



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

PROYECTO FIN DE CARRERA

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

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN ELECTRÓNICA
Alumno: JAVIER LÓPEZ MIÑANO
Director: PEDRO DÍAZ HERNÁNDEZ

Cartagena, 19 de Septiembre de 2013

ÍNDICE

I.	MEMORIA	
	1. Introducción.....	2
	2. Normativa.....	2
	3. Descripción del sistema de planchado.....	2
II.	PLIEGO DE CONDICIONES	
	1. Elementos del sistema	
	1.1 Depósito.....	9
	1.2 Calderín.....	12
	1.3 Plancha.....	19
	1.4 Bomba de impulsión.....	22
	1.5 Tuberías	25
	1.6 Pantalla	28
	2. Aguas	
	2.1 Tratamiento de aguas.....	34
	2.2 Problemas con el agua.....	36
	2.3 Equipos de tratamiento del agua.....	37
	3. Puesta en marcha	
	3.1 Activación de la bomba	38
	3.2 Activación de la plancha.....	38
	3.3 Activación del elemento calefactor.....	39
	4. Seguridad	
	4.1 Medidas de seguridad.....	39
	4.2 Seguridad y protección del operario.....	39
	4.3 Mantenimiento de la instalación.....	40
	4.4 Tareas de mantenimiento.....	40
	5. Condiciones.....	40
III.	PRESUPUESTO.....	46
IV.	PLANOS.....	48
V.	ANEXO	
	1. Programación pantalla LCD.....	60
	2. Programación puesta en marcha.....	66
	3. Bibliografía.....	67

I.MEMORIA

1. Introducción

En este Proyecto Fin de Carrera abordaremos el diseño de una tarjeta de control para un sistema de planchado industrial. Se describirán las características funcionales del sistema de planchado en varias partes, se presentarán los circuitos y cálculos necesarios cumpliendo con la normativa, para llevar a cabo su elaboración y dar solución al problema propuesto.

2. Normativa

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

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

Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.

3. Descripción del sistema de planchado

3.1 Funcionamiento

Vamos a automatizar el sistema para producir vapor en una caldera de 5 litros de capacidad a 3.5 bares de presión. Este vapor será suministrado a la plancha para proceder al planchado de los diferentes tejidos.

Una vez realizadas las comprobaciones correspondientes en el sistema se introduce una cantidad de agua a la caldera que es evaporada mediante un elemento calefactor.

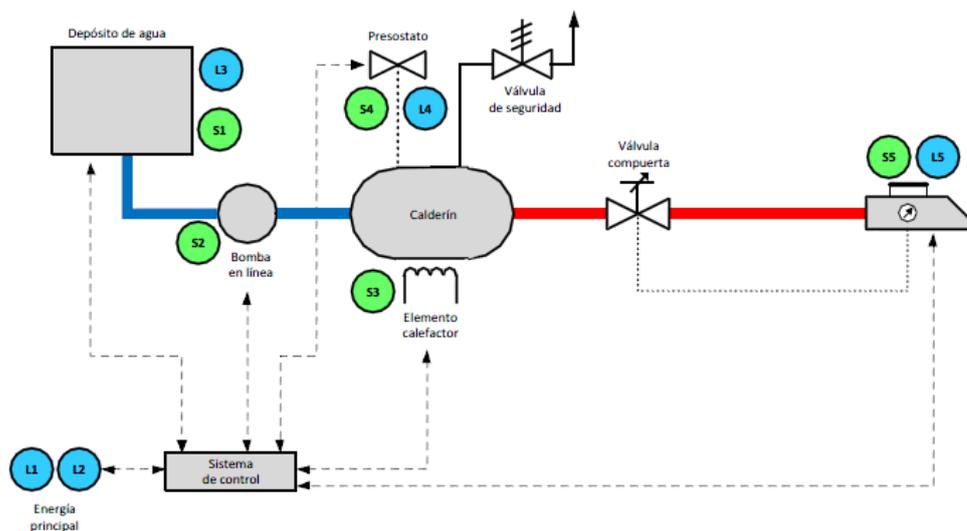
Una vez que el vapor alcanza la presión adecuada el sistema está preparado para suministrar este vapor a la zona de planchado.

Para detectar averías en el sistema de planchado se han colocado una serie de sensores que nos previenen de un mal funcionamiento del sistema.

El sistema contiene los siguientes elementos:

- Depósito de agua
- Sensores
- Calderín
- Plancha
- Bomba y elementos de conexión
- Actuadores
- Sistema de control
- Indicadores

3.2 Esquema de funcionamiento:



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

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

Así mismo, existen cinco indicadores visuales:

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

3.3 Depósito de agua

El depósito de agua tiene como función proporcionar agua a la caldera. Al trabajar la caldera con una cantidad de 5 litros, nuestro depósito será de 200L, de modo que en caso de corte en el suministro de agua, nos permita seguir trabajando de manera regular. El depósito será de polietileno y el agua almacenada en él destilada para acumular la menor cantidad de cal posible.

3.4 Sensores

- **Sensor de nivel**

El sensor de nivel se encargará de controlar el nivel en el depósito y en el calderín, detectando cuando alcanza un límite preestablecido de agua. Hemos elegido un sensor de nivel de presión.

- **Sensor de presión**

Los sensores de presión utilizados en este proyecto se encargarán de regular la presión del interior del calderín (de estos sensores depende que, por motivos de seguridad la presión no exceda de 5 bares), en el caso de que en el calderín alcanzase la presión máxima, se activará la válvula de seguridad.

- **Sensor de temperatura**

En este proyecto necesitaremos controlar la temperatura del elemento calefactor situado en el calderín y la temperatura del elemento de planchado.

Utilizaremos dos sensores que nos darán una salida de tensión proporcional a la temperatura medida tanto en el elemento calefactor del calderín como en la plancha.

3.5 Calderín

El calderín contará con una capacidad de 5 litros y un volumen de 8dm³. El aislamiento será de gran importancia, por lo que el calderín estará pintado exteriormente con una capa de imprimación antioxidante y otra capa de pintura antitérmica. Estará recubierto por una manta de lana de roca sin aglomerar con soporte de malla de acero galvanizado, recubierta a su vez por una envolvente de chapa galvanizada.

Para la producción del vapor a presión usaremos un elemento calefactor que calentará el agua del interior del calderín. Este dispositivo estará en el interior del calderín y conectado al sistema de control, el cual controlará su activación y desactivación.

Para esa función utilizaremos, por seguridad, una resistencia calefactora diseñada para un funcionamiento permanente.

3.6 Plancha

La plancha que forma parte de este sistema de planchado estará alimentada por una fuente de vapor la cual podrá ser controlada manualmente por el operario mediante un pulsador.

Por otra parte, los materiales de la plancha serán los más adecuados para su mejor deslizamiento y la temperatura de esta será controlada por un elemento calefactor que podrá ser regulado por un termostato para garantizar su funcionamiento.

3.7 Bomba y elementos de conexión

La función de la bomba es impulsar y transportar el agua desde el depósito al calderín. De esta manera proporcionamos un caudal adecuado para alimentar la caldera sin problemas. Dispondremos de un detector de nivel en el calderín, el cual actuará sobre la bomba dependiendo de las necesidades de éste.

Para suministrar agua a la bomba y así poder alimentar el calderín utilizamos una red de tuberías. Todas las tuberías para servicios a presión se diseñan para resistir una presión hidrostática interna específica. Esta es la presión nominal PN, que indica la máxima presión de trabajo a la cual la red (sistema) completa puede ser sometida en operación continua a una determinada temperatura.

3.8 Actuadores

- **Válvula de seguridad**

Es una parte importante del sistema, ya que de ella depende la expulsión de la presión en caso de superar el límite establecido. Deberá cumplir con todas las medidas de seguridad necesarias para que durante su activación no provoque daños a los operarios o al resto de componentes del sistema.

- **Electroválvula**

La función de la electroválvula será la de controlar el flujo de vapor a través de la tubería que une el calderín con la plancha. El accionamiento de esta válvula se hará de forma manual.

3.9 Sistema de control

Para este proyecto utilizaremos un microcontrolador programado en C. Los microcontroladores son componentes muy versátiles y eficientes para el control de sistemas electrónicos.

Dispondremos de un microcontrolador 16F877 que será el encargado de controlar la pantalla LCD mediante las instrucciones dadas y un microcontrolador 16F84 que controlará el accionamiento del sistema.

3.10 Indicadores

- **Leds**

Se utilizarán Leds de varios colores para indicar el estado de cada parte del sistema. A continuación clasificamos los colores de cada led:

- Led naranja: Indicarán la activación del elemento calefactor de la caldera y del elemento de planchado.

-Led amarillo: Indicará que se ha alcanzado la presión máxima en el calderín.

- Led verde: Indicará que se ha alcanzado la temperatura por el elemento de planchado.

- Leds rojos: Son alarmas de las distintas partes del sistema.

- Led azul: Indicará la falta de agua en el depósito.

- **Pantalla LCD**

Las pantallas de cristal líquido LCD (Liquid Cristal Display) tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica.



En este proyecto utilizaremos una pantalla LCD 4x16 retroiluminada. Esta contiene un módulo microcontrolado capaz de representar 4 líneas de 16 caracteres cada una. Para el control de esta pantalla se utilizará un microcontrolador que nos permitirá mostrar por pantalla el estado de nuestro sistema.

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

- T. PLANCHA BAJA: Avisa de que aún no se ha alcanzado la temperatura adecuada de planchado (70°C).
- T. PLANCHA OK: Avisa que se ha alcanzado una temperatura adecuada de planchado y que esta es menor de 120 °C.
- PRESIÓN BAJA: Avisa que la presión alcanzada en el calderín es correcta y que, por lo tanto, no se ha activado la válvula de seguridad.
- PRESIÓN OK: Indica que la presión del calderín es la adecuada. Por motivos de seguridad, es recomendable iniciar el planchado cuando la presión del calderín sea la adecuada.

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

- AGUA OK: Indica que el nivel de agua del depósito es el adecuado.

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

- CALED.OK: Se ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición (100°C) y por lo tanto, la producción de vapor será correcta.

II. PLIEGO DE CONDICIONES

1. ELEMENTOS DEL SISTEMA

1.1 Depósito

El depósito de agua tendrá una capacidad de 200 litros, teniendo de este modo una reserva de agua en caso de corte del suministro. Sus dimensiones serán 95 cm de altura y 55 cm de diámetro.

El depósito está fabricado en polietileno y contará con una salida para el intercambio de agua entre el depósito y el calderín.

-Control de nivel de agua

Para controlar el nivel de agua en el depósito disponemos del sensor de nivel. Para este proyecto se ideará un sensor de nivel mediante sensores de presión. Estos sensores de presión compararan la presión la presión del sensor sumergido con el sensor que se encuentra fuera del nivel del agua. *Según el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1, el nivel mínimo del agua en el interior de una caldera debe mantenerse por lo menos 70 milímetros más alto que el punto más elevado de la superficie de calefacción.* Para cumplir esta condición situaremos nuestro nivel mínimo a 70 milímetros de la base del calderín. Utilizando estos sensores para controlar el nivel mínimo de agua en el depósito los situaremos uno fuera del agua y otro a 70 milímetros de la base del depósito.

- **Sensor de presión del aire**

A continuación explicaremos las funciones de los sensores de presión, al sensor situado fuera del agua se le ha llamado *Sensor de presión en Aire (SPA)*. Este sensor medirá la presión en el interior del depósito. Este sensor nunca estará en contacto con el agua, para ello, lo situaremos en la parte superior del depósito.

Para medir la presión en el interior del depósito utilizaremos el sensor DMP 331. Este sensor nos proporcionará a la salida una tensión proporcional a la presión captada. Tiene un rango de medición entre 0 y 40 bares, y un rango de salida entre 0 y 10 V. Este sensor de presión estará alimentado con 12 Voltios. La presión máxima en el deposito es de 5 bares, para esta presión obtendríamos una tensión a la salida de 1.25V aproximadamente, ya que la salida de este sensor es lineal.

