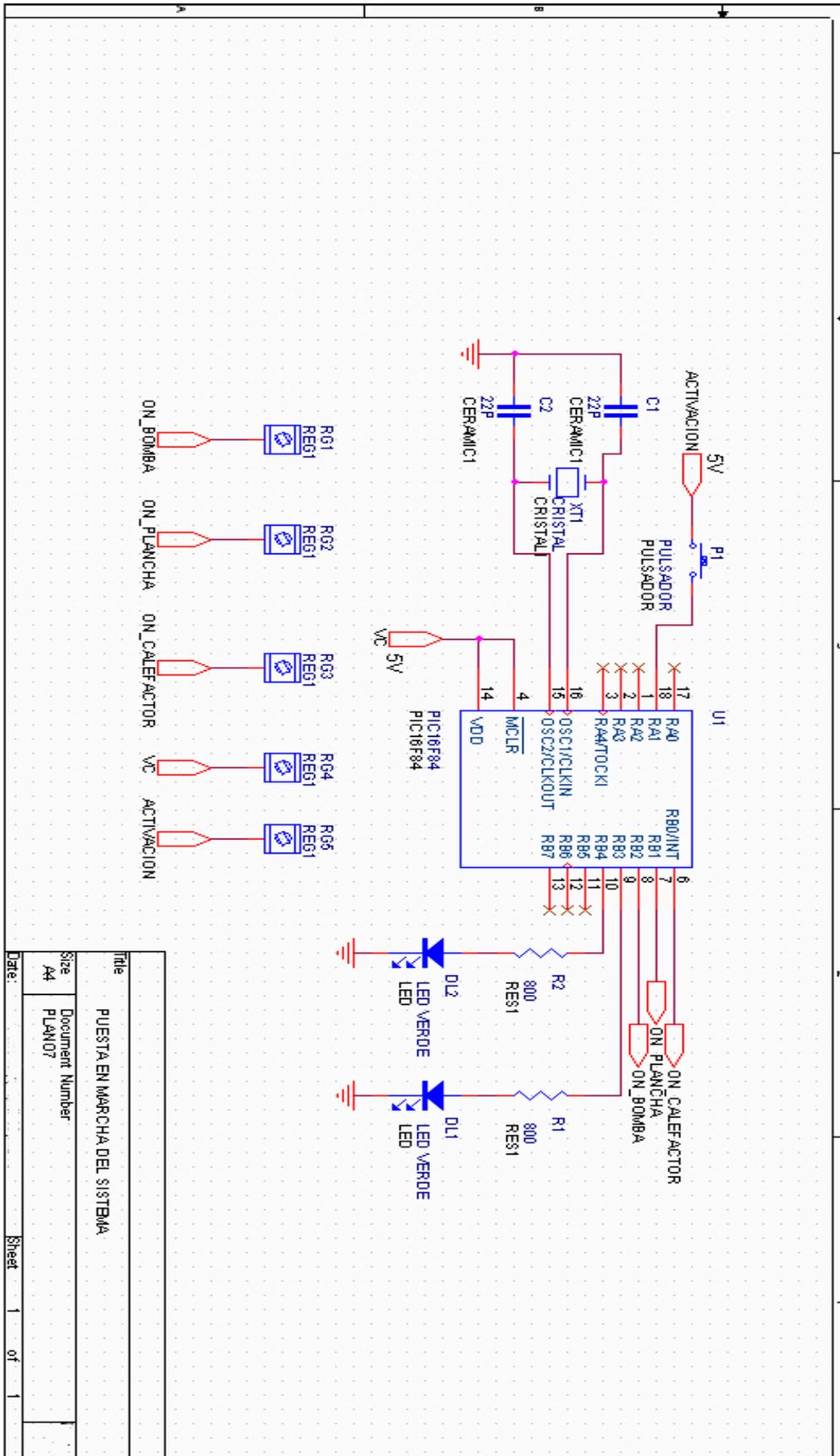




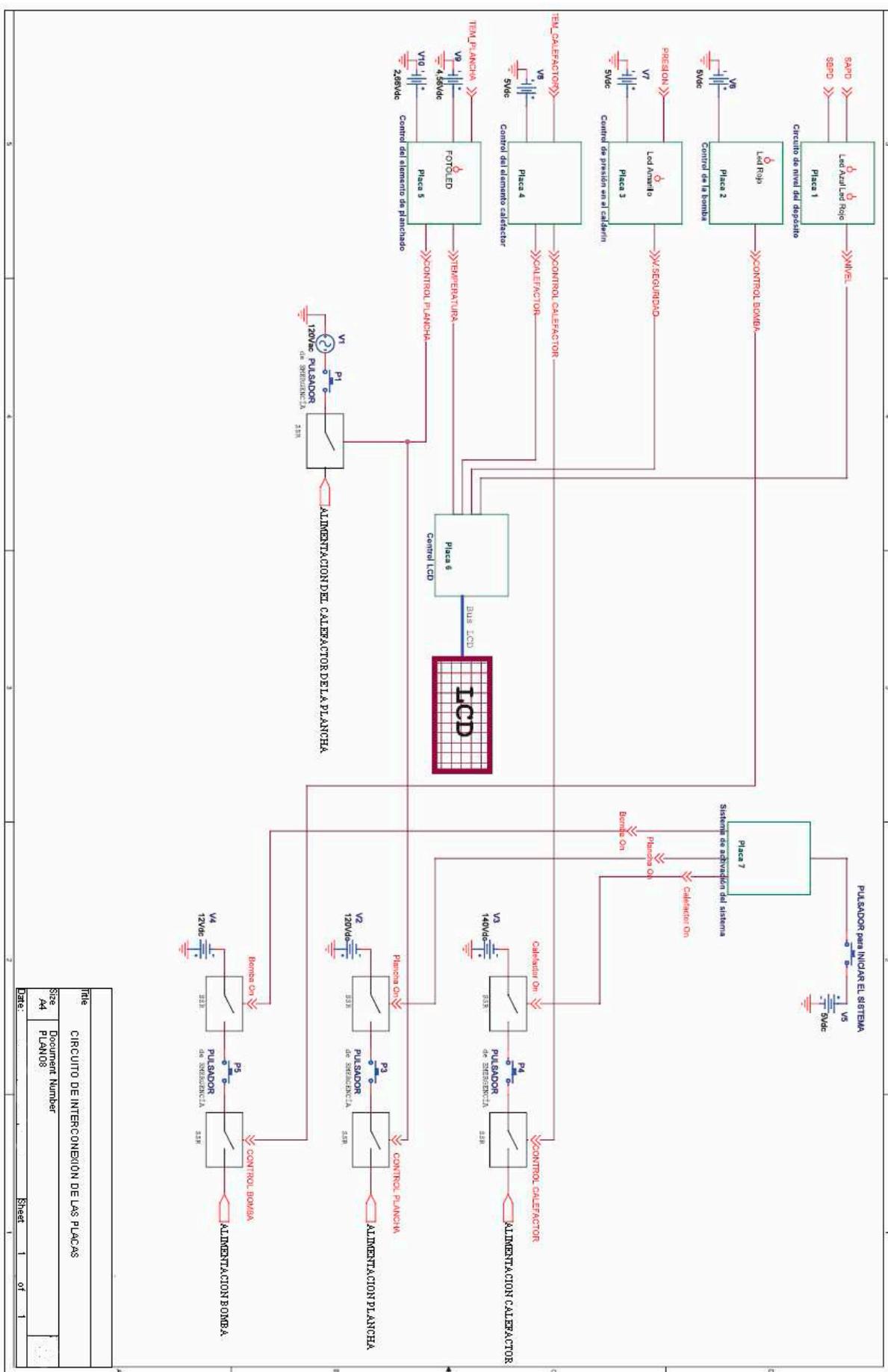












File	CIRCUITO DE INTERCONEXION DE LAS PLACAS
Size	Document Number
Sheet	744
PLANOS	
Date:	Sheet 1 of 1



## 4. PRESUPUESTO



### 4. PRESUPUESTO GENERAL

A continuación mostramos el presupuesto desglosado del proyecto. En este se detallaran todos los componentes utilizados con sus respectivas referencias y precios incluyendo el IVA. Después de todo el desglose esta una tabla final con el resumen del coste de cada parte y del precio final del proyecto.