Los datos del sensor de presión a la los llevaremos a un amplificador operacional (U1) para trabajar con mayor comodidad. La fórmula de este amplificador es:

$$VSPA = -\left(\frac{R2}{R1}\right) \times VS, U1$$

Donde VS,U1 es la salida del sensor SPA. Queremos que a presión de 5 bares obtengamos de salida 5V, por lo tanto, suponiendo un R1 igual a 1kΩ:

$$R2 = \frac{5 \times 1000}{1.25} = 4 \text{ K}\Omega$$

Con estos cálculos obtendremos VSPA, la cual compararemos con el sensor de presión sumergido.

- **Sensor de presión en agua**

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

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

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

$$VSPAG = -\left(\frac{R4}{R3}\right) \times VS, U2$$

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

$$R4 = \frac{5 \times 1000}{1.25} = 4 \text{ K}\Omega$$

Una vez obtenida VSPAG la compararemos con VSPA.

- **Comparación de los dos sensores**

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

- Si la tensión VSPA es mayor que la tensión VSPAG, la salida del comparador será +15V.
- Si la tensión VSPA es menor que la tensión VSPAG, obtendremos a la salida del comparador -15V.
- Si ambas tensiones son iguales, obtendremos a la salida del comparador 0V.

Cuando los valores de las tensiones VSPA y VSPAG son distintos que el nivel de agua se encuentra entre el mínimo y el máximo del depósito. Sin embargo, cuando estas tensiones son iguales nos indicará que ambos sensores miden la misma presión, es decir, que ambos sensores se encuentran fuera del agua y que en el depósito no se ha alcanzado el nivel de agua mínimo.

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

$$V_{O,U5} = -\left(\frac{R_6}{R_5}\right) \times V_{COM}$$

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

$$V_{O,U5} = 5 + 0.7 = 5.7 \text{ V}$$

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

$$R_6 = \frac{5.7 \times 1000}{15} = 3800 \Omega$$

En este circuito, podremos obtener 2 salidas (VAGUA) posibles: +5V y 0V.

1.2 Calderín

- **Características**

Queremos un calderín que pueda almacenar 5 litros. Para este proyecto escogemos un calderín con forma rectangular, con un volumen de 8 litros. La caldera será de acero inoxidable, tendrá una producción de vapor de 14 hasta 27 kg/h, con una presión máxima de trabajo de 5 bar y un consumo de 3 kW.

- **Aislamiento**

El aislamiento térmico es una parte muy importante dentro de nuestro circuito, debemos realizar un estudio de nuestro sistema para optimizar el espesor del aislante, ya que demasiado aislante disipa muy bien en calor pero aumenta el costo final de nuestro proyecto. A continuación nombraremos las principales razones por las que debemos aislar un calderín:

- Ahorro en el consumo de energía reduciendo las pérdidas de calor a través de las paredes del calderín.
- Impedir las altas temperaturas de las zonas accesibles por los operarios, evitando posibles accidentes.
- Actuar de material de sellado en caso de pérdidas de presión.

Para minimizar las pérdidas de calor se tomarán las siguientes decisiones:

El calderín se pintará exteriormente con una imprimación antioxidante y con pintura antitérmica. La envolvente exterior estará recubierta por una manta de lana de vidrio sin aglomerar, con soporte de malla de acero galvanizado. Esta capa de lana mineral va a su vez recubierta por una envolvente de chapa galvanizada de 1mm de espesor, de tal forma que para una temperatura ambiente de 25°C, la temperatura de la superficie del calderín sea menor de 35°C.

Para calcular el espesor recomendable de aislante en cada instalación, los fabricantes utilizan un software específico para conocer el espesor óptimo. En este proyecto, supondremos un espesor de 50mm de material aislante.

- **Presostato**

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

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

- **Sensor de presión**

Como se ha comentado anteriormente, el sensor escogido es el DMP 331. Este sensor nos devuelve a la salida una tensión proporcional a la presión captada. Tiene un rango de medición de 0 a 40 bares y un rango de salida de 0 a 10 V, por lo tanto para 5 bares de presión obtendremos 1.25 V aproximadamente.

- **Válvula de seguridad**

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

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



- **Funcionamiento**

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

Como queremos que a 5 bares de presión se active la válvula de seguridad, compararemos la tensión a la salida correspondiente a los 5 bares con la salida del sensor.

Adaptaremos la salida del sensor con un amplificador operacional (U1), quedando así:

$$V_{out,U1} = - \frac{R2}{R1} \times V_{s,U2}$$

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

$$R2 = \frac{5 \times 1000}{1.25} = 4 K\Omega$$

La salida del amplificador (U1) la comparamos con una tensión constante igual a 5 V. Conociendo que la salida U1 puede ser negativa, la tensión de comparación también será negativa. Estas son las posibles salidas:

- La salida del comparador será -15 V cuando la presión en el interior del calderín sea menor de 5 bares, la tensión de salida en U1 será menor de 5 V.

- La salida del comparador será 0V cuando la presión en el interior del calderín sea igual a 5 V, la tensión de salida en U1 será 5 V aproximadamente.

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

Esta salida del comparador se llevará a la entrada de otro amplificador operacional (U2). Esto se hace para adaptar la salida de 5 V para alimentar la válvula de seguridad. Los datos de este paso quedan así:

$$V_{out, U2} = - \frac{R4}{R3} \times V_{s, U2}$$

Siendo $V_{IN, U2}$ la salida del comparador, supondremos una $R3 = 1K\Omega$ y despejando la fórmula queda así:

$$R4 = \frac{5 \times 1000}{15} = 333.3\Omega \approx 300\Omega$$

Añadiremos a la salida de $U2$ un amplificador operacional con ganancia unitaria ($U3$) para que, cuando la presión sea mayor de 5 bares, la respuesta del circuito sea positiva. A continuación, se añadirá un diodo para eliminar los valores negativos de la señal de salida del circuito. Esta salida alimentará la válvula de seguridad, la cual puede estar alimentada entre 0 y 10V.

- **Led indicador de presión**

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

- **Elemento calefactor**

El elemento calefactor es el encargado de producir vapor a presión en el calderín mediante el calentamiento de agua. Para cumplir esta función, en este proyecto hemos elegido una resistencia calefactora serie RCE016, que según su hoja de características deberá alimentarse con una tensión alterna de 140 V y podrá alcanzar una temperatura de hasta 175 °C.

Deberemos adecuar las medidas de esta resistencia para poder introducirla en el interior del calderín, para ello las medidas serán 45mm de longitud y 10mm de diámetro.

- **Sensor de temperatura**

En este apartado mediremos la salida del sensor de temperatura, en este proyecto hemos escogido el sensor de temperatura LM35, el cual proporciona 10 mV a la salida por cada grado a la entrada. Para trabajar con mayor comodidad añadiremos un amplificador operacional a la salida del sensor. Mediante este sensor comprobaremos el funcionamiento del elemento calefactor.

Considerando que este sensor funciona una vez obtenida una temperatura superior a 100°C, el sensor devolverá una salida de 1 V para esta temperatura.

Los datos del amplificador colocado a la salida de sensor son:

$$V0 = -\left(\frac{R2}{R1}\right) \times VS1$$

Suponiendo una resistencia R1 = 1 KΩ.

$$R2 = (5 \times 1000) / 1 = 5 \text{ K}\Omega$$

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

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

A la salida de este comparador colocaremos un diodo, con una caída de tensión de 0.7V.

Este diodo nos rectificará la salida del comparador obteniendo estos resultados:

- El comparador devolverá 0V para una temperatura igual o menor de 100 °C.
- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura supere los 100°C.

Si tenemos en cuenta la caída de tensión en el diodo, obtenemos este valor:

$$VIN2 = 15 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 14.3 \text{ V}$$

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

$$VCALEFACTOR = -\frac{R4}{R3} \times VIN2$$

En donde R3 = 1 KO, despejando R4 obtenemos un valor:

$$R4 = (5 \times 1000) / 14.3 = 350 \Omega$$

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

- Si la temperatura es menor o igual de 100 °C el comparador devolverá 0 V, esto significará que el calefactor no funciona correctamente
- Si la temperatura es mayor de 100 °C el comparador devolverá 5 V, y significará que el elemento resistivo funciona correctamente.

- **Termostato**

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

La entrada CONTROL_CALEFACTOR apagará o encenderá el elemento calefactor en función de la temperatura captada. Dispondremos de un sensor de temperatura (LM35) para llevar a cabo esta función. Cuando este sensor detecte que se han alcanzado los 130 °C, el relé se abrirá, provocando que el elemento calefactor se desactive. Queremos que elemento calefactor alcance su temperatura máxima a los 130 °C y se desconecte. Según la hoja de características este sensor proporcionará una tensión de 1.3V a una temperatura de 130°. A la salida del sensor LM35 añadiremos un amplificador operacional, el cual ampliará la salida a 5V.

$$V_{out} = - \frac{R6}{R5} \times VS3$$

Si suponemos una $R5 = 1 \text{ K}\Omega$:

$$R6 = \frac{5 \times 1000}{1.3} = 3.846 \text{ K}\Omega \approx 3.8 \text{ K}\Omega$$

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

- El comparador devolverá -15 V cuando la temperatura captada supere los 130 °C.
- El comparador devolverá 0 V cuando la temperatura sea igual a 130 °C.

- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura captada sea inferior a 130 °C.

Para rectificar la salida del comparador colocaremos un diodo, provocando estas respuestas:

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

- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura sea menor de 130°C.

Como en el caso anterior, colocaremos un amplificador operacional a la salida del comparador, porque la señal de control del relé solido puede alimentarse con 5 V.

Obteniendo los siguientes datos:

$$V_{\text{CONTROL_CALEFACTOR}} = -\left(\frac{R_8}{R_7}\right) \times VS_2$$

Si suponemos una $R_7 = 1\text{K}\Omega$, despejando obtenemos:

$$R_8 = \frac{5 \times 1000}{15} = 333.33 \Omega \sim 330\Omega$$

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

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

- El circuito devolverá 5V cuando la temperatura sea menor de 130 °C.

1.3 Plancha

El pie de la plancha es la zona que entra en contacto con el tejido, este pie estará fabricada de acero inoxidable y tendrá en la base de la plancha tendrá unos orificios. Por estos orificios circulará el vapor procedente de la caldera.

Para facilitar la conducción de la temperatura, el elemento calefactor estará en contacto con la base de la plancha.

- **Vapor de la plancha**

El vapor de la plancha estará regulado manualmente mediante una electroválvula. Para este caso hemos elegido una electroválvula normalmente cerrada modelo Ysf-024 de la marca darhor. La alimentación de esta válvula será, según su hoja características, de 220~240v ca. El funcionamiento de este circuito es regular el paso del flujo de vapor, quedando así:

- Cuando el pulsador no esté accionado, la electroválvula estará cerrada impidiendo el flujo de vapor hasta la plancha.

- Cuando el pulsador esté accionado, la electroválvula se abrirá dejando paso al flujo de vapor hacia la plancha.

- **Led**

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

- **Elemento calefactor y termostato**

El elemento calefactor, fabricado de mica aislada, es el encargado de aportar temperatura al Pie de la plancha. Este elemento estará en contacto con la plancha para facilitar la transmisión de calor. Este dispositivo esta alimentado, según su hoja de características, por una tensión de 120 V en alterna y su consumo será de 1Kw.

El circuito tendrá un pulsador manual para poder interrumpir en caso de emergencia la alimentación de la plancha.

El termostato es el encargado de activar o desactivar el elemento calefactor por medio de la señal de control. Para ello estableceremos en 120 °C la temperatura máxima.

Utilizaremos un relé solido (SSR) para diseñar el termostato, este termostato se abrirá o se cerrará en función de la señal de control obtenida. Para ello comprobamos su hoja de características y establecemos que la tensión de activación es de 5V.

Para establecer los 120 °C como temperatura límites utilizaremos la tensión del sensor LM35 anteriormente utilizada y la llevaremos a la entrada positiva de un comparador.

Para llevar un correcta comparación, tendremos en cuenta que si a 130 °C equivale a 5V, a 120 °C equivaldrá a 4.56 V (tensión en la entrada negativa del comparador).

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

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

$$V_{out, U8} = -\left(\frac{R10}{R9}\right) \times VIN8$$

Teniendo en cuenta una caída de tensión en el diodo de 0.7 V y una $R9 = 1 \text{ K}\Omega$:

$$R10 = \frac{5 \times 1000}{14.3} = 349.650 \approx 350\Omega$$

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

Una vez terminado, el objetivo de este circuito es:

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

- **Sensor de temperatura en la plancha**

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

Este sensor, según su hoja de características, está alimentado con una tensión de 12V.

A la salida de este sensor añadiremos un amplificador operacional para obtener un rango de salida entre 0 y 5 V.

$$V_{OUT, U2} = -\left(\frac{R2}{R1}\right) \times V_{IN2}$$

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

$$R2 = \frac{5 \times 1000}{1.3} = 3846.15 \approx 3800\Omega$$

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

Utilizamos este circuito para comprobar si la temperatura de la plancha es adecuada o no. La norma EN 60311 establece que la temperatura mínima de planchado es 70°C, por lo tanto, compararemos si la temperatura captada por el sensor es igual o mayor que 70°C.

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

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

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

- La salida del comparador es 0V cuando la temperatura del circuito sea igual o menor que 70 °C.
- La salida del comparador es 5V cuando la temperatura del circuito supere los 70 °C.

Como tenemos que tener en cuenta la caída de tensión del diodo en este amplificador. Los datos del amplificador quedaran así:

$$V_{TEM} = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \times V_{IN5}$$

Con un valor $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$ y despejando R_2 :

$$R_2 = \frac{5 \times 1000}{14.3} \approx 350\Omega$$

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

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

1.4 Bomba de impulsión

La bomba es el elemento que se encarga de transportar el agua desde el depósito hasta el calderín. El encargado de poner en funcionamiento la bomba es el detector de nivel que tenemos en el calderín. Este sensor pondrá en marcha o detendrá la bomba mediante el control de un relé solido normalmente abierto.

La bomba elegida para este proyecto suministrará al calderín un caudal aproximado de 6 l/min. La tensión de alimentación es de 12V en continua. Esta bomba deberá ser capaz de introducir el caudal de agua a una presión superior a un 3% como mínimo a la presión de tarado más elevada de la válvula de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa. Todo ello de acuerdo con

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

- **Detector de nivel en el calderín**

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

Para poder utilizar correctamente este sensor tendremos en cuenta la relación entre presión y densidad, ya que el agua, cuya densidad es $1 \times 10^3 \rho$ (Kg/m³), es más densa que el aire 1.29ρ (Kg/m³). Por este motivo ejercerá más presión sobre las paredes del calderín. Para la medición del nivel de agua en el calderín utilizaremos 2 sensores DMP331, situando uno en la parte inferior del calderín a 70 mm de la base (sensor SPAG) y el otro sensor en la parte superior del calderín en una ubicación donde no se encuentre en contacto con el agua (sensor SPA), cumpliendo con el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1.

- **Presión en el aire**

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

$$V_{out, u1} = - \frac{R2}{R1} \times VIN, U1$$

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

$$R2 = \frac{6 \times 1000}{1.25} = 4,8 \text{ K}\Omega$$

Una vez obtenida la salida del amplificador operacional (VOUT, U1) la compararemos con la salida del sensor SPAG.

- **Presión en el agua**

Llamaremos sensor SPAG al sensor DMP331 colocado en contacto con el agua a 70 mm de la base del calderín. Este sensor siempre medirá más

presión que el sensor SPA debido a la relación entre la densidad y la presión comentada anteriormente. Si tomamos como presión referencia 5 bares (tensión máxima) tendremos una salida aproximada de 1.25V. Al igual que en el sensor SPA, la salida de este sensor la llevaremos a un amplificador operacional (U2).

$$V_{out, u2} = - \frac{R4}{R3} \times V_{IN, U2}$$

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

$$R4 = \frac{6 \times 1000}{1.25} = 4,8 \text{ K}\Omega$$

- **Comparador de sensores**

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

- 0V: Esta respuesta la obtendríamos si alcanzamos el nivel mínimo de agua en el calderín, ya que ambos sensores captarían la misma presión.

- -15V y 15V: Estas respuestas las obtendríamos porque el sensor SPAG captaría una presión distinta a la que capta el sensor SPA.

Como hemos mencionado anteriormente, la presión del sensor SPAG siempre deberá ser mayor que la del sensor SPA, esto quiere decir que no deberemos obtener a la salida del comparador un valor de -15V. En el caso de que obtengamos este valor, se considerará una anomalía en el calderín y se encenderá un LED rojo.

Este LED rojo se interpretará como una alarma, para poder activar este relé de alarma se añadirá un amplificador operacional. Supondremos una R5 = 1KΩ

$$VALARMA = - (R6 / R5) * V_{IN}$$

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

- **Puesta en marcha de la bomba**

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

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

Al comparar V4 con Vout, obtenemos las siguientes salidas:

- Si VOUT es igual a V4, el comparador devolverá 0V
- Si VOUT es inferior a V4, el comparador devolverá +15V

Para obtener los 5V necesarios para activar el relé solido añadiremos un amplificador operacional.

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

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

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

1.5 Tuberías

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

La Normativa ISO establece que la designación del material se relación con el nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS (Minimum Required

Strength) que se debe considerar en el diseño de tuberías por un tiempo de servicio de al menos 50 años, con una conducción de agua a 20°C.

- **Tubería del depósito al calderín**

Para 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:

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

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

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

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

$$e = (PN \times D) / (2\sigma + PN)$$

PN = presión nominal, MPa

D = diámetro externo de la tubería, mm

σ = tensión de diseño, MPa (1 MPa = 10 bar \approx 10 Kg/cm²)

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

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

Según el Apartado 5 del Artículo 15 de la I.T.C. MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión, sabemos que la bomba, situada en la línea de alimentación de agua, deberá ser capaz de introducir el caudal de agua a una presión superior a un 3% como mínimo a la presión de tarado más elevada de la válvula de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa. Por lo tanto, como la presión e tarado de la válvula es 5 bares, supondremos que la presión nominal (PN) es igual a 5.2 bares aproximadamente. Con esta presión nominal, se puede conocer el espesor de la tubería sustituyendo su valor en la ecuación anterior:

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

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

- **Tubería del calderín a la plancha**

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

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

- Es una tubería ligera se puede decir, que la más ligera en el campo de redes de abastecimiento, bastante inertes a la agresividad de las aguas y de las tierras.

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

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

1.6 Pantalla

Una pantalla LCD tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico permitiendo representar de forma fácil y económica cualquier tipo de información que genere un equipo electrónico. Para este proyecto hemos escogido una pantalla LCD 4x16. Esta pantalla está compuesta de un microcontrolador capaz de representar 4 líneas de 16 caracteres.

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

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

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

NºPin	Símbolo	Función
1	GND	0V
2	VCC	+5V
3	VS	Contraste LCD
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura escritura
6	E	Habilitación
7	DB0	Bus de datos
8	DB1	Bus de datos
9	DB2	Bus de datos
10	DB3	Bus de datos
11	DB4	Bus de datos
12	DB5	Bus de datos
13	DB6	Bus de datos
14	DB7	Bus de datos
15	A	Ánodo
16	K	Cátodo

- **DDRAM**

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

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

- **CGROM**

La CGROM es una zona de la memoria interno no volátil donde se almacena una tabla con los 192 caracteres que pueden ser visualizados. Cada uno de los caracteres tiene su representación binaria de 8 bits. La memoria CGROM contiene un mapa estándar de todos los caracteres que se pueden visualizar en la pantalla. A cada carácter se le asigna una localidad de memoria:

		4 bits más altos de la dirección																		
		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111			
4 bits más bajos de la dirección	XXXX 0000	CG RAM (1)	ø	à	P	'	F							-	9	ε	ø	p		
	XXXX 0001	CG RAM (2)	!	1	A	Q	a	9							.	7	ç	ú	ç	
	XXXX 0010	CG RAM (3)	"	2	B	R	b	r							「	イ	ウ	×	β	θ
	XXXX 0011	CG RAM (4)	#	3	C	S	c	s							」	ウ	ĩ	ε	ε	×
	XXXX 0100	CG RAM (5)	\$	4	D	T	d	t							、	エ	ト	ト	μ	α
	XXXX 0101	CG RAM (6)	%	5	E	U	e	u							.	オ	オ	1	ε	ú
	XXXX 0110	CG RAM (7)	&	6	F	V	f	v							ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
	XXXX 0111	CG RAM (8)	'	7	G	W	g	w							フ	チ	ヌ	ウ	ç	π
	XXXX 1000	CG RAM (1)	(8	H	X	h	x							イ	ウ	ホ	リ	リ	×
	XXXX 1001	CG RAM (2))	9	I	Y	i	y							ホ	ウ	ル	ル	'	y
	XXXX 1010	CG RAM (3)	*	:	J	Z	j	z							エ	コ	ン	レ	j	チ
	XXXX 1011	CG RAM (4)	+	;	K	C	k	c							オ	サ	ヒ	ロ	*	斤
	XXXX 1100	CG RAM (5)	,	<	L	¥	l	l							ホ	ウ	フ	フ	φ	円
	XXXX 1101	CG RAM (6)	-	=	M	I	m	ı							ユ	ヌ	ウ	ト	ト	÷
	XXXX 1110	CG RAM (7)	.	>	N	^	n	ı							ヨ	セ	ホ	'	斤	
	XXXX 1111	CG RAM (8)	/	?	O	_	o	ε							ウ	ウ	ヌ	ヌ	ö	■

- **CGRAM**

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

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

Los símbolos están normalmente definidos al principio del programa por una simple escritura de ceros y unos de la memoria CGRAM así que crean las formas deseadas. Para visualizarlos basta con especificar su dirección. Preste atención a la primera columna en el mapa de caracteres CGROM. No contiene direcciones de la memoria RAM, sino los símbolos de los que se está hablando aquí. En este ejemplo 'visualizar 0' significa visualizar 'sonrisa', 'visualizar 1' significa - visualizar 'ancla' etc.

- **Secuencia de inicio**

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

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

La secuencia de inicio ejecutada es la siguiente:

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

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

- **Indicadores LCD**

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

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

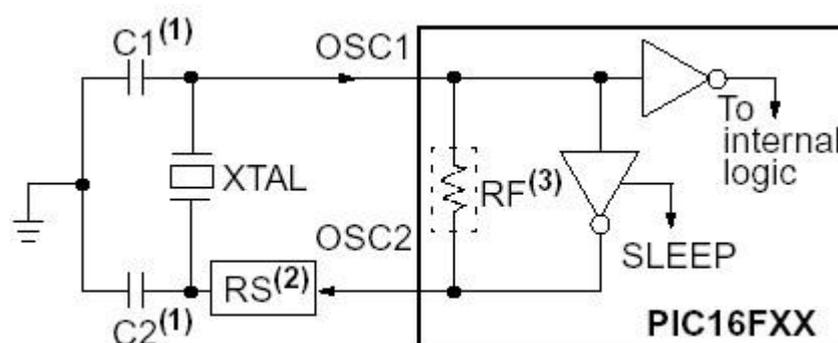
- **Circuito de control de la LCD**

La puerta B del PIC 16F877 será un bus de datos bidireccional, el cual irá conectado a las patillas D0-D7 de la pantalla LCD. Sin embargo, los bits de configuración de la pantalla serán los de la puerta C (C0, C1, C2).