Resistencias			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
330	4	0.05€	0.2€
350	4	0.05€	0.2€
690	1	0.05€	0.05€
800	5	0.05€	0.25€
970	1	0.05€	0.05€
1K	32	0.05€	1.6€
3.8K	3	0.05€	0.15€
4K	3	0.05€	0.15€
4.8K	2	0.05€	0.1€
TOTAL			2.75€

Condensadores			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
22P Cerámico	4	0.1€	0.4€
TOTAL			0.4€

Diodos			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
1N4007	7	0.3€	2.1€
TOTAL			2.1€



<b>Potenciómetro</b>			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
10K R.Nominal	2	0.3€	0.6€
TOTAL			0.6€

<b>Led</b>			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
Azul	1	0.8€	0.8€
Amarillo	1	0.15€	0.15€
Naranja	1	0.15€	0.15€
Verde	3	0.15€	0.45€
Rojo	2	0.15€	0.30€
TOTAL			1.85€

<b>Amplificador Operacional</b>			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
LM124	4	0.05€	0.2€
LM139	4	0.05€	0.2€
TOTAL			2.75€

<b>Sensores</b>			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
LM35	2	2.5€	2.5€
DMP331	3	5.75€	5.75€
TOTAL			8.25€



Relé Sólido			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
AQ8	6	6.2€	37.2€
TOTAL			37.2€

PIC			
Tipo	Nº Componentes	Precio de unidad	Precio total
16F877	1	15.50€	15.50€
16F84	1	11.65€	11.65€
TOTAL			27.15€

Cristal de Cuarzo		
Tipo	Nº Componentes	Precio total
OSC4M	1	6.5€

Resistencia Calefactora		
Tipo	Nº Componentes	Precio total
RCE016	1	10.5€

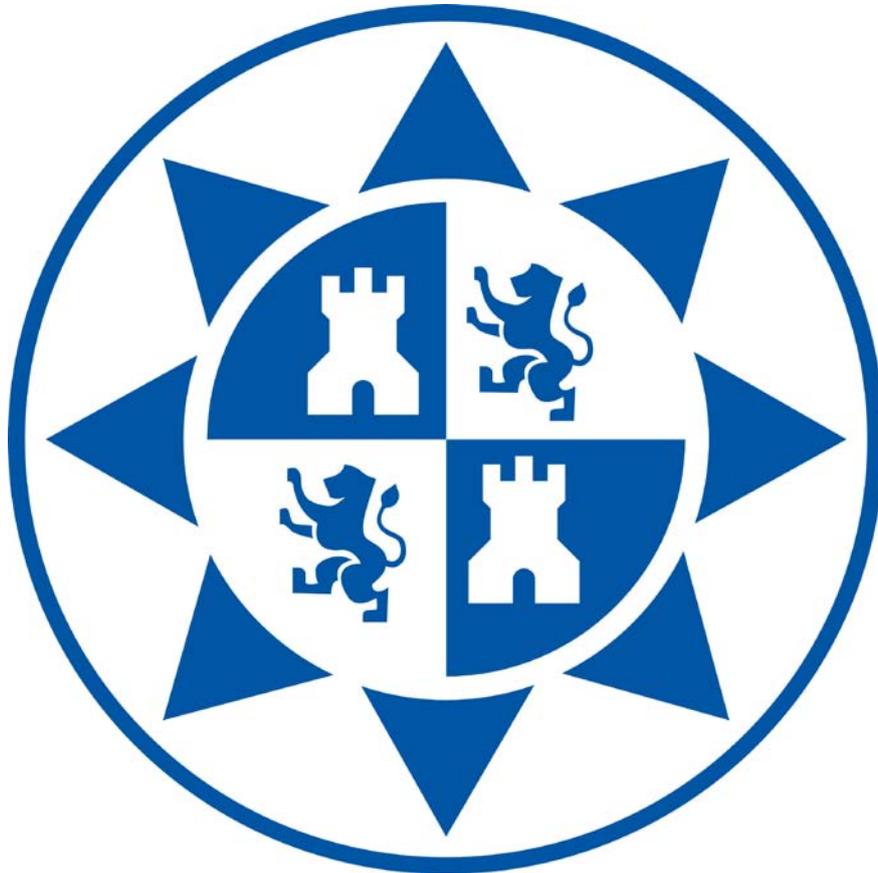
Elemento Calefactor		
Tipo	Nº Componentes	Precio total
Placa de Mica	1	40€