Gracias a la programación y configuración de la pantalla, se podrá visualizar en ella las instrucciones y avisos deseados.

- **Cristal externo**

Para producir la oscilación del PIC 16F877, añadiremos en las patillas OSC1 y OS2 un cristal externo. Los valores de C1 y C2 recomendables para el cristal externo (XT) dependerán de la frecuencia de oscilación que se desee.



FRECUENCIA DE OSCILACION	C1	C2
455 KHz	47-100pF	47-100pF
2MHz	15-33pF	15-33pF
4MHz	15-33pF	15-33pF

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

2. AGUAS

2.1 Tratamiento del agua

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

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

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

Los principales parámetros involucrados en el tratamiento del agua de una caldera, son los siguientes:

- Oxígeno: El oxígeno presente en el agua favorece la corrosión de los componentes metálicos de una caldera. Esta corrosión se ve acelerada por la presión y temperatura.

- Dióxido de Carbono: El dióxido de carbono, como el oxígeno, favorece la corrosión. Esta corrosión se manifiesta en forma de ranura y no de tubérculos como los provocados por el oxígeno. La corrosión en las líneas de retorno de condensado generalmente es causada por el dióxido de carbono. El CO₂ se disuelve en agua produciendo ácido carbónico. La corrosión provocada por el ácido carbónico ocurrirá bajo el nivel del agua y puede ser identificada por las ranuras o canales que se forman en el metal.

- Hierro y cobre: El hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se puede utilizar filtros para remover estas sustancias.

- Fosfato: El fosfato se utiliza para controlar el pH y dar protección contra la dureza.

- pH: El pH representa las características ácidas o alcalinas del agua, por lo que su control es esencial para prevenir problemas de corrosión (bajo pH) y depósitos (alto pH).

- Dureza: La dureza del agua cuantifica principalmente la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua, los que favorecen la formación de depósitos e incrustaciones difíciles de remover sobre las superficies de transferencia de calor de una caldera.

- Aceite: El aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre de vapor.
- Sólidos disueltos: Los sólidos disueltos representan la cantidad de solidos (impurezas) disueltas en el agua.
- Sólidos en suspensión: Los sólidos en suspensión representan la cantidad de solidos (impurezas) presentes en suspensión (no disueltas) en el agua.
- Secuestrantes de oxígeno: Los secuestrantes de oxígeno corresponde a productos químicos (sulfitos, hidracina, hidroquina, etc.) utilizados para remover el oxígeno residual del agua.
- Sílice: El sílice presente en el agua de alimentación puede formar incrustaciones duras (silicatos) o de muy baja conductividad térmica (silicato de calcio y magnesio).
- Alcalinidad: Representa la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, silicatos y fosfatos en el agua. La alcalinidad del agua de alimentación es importante, ya que, representa una fuente potencial de depósitos.
- Conductividad: La conductividad del agua permite controlar la cantidad de sales (iones) disueltas en el agua.

2.2 Problemas con el agua

Los problemas asociados al tratamiento de agua encontrados con mayor frecuencia son:

- **INCRUSTACIONES**

Las incrustaciones corresponden a depósitos de carbonatos y silicatos de calcio y magnesio, formados debido una excesiva concentración de estos componentes en el agua de alimentación y/o regímenes de purga insuficientes.

La formación de incrustaciones en una caldera puede ser prevenida, satisfaciendo los requerimientos del agua de alimentación y agua de la caldera incluidos en el apartado 4, tratando el agua de alimentación y manteniendo adecuados regímenes de purga.

- **CORROSIÓN**

Las principales fuentes de corrosión en calderas son la Corrosión por Oxígeno o “Pitting” y la Corrosión Cáustica.

La corrosión por oxígeno consiste en la reacción del oxígeno disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera (en contacto con el agua), provocando su disolución o conversión en óxidos insolubles. La prevención de la corrosión por oxígeno se consigue mediante una adecuada desgasificación del agua de alimentación y la mantención de un exceso de secuestrantes de oxígeno en el agua de la caldera.

La corrosión cáustica se produce por una sobreconcentración local en zonas de elevadas cargas térmicas (fogón, cámara trasera, etc.) de sales alcalinas como la soda cáustica. La corrosión cáustica puede ser prevenida manteniendo la alcalinidad, OH libre y pH del agua de la caldera dentro de los límites recomendados.

2.3 Equipos de tratamiento del agua

- **Ablandador**

La función de los ablandadores es eliminar los iones de Ca y Mg, que conforman la dureza del agua y favorecen la formación de incrustaciones en una caldera. El principio de funcionamiento de estos equipos se basa en un proceso llamado “intercambio iónico”, que consiste en la sustitución de estos iones por sodio (Na).

- **Desgasificador**

La función de un desgasificador en una planta térmica es eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disuelto en el agua de alimentación de las calderas para prevenir problemas de corrosión. El principio de funcionamiento de los desgasificadores se basa en el hecho que la solubilidad de los gases disueltos en el agua (O₂ y CO₂) disminuye cuando el agua está en el punto de ebullición (100 °C a presión atmosférica).

3. PUESTA EN MARCHA

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

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

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

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

3.1 Activación de la bomba

La bomba se encuentra regulada por el pulsador P1 y por el nivel del depósito. Es decir, que para que se active la bomba deberá tener el depósito un nivel adecuado (90 mm) y activar el pulsador P1, que como hemos dicho anteriormente necesitará de un relé de tipo sólido (SSR) para activar la bomba. (*Plano 8*)

3.2 Activación de la plancha

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

El esquema de activación de la plancha dispondrá de un pulsador entre los 2 relés, que nos permitirá desconectar la resistencia calefactora de la plancha manualmente y poder utilizar solo el vapor de la plancha. (*Plano 8*)

3.3 Activación del elemento calefactor

El elemento calefactor se encuentra regulado por el pulsador P1 y por el termostato. Accionando el pulsador P1 se encenderá el elemento calefactor, esto provocará que la resistencia calefactora caliente el agua del calderín. Cuando la resistencia calefactora alcance los 130 °C, se accionará el termostato y la apagará. (*Plano 8*)

4. SEGURIDAD

4.1 Medidas de seguridad

Las medidas de seguridad es estos sistemas es un punto muy importante, ya que depende de ellas la seguridad del operario.

Para ello utilizaremos sensores de temperatura y presión para asegurar un correcto funcionamiento del sistema.

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

4.2 Seguridad y protección del operario

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

Para ello utilizaremos materiales aislantes y resistentes que proporcionaran una temperatura exterior segura y adecuada para el operario que manipule la caldera y el calderín.

La zona de trabajo del operario estará limitada a los pulsadores de accionamiento/detención, al pulsador de presión y a la pantalla LCD, evitando zonas de peligro como pueden ser partes de tensión elevada, zonas de conductores de calor, etc.

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

4.3 Mantenimiento de la instalación

Para que las instalaciones sean seguras y sean eficientes es necesario realizar tareas de mantenimiento.

El objetivo principal de este mantenimiento es el tratamiento del agua, con esto evitaremos problemas de corrosiones e incrustaciones en el circuito.

Un elemento del circuito, como es la caldera, deberá pasar revisiones periódicas, comprobando antes que el sistema esta desconectado, que los elementos del circuito estén secos y que la caldera este fría.

Con un mantenimiento eficaz de la instalación evitaremos problemas de obstrucción de tuberías, averías y accidentes. Asegurando así una larga vida útil de la instalación.

4.4 Tareas de mantenimiento

El encargado del mantenimiento de la instalación llevará un registro de las tareas de mantenimiento realizadas y de los resultados obtenidos.

Este registro se anotará en un libro o en un archivo informático, donde se numerarán las operaciones de mantenimiento debiendo estar distribuidas de la siguiente forma:

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

El registro de las tareas de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Estos documentos deben guardarse al menos durante tres años, contados a partir de la fecha de ejecución del mantenimiento de la instalación.

5. 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:

5.1 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.

5.2 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.

III. PRESUPUESTO

MATERIAL	PRECIO
2 x Led Rojo	0.26
3 x Led verde	0.39
1 x Led naranja	0.13
1 x Led azul	0.13
1 x Led amarillo	0.13
	TOTAL 2.45€
7 x Diodo 1N4007	5.74
	TOTAL 5.74€
3 x Sensor DMP331	17.4
2 x Sensor LM35	6.26
	TOTAL 23.66€
32 x Resistencia 1K	8.32
5 x Resistencia 800	1.3
4 x Resistencia 350	1.04
4 x Resistencia 330	1.04
3 x Resistencia 3.8K	0.78
3 x Resistencia 4K	0.78
2 x Resistencia 4.8K	0.52
1 x Resistencia 970	0.26
1 x Resistencia 690	0.26
	TOTAL 14.3€
1 x PIC 16F877	15.50
1 x PIC 16F84	11.65
	TOTAL 27.15€
6 x Relé AQ8	37.2
	TOTAL 37.2€
4 x Condensador 22P cerámico	0.38
	TOTAL 0.38€

Tarjeta de control de un sistema de planchado industrial

Javier López Miñano

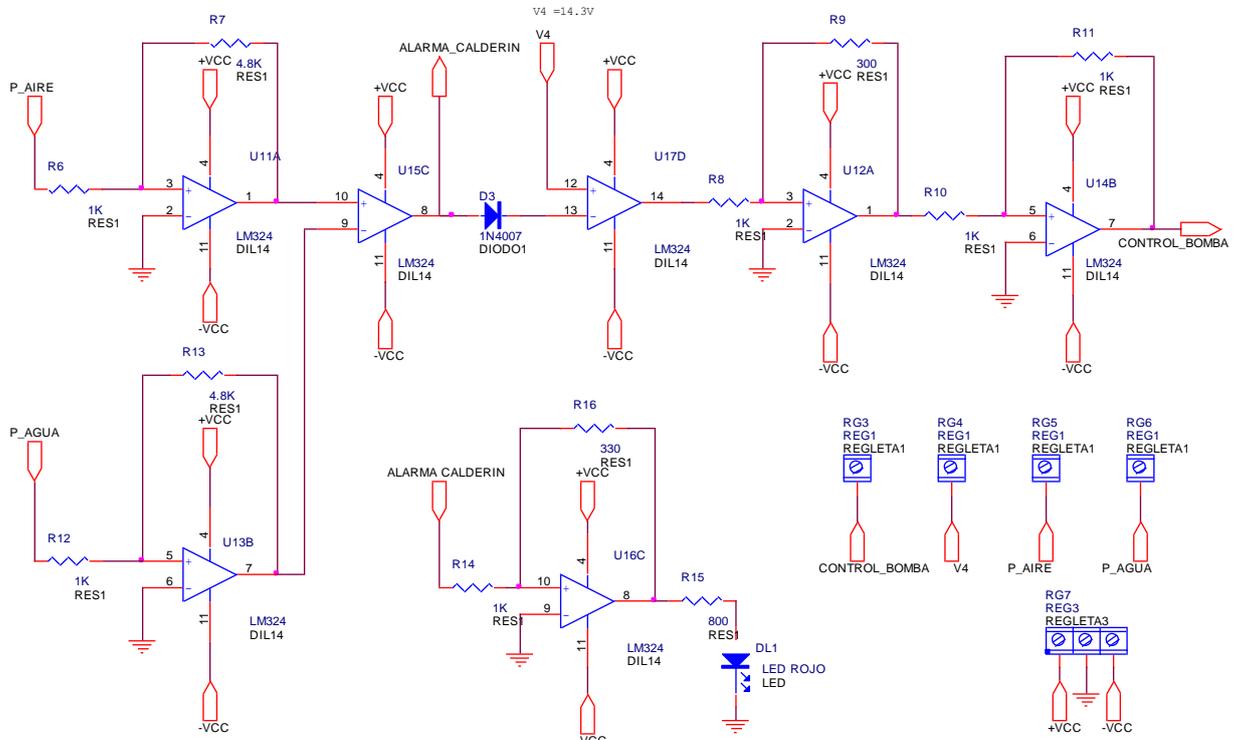
2012/2013

8 x Amplificador operacional LM124	12
5 x Amplificador operacional LM139	9.7
TOTAL	21.7€
<hr/>	
2 x Potenciómetro 10K	0.6
TOTAL	0.6€
<hr/>	
1 x Resistencia calefactora RCE016	10.5
TOTAL	10.5€
<hr/>	
1 x Cristal de cuarzo OSC4M	6.55
TOTAL	6.55€
<hr/>	
1 x Elemento calefactor (Plana de mica)	38.70
TOTAL	38.70€
<hr/>	
Bomba	120
TOTAL	120€