Bomba Centrifuga		
Tipo	Nº Componentes	Precio total
Multicelular Serie MS	1	236€



<b>Montaje del sistema</b>			
Operación	Tiempo (h)	Precio operario (h)	Precio total
<b>Montaje eléctrico</b>	14	20€	280€
<b>Programación PIC's</b>	4	20€	80€
<b>Puesta a punto</b>	5	30€	150€
		<b>TOTAL</b>	<b>510€</b>

<b>TOTAL SISTEMA</b>	
Partes	Precio
<b>Componentes</b>	376.05€
<b>Montaje del sistema</b>	510€
	<b>TOTAL SIN MONTAJE</b> 376.05€
	<b>TOTAL CON MONTAJE</b> 886.05€



## 5. ANEXOS



### 5.1 CODIGO FUENTE DEL DISPOSITIVO LCD.

A continuación adjuntamos el código fuente del programa. Está escrito en ensamblador.

A lo largo del código hay una serie de comentarios los cuales estarán delimitados mediante “;”.

La estructura es sencilla. La primera columna corresponde a las etiquetas con las cuales definimos los registros. La columna central contiene las instrucciones seguidas del registro sobre las que han de actuar.

```
LIST P=16F877
RADIX HEX
TMR0 EQU 01
; Declaramos los registros. Para ello definimos una serie de etiquetas que están situadas en la
; primera columna, y luego invocamos la instrucción EQU seguida de un número para asignar
; el ; registro.
PLC EQU 02
STATUS EQU 03
PORTA EQU 05
PORTB EQU 06
PORTC EQU 07
PORTD EQU 08
PORTE EQU 09
INTCON EQU 0B
ADRESH EQU 1E
ADCON0 EQU 1F
LCD_RS EQU 0
LCD_RW EQU 1
LCD_E EQU 2

RETARD_1 EQU 20
RETARD_2 EQU 21
CONT_1 EQU 22
CONT_2 EQU 23
ORG 00 ; Comienzo del programa.
CLRF PORTA ; Seteamos los pines de las puertas a 0
CLRF PORTB
CLRF PORTC
CLRF PORTD
MOVLW 0XFF ; Definimos los pines de A como inputs
MOVWF PORTA
BSF STATUS,5 ; Seteamos a 1 el bit de registro
MOVLW B'00000000' ; STATUS (cambio banco1)
MOVWF PORTC ; a cero la salida (PORTC)
MOVLW B'00000000'
MOVWF PORTB ; a cero la salida (PORTB)
BCF STATUS,5
; a 1 el bit del registro
;STATUS (cambio banco0)
CALL TIME_1 ; iniciamos la configuración de
MOVLW B'00110000'
; la pantalla LCD CALL LCD_1
MOVLW B'00111000'
; LCD_1 sirve para indicar que el
```



```
;CALL LCD_1 ; código que da es una Instrucción

MOVLW B'00001110'
CALL LCD_1
MOVLW B'00000110'
CALL LCD_1
INICIO      CALL TIME_2
MOVLW B'10000000'
; comenzamos escribiendo en
;CALL LCD_1 ; la dirección0 de la DDRAM
MOVLW B'01000001' ; escribimos AGUA
CALL LCD_C
MOVLW B'01000111'
CALL LCD_C
MOVLW B'01010101'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000001'
CALL LCD_C
BTFS PORTA,0 ; salta si el bit0 de PUERTA es 1
CALL FALTA_AGUA
CALL AGUA_OK
CALEF      CALL TIME_2
MOVLW B'10010000' ; ir dirección 16 de la DDRAM
CALL LCD_1
MOVLW B'01000011' ; escribimos CALEFACTOR en
CALL LCD_C ; la segunda fila

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
BTFS PORTA,2 ; salta si el bit2 de PUERTA es 1
CALL NO_CALILT
CALL CAL_OK
PLANCHA    CALL TIME_2
MOVLW B'11000000' ; vamos a la dirección 64 de la
CALL LCD_1 ; DDRAM (cuarta fila)
MOVLW B'01010100' ; escribimos por pantalla ;PLANCHA
CALL LCD_C
MOVLW B'00101110'
CALL LCD_C
MOVLW B'01010000'
CALL LCD_C
MOVLW B'01001100'

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 ; salta cuando bit3 de PUERTA es 0
CALL TEMP_OK
CALL NO_TEMP
PRESION CALL TIME_2
MOVLW B'11010000' ; ir a la dirección80 de la DDRAM
CALL LCD_1 ; (tercera fila)
MOVLW B'01010000' ; escribimos en pantalla PRESION
CALL LCD_C
MOVLW B'01010010'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000101'
CALL LCD_C
MOVLW B'01010011'

LCD_C
MOVLW B'01001001'
CALL LCD_C
MOVLW B'01001111'
CALL LCD_C
MOVLW B'01001110'
CALL LCD_C
BTFSS PORTA,1 ; salta si bit1 PUERTA es cero, es
CALL PRESION_OK ; decir, si el sensor de presión
CALL NO_PRESION ; detecta que no se ha alcanzado la
CALL TIME_1 ; presión de planchado
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

LCD_C RETURN
BSF PORTC,LCD_RS
BCF PORTC,LCD_RW
BSF PORTC,LCD_E
MOVWF PORTB
```



```
BCF PORTC,LCD_E
CALL TIME_2
RETURN
AGUA_OK    MOVLW B'10000101' ; ir a la dirección 5 de la DDRAM
           CALL LCD_1 ; (primera línea)
           MOVLW B'01001111'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01001011'
           CALL LCD_C
           GOTO CALEF
AGUA_MIN   MOVLW B'10001001' ; ir a la dirección 9 de la DDRAM
           CALL LCD_1 ; (primera línea)
           MOVLW B'01000110'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01000001'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01001100'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01010100'

           CALL LCD_C
           MOVLW B'01000001'
           CALL LCD_C
           GOTO CALEF
CAL_OK     MOVLW B'10011000' ; ir a la dirección 24 de la DDRAM
           CALL LCD_1 ; (segunda línea)
           MOVLW B'01001111'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01001011'
           CALL LCD_C
           GOTO PLANCHA
NO_CALINT  MOVLW B'10011001' ; vamos a la dirección 27 de la
           CALL LCD_1 ; DDRAM (segunda fila)
           OVLW B'01000110' ; escribimos por pantalla FALLA
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01000001'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01001100'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01001100'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01000001'
           CALL LCD_C
           GOTO PLANCHA
TEMP_OK    MOVLW B'11001010' ; vamos a la dirección 74 de la

           CALL LCD_1 ; DDRAM (cuarta fila)
           MOVLW B'01001111'
           CALL LCD_C
           MOVLW B'01001011'
           CALL LCD_C
           GOTO PRESION
NO_TEMP    MOVLW B'11001100' ; vamos a la dirección 76 de la
```



```
CALL LCD_1 ; DDRAM (cuarta fila)
MOVLW B'01000010' ; escribimos por pantalla BAJA
CALL LCD_C
MOVLW B'01000001'
CALL LCD_C
MOVLW B'01001010'
CALL LCD_C
MOVLW B'01000001'
CALL LCD_C
GOTO PRESION
PRESION_OK      MOVLW B'11011000' ; vamos a la dirección 88 de la
CALL LCD_1 ; DDRAM (tercera fila)
MOVLW B'01001111'
CALL LCD_C
MOVLW B'01001011'
CALL LCD_C
GOTO INICIO
NO_PRESION     MOVLW B'11011100' ; vamos a la dirección 92

CALL LCD_1 ; de la DDRAM (tercera fila)
MOVLW B'01000001' ; escribimos por pantalla "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
```