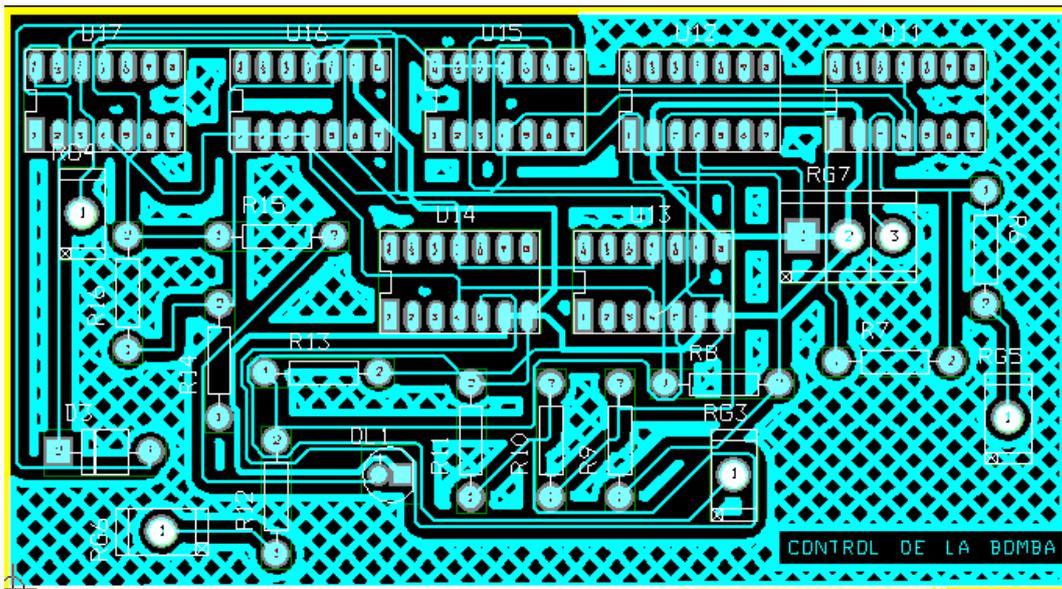
PRECIO TOTAL: 308.93 €

IV. PLANOS

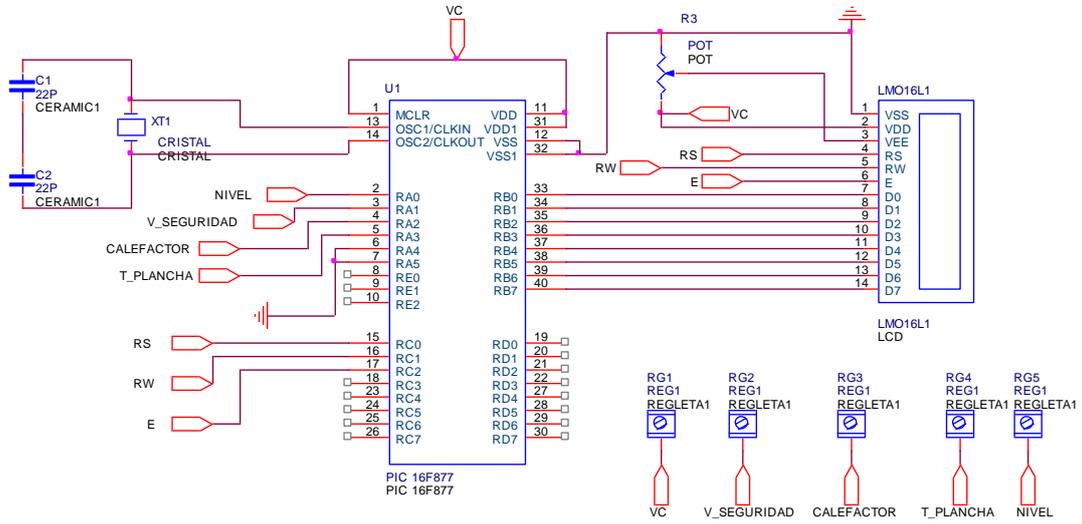
PLANO 1- CONTROL DE LA BOMBA



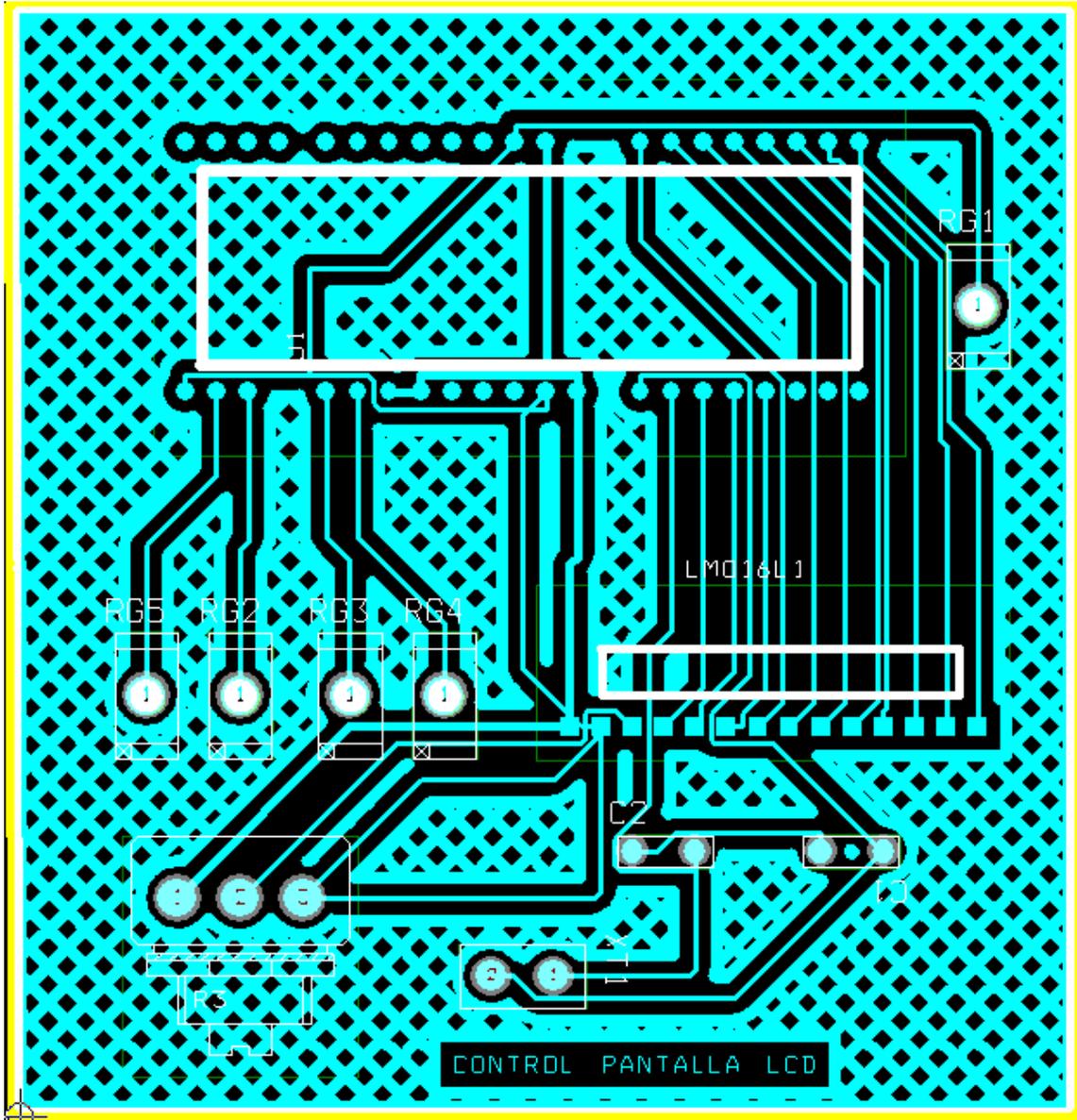
Title		
CONTROL DE LA BOMBA		
Size	Document Number	Rev
	PLANO 1	
Date:	Sheet	1 of 1



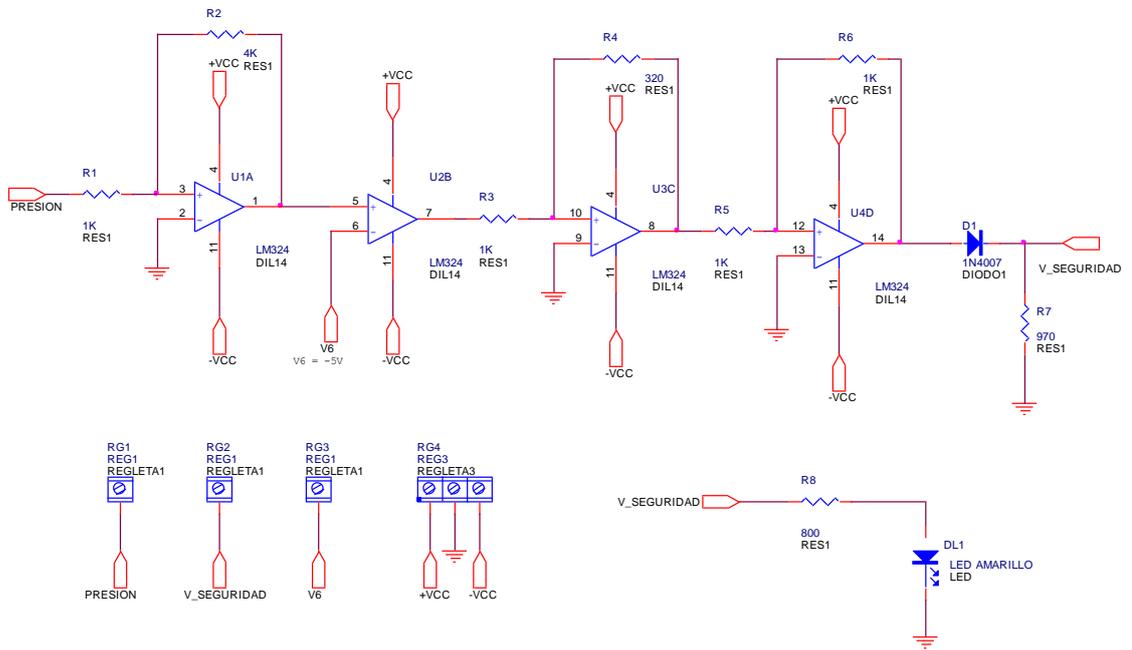
PLANO 2 –CONTROL DE LA PANTALLA



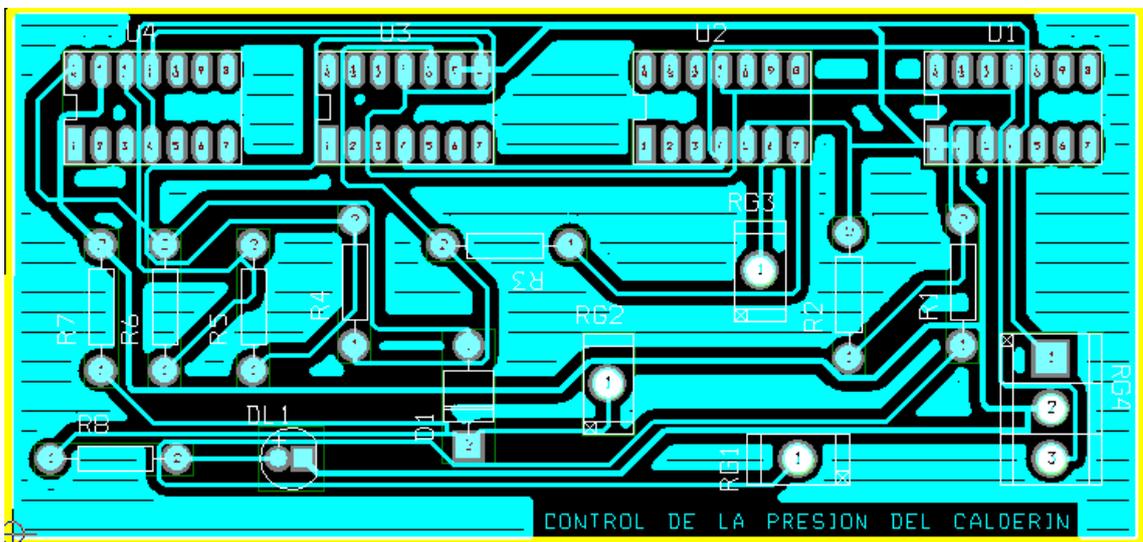
Title		
CONTROL DE LA PANTALLA		
Size	Document Number	Rev
A	PLANO 2	
Date:	Sheet 1 of 1	



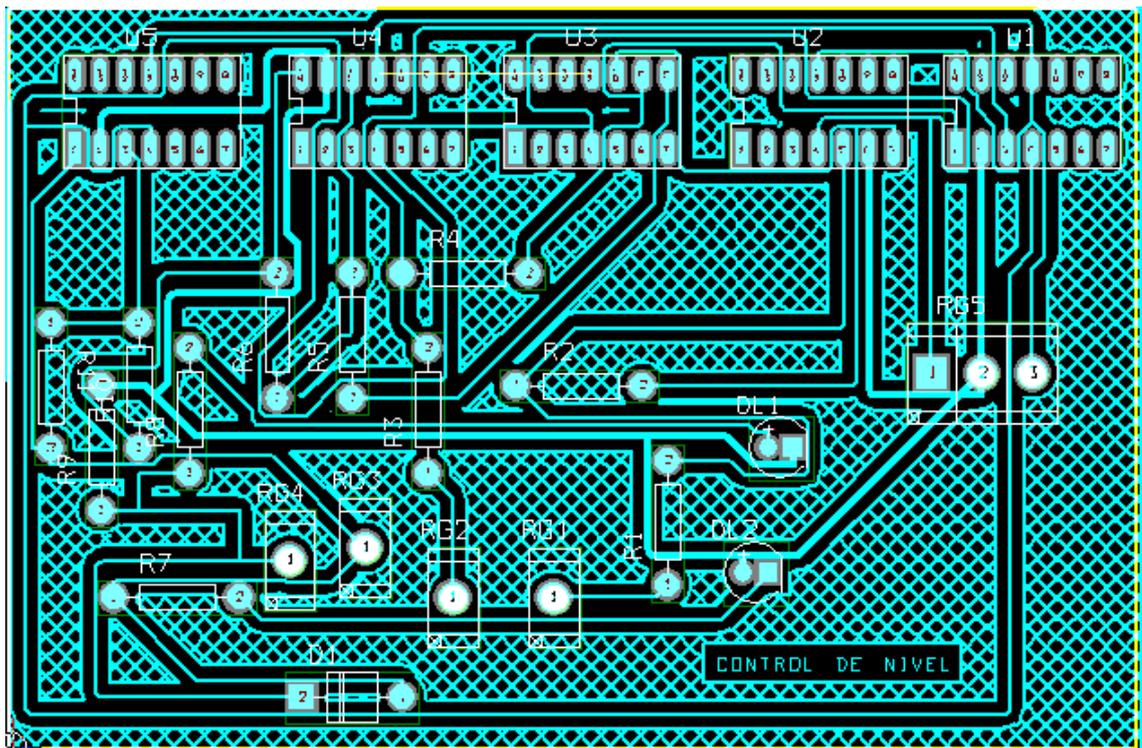
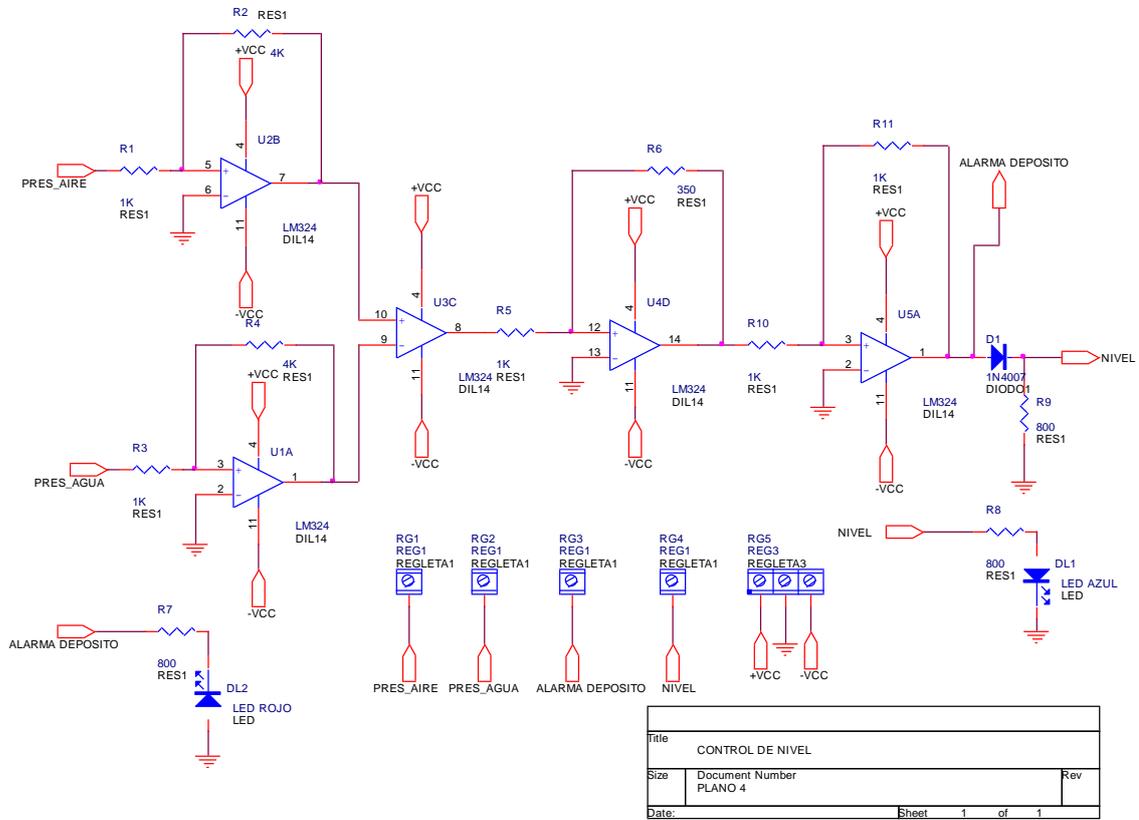
PLANO 3- CONTROL PRESIOIN CALDERIN



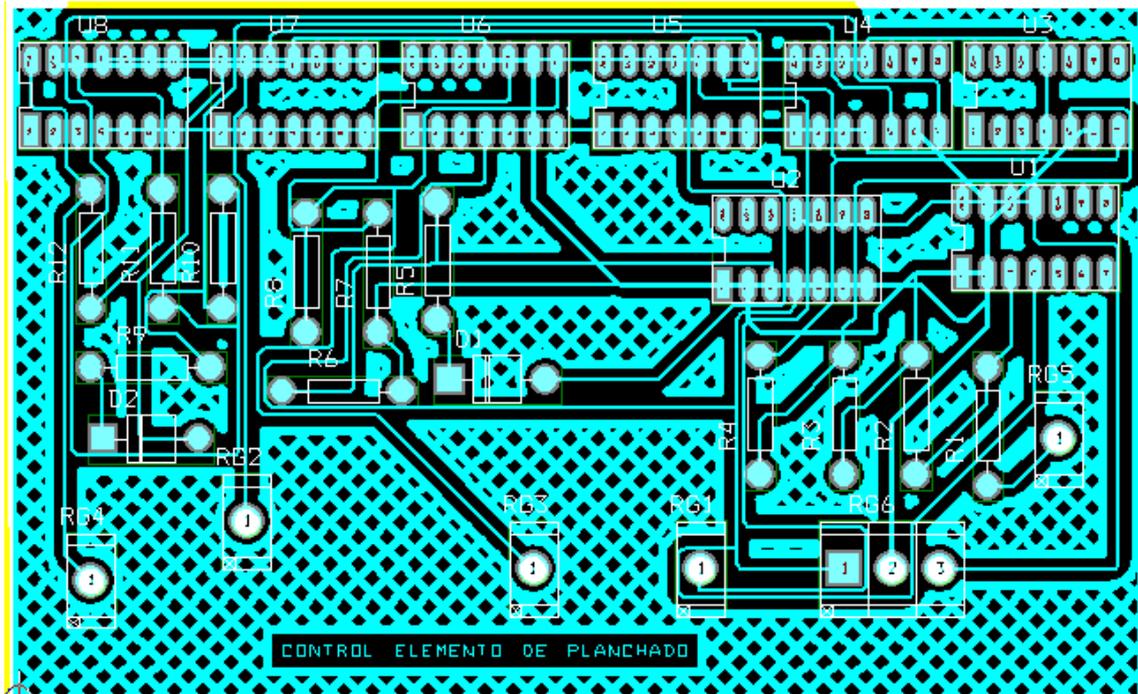
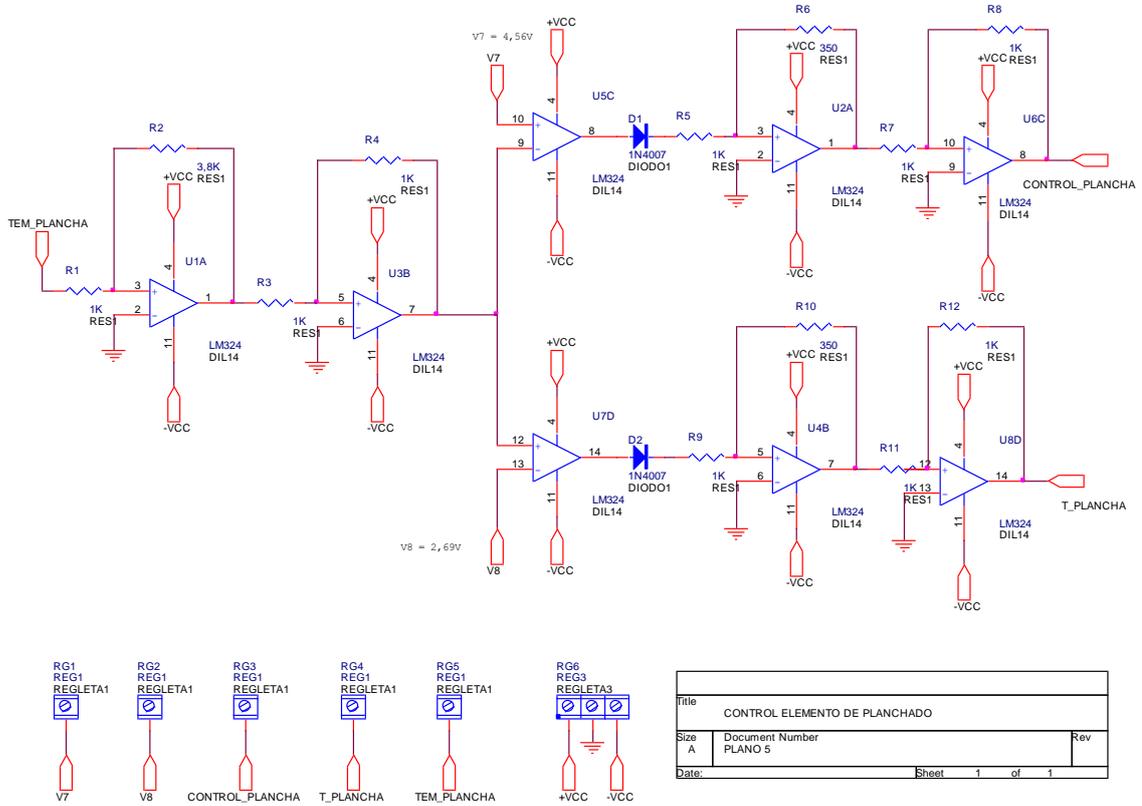
Title		
CONTROL DE LA PRESION DEL CALDERIN		
Size	Document Number	Rev
	PLANO 3	
Date:	Sheet	1 of 1