## 5.2 CODIGO FUENTE DEL ACCIONAMIENTO DEL SISTEMA

A continuación adjuntamos el código fuente que se encarga de accionar todo el sistema.

```
LIST P=16F84
RADIX HEX
TMR0      EQU 01 ; declaramos los 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
```



INICIO	BCF STATUS,5 CALL TIME1 GOTO INICIO BTFSS PUERTAA,1 CALL APAGA CALL ENCIENDE
TIME1 MOVWF CONT_1	MOVLW RETARD_1
APAGA	RETURN MOVLW B'00000000' MOVWF PUERTAB GOTO INICIO
ENCIENDE	MOVLW B'11111000' MOVWF PUERTAB GOTO INICIO END

### 5.3 VISION GENERAL DE LA PROGRAMACION ESCRITA

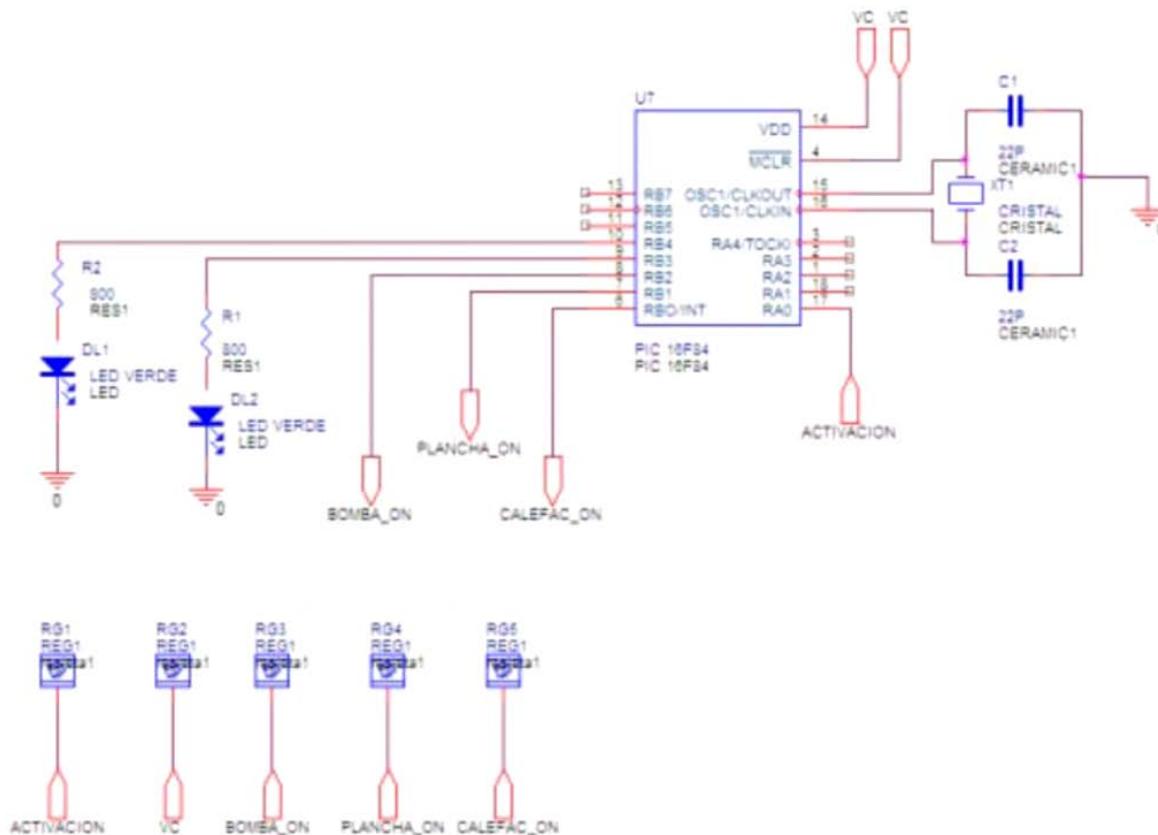
Como hemos dicho, el sistema está programado bajo el PIC 16F84, este estará conectado a un pulsador que activa el sistema.

Al accionar el pulsador el micro controlador se alimenta con un nivel de tensión alto, es decir 5V, lo que equivale a un 1 en el pin RA0.

Estando en nivel alto la patilla RA0 se activan la bomba, la plancha y el calefactor así como los LEDS L1 y L2. Esto avisa al usuario de que el sistema se encuentra en funcionamiento.

Cuando el pulsador se encuentra desactivado, la tensión en la patilla RA0 será 0V o lo que es lo mismo, un nivel bajo. Con lo cual los dispositivos comentados anteriormente se desactivaran.

Los LEDS L1 y L2 se apagarán, avisando al usuario de que el sistema se encuentra desconectado.



### 5.4. BIBLIOGRAFIA.

A lo largo del proyecto tuve que hacer uso de diversos libros. A continuación expongo aquellos que sirvieron para el desarrollo del proyecto:

- Nombert R. Malik, Circuitos Electrónicos Editorial Prentice Hall, edición 1996.
- Rashid M. H, Electrónica de Potencia. Editorial Prentice Hall, edición 1993.
- Todo ello obtenido de la biblioteca de la Universidad Politécnica de Cartagena.
- Las webs más importantes que visité fueron las siguientes:  
[www.microchip.com](http://www.microchip.com)  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)  
[www.bdsensors.com](http://www.bdsensors.com)  
[www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)