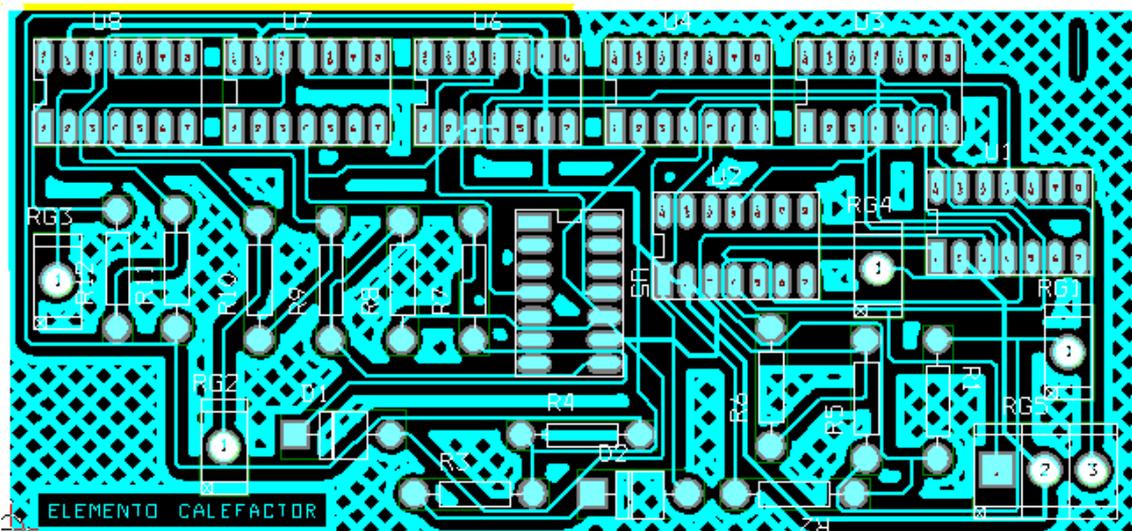
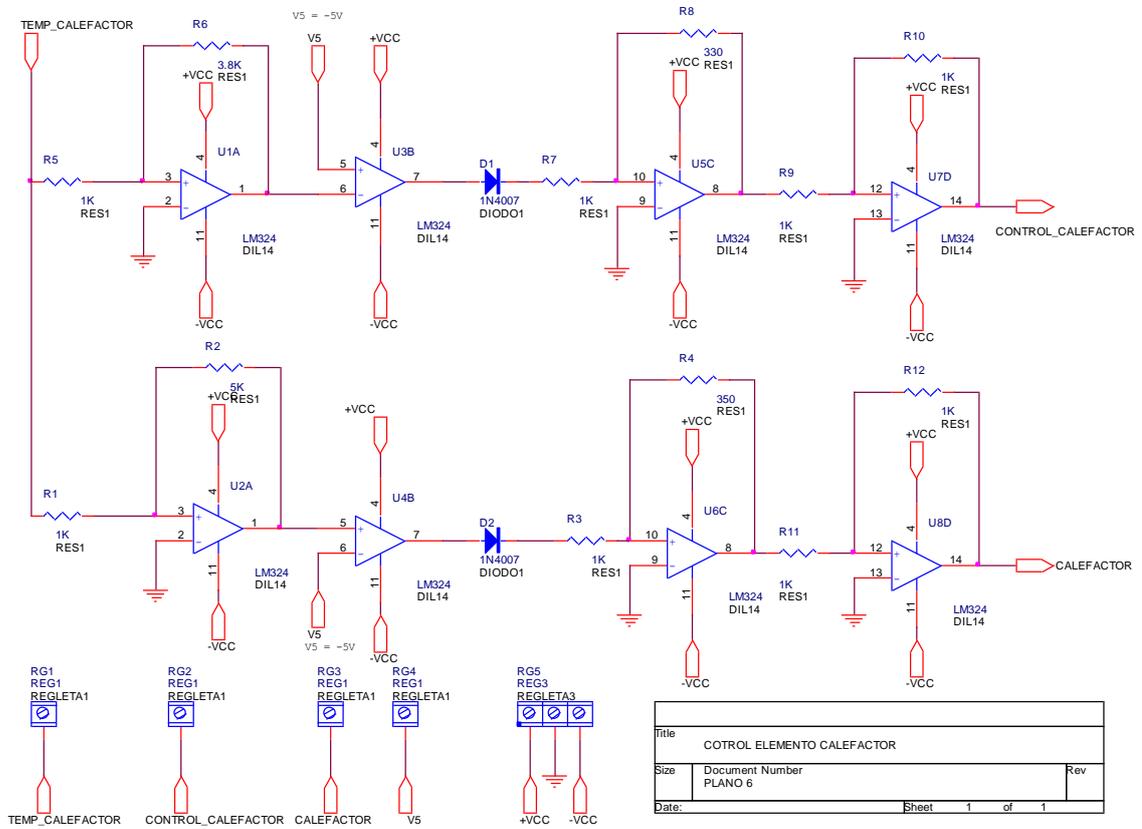
PLANO 4 –CONTROL DE NIVEL



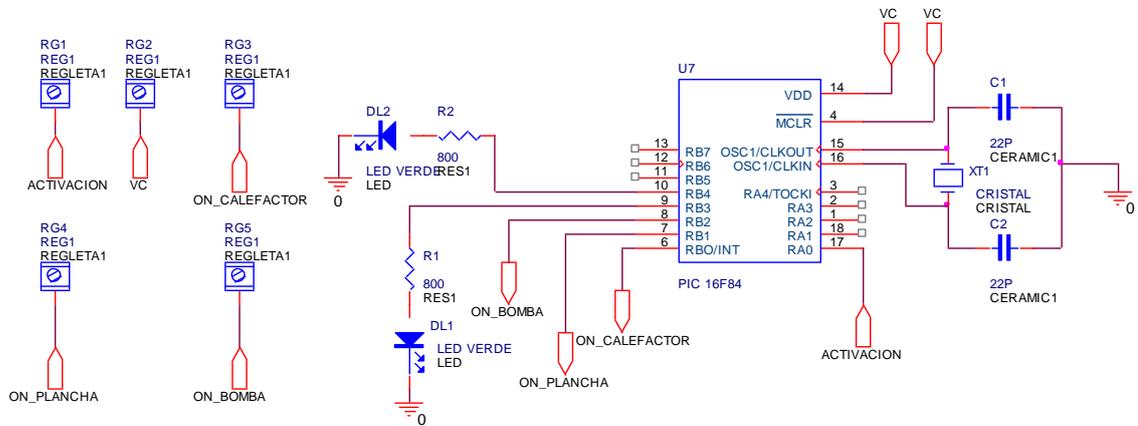
PLANO 5-CONTROL ELEMENTO DE PLANCHADO



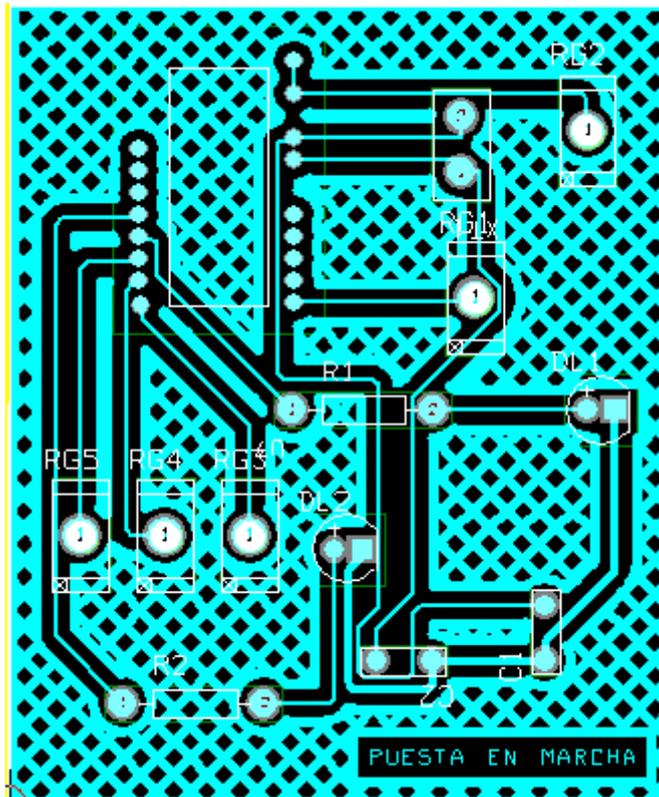
PLANO 6-CONTROL ELEMENTO CALEFACTOR



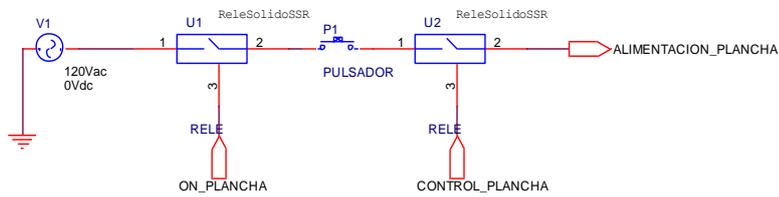
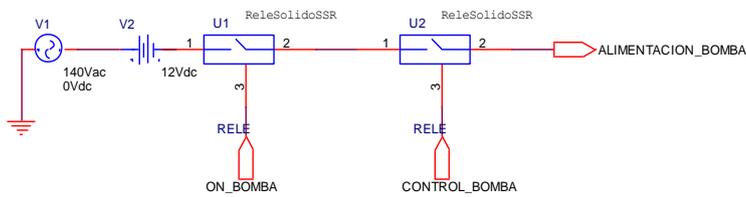
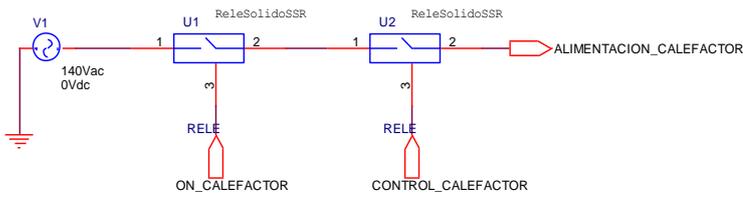
PLANO 7-PUESTA EN MARCHA



Title		
PUESTA EN MARCHA		
Size	Document Number	Rev
	PLANO 7	
Date:	Sheet	1 of 1

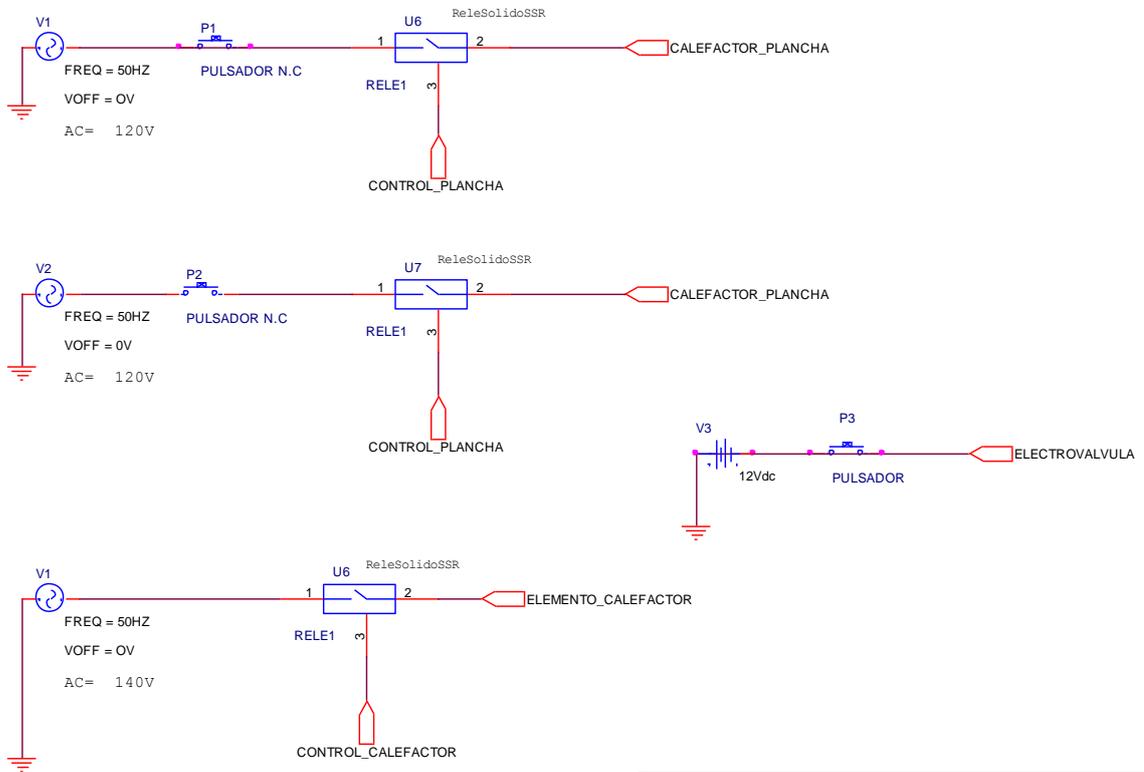


PLANO 8 - ACTIVACIÓN ELEMENTO CALEFACTOR, PLANCHA Y BOMBA



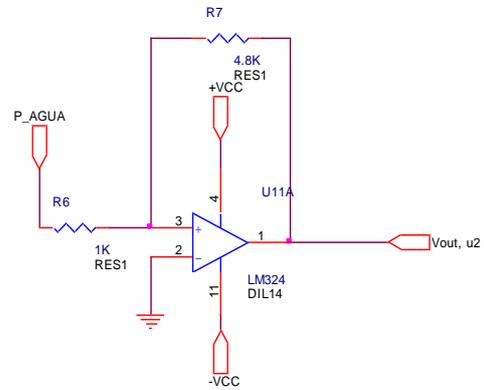
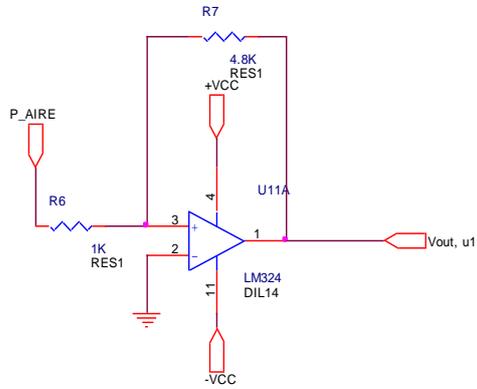
Title		
ACTIVACION ELEMENTOS		
Size	Document Number	Rev
A	PLANO 8	
Date:	Sheet	1 of 1

PLANO 9 - PULSADOR ELEMENTO CALEFACTOR



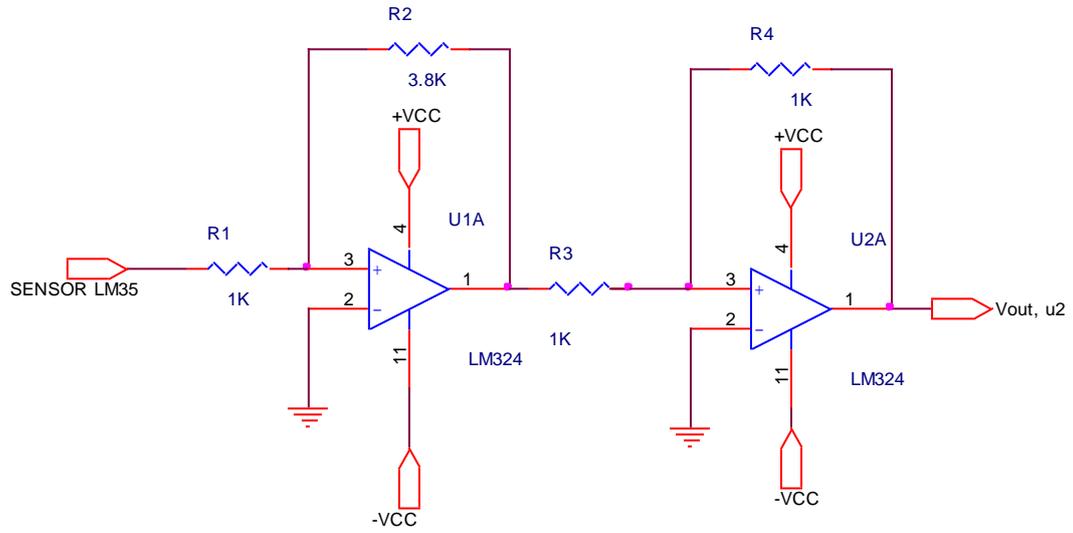
Title		
PULSADOR ELEMENTO CALEFACTOR		
Size	Document Number	Rev
A	PLANO 9	
Date:	Sheet	1 of 1

PLANO 10- SENSORES DE PRESIÓN



Title		
SENSORES DE PRESIÓN		
Size	Document Number	Rev
A	PLANO 10	
Date:	Sheet 1 of 1	

PLANO 11- SENSOR DE TEMPERATURA



V. ANEXO

1. PROGRAMACIÓN PANTALLA LCD

```

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

LCD_RS   EQU      0
LCD_RW   EQU      1
LCD_E    EQU      2

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

ORG      00 ; inicio del programa

CLRF     PORTA
CLRF     PORTB
CLRF     PORTC
CLRF     PORTD
MOVLW   0XFF
MOVWF   PORTA
BSF     STATUS,5
MOVLW   B'00000000'
MOVWF   PORTC
MOVLW   B'00000000'
MOVWF   PORTB
BCF     STATUS,5

CALL    TIME_1
MOVLW   B'00110000'
CALL    LCD_1

```

	MOVLW	B'00111000'
	CALL	LCD_1 ;
	MOVLW	B'00001110'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'00000110'
	CALL	LCD_1
INICIO	CALL	TIME_2
	MOVLW	B'10000000'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000111'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01010101'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	BTFSS	PORTA,0
	CALL	FALTA_AGUA
	CALL	AGUA_OK
CALEF	CALL	TIME_2
	MOVLW	B'10010000'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01000011'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000101'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000110'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'00101110'
	CALL	LCD_C
	BTFSS	PORTA,2
	CALL	NO_CALIENTA
	CALL	CAL_OK
PLANCHA	CALL	TIME_2
	MOVLW	B'11000000'
	CALL	LCD_1

	MOVLW	B'01010100' ; escribimos PLANCHA
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'00101110'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01010000'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001110'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000011'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001000'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	BTFSC	PORTA,3
	CALL	TEMP_OK
	CALL	NO_TEMP
PRESION	CALL	TIME_2
	MOVLW	B'11010000'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01010000' ;Escribimos PRESION
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01010010'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000101'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01010011'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001111'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001110'
	CALL	LCD_C
	BTFSS	PORTA,1
	CALL	PRESION_OK
	CALL	NO_PRESION
	CALL	TIME_1

	GOTO	INICIO
TIME_1	MOVLW MOVWF	RETARD_1 CONT_1
	RETURN	
TIME_2	MOVLW MOVWF	RETARD_2 CONT_2
	RETURN	
LCD_1	BCF BCF BSF MOVWF BCF CALL	PORTC,LCD_RS PORTC,LCD_RW PORTC,LCD_E PORTB PORTC,LCD_E TIME_2
	RETURN	
LCD_C	BSF BCF BSF MOVWF BCF CALL	PORTC,LCD_RS PORTC,LCD_RW PORTC,LCD_E PORTB PORTC,LCD_E TIME_2
	RETURN	
AGUA_OK	MOVLW CALL MOVLW CALL MOVLW CALL	B'10000101' LCD_1 B'01001111' LCD_C B'01001011' LCD_C
	GOTO	CALEF
FALTA_AGUA	MOVLW CALL MOVLW CALL MOVLW CALL MOVLW CALL MOVLW CALL MOVLW	B'10001001' LCD_1 B'01000110' LCD_C B'01000001' LCD_C B'01001100' LCD_C B'01010100' LCD_C B'01000001'

	CALL	LCD_C
	GOTO	CALEF
CAL_OK	MOVLW	B'10011000'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01001111'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001011'
	CALL	LCD_C
	GOTO	PLANCHA
NO_CALIENTA	MOVLW	B'10011001'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01000110'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001100'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01000001'
	CALL	LCD_C
	GOTO	PLANCHA
TEMP_OK	MOVLW	B'11001010'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01001111'
	CALL	LCD_C
	MOVLW	B'01001011'
	CALL	LCD_C
	GOTO	PRESION
NO_TEMP	MOVLW	B'11001100'
	CALL	LCD_1
	MOVLW	B'01000010' ; escribimos 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'  
                 CALL      LCD_1  
                 MOVLW      B'01001111'  
                 CALL      LCD_C  
                 MOVLW      B'01001011'  
                 CALL      LCD_C  
  
                 GOTO      INICIO  
  
NO_PRESION      MOVLW      B'11011100'  
                 CALL      LCD_1  
                 MOVLW      B'01000001' ;escribe en "ALTA"  
                 CALL      LCD_C  
                 MOVLW      B'01001100'  
                 CALL      LCD_C  
                 MOVLW      B'01010100'  
                 CALL      LCD_C  
                 MOVLW      B'01000001'  
                 CALL      LCD_C  
  
                 GOTO      INICIO  
  
                 END
```

2. PROGRAMACIÓN PUESTA EN MARCHA

```

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
BCF        STATUS,5
CALL       TIME1

GOTO       INICIO

INICIO     BTFSS  PUERTAA,1
CALL      APAGA
CALL      ENCIENDE

TIME1     MOVLW  RETARD_1
MOVWF    CONT_1

RETURN

APAGA     MOVLW  B'00000000'
MOVWF    PUERTAB

GOTO     INICIO

ENCIENDE MOVLW  B'11111000'
MOVWF    PUERTAB

GOTO     INICIO

END

```

3. BIBLIOGRAFIA

www.micropik.com

www.microchip.com

www.primer.es

www.national.com

www.electan.com

www.bdsensors.com

www.panasonic-electric-works.es

www.sidi-mondial.com

www.lavanderias.com

- Otras páginas de interés

www.dte.uvigo.es

www.urv.cat

www.wikipedia.org

www.alldatasheet.com

www.electrosoft.com

- Foros:

www.ayudaelectronica.com

www.foroelectronica.es

- Asignaturas I.T.I. Electrónica:

Equipos Electrónicos de Medida

Diseño y Simulación Electrónica.

Informática Industrial.

Lenguajes de Programación y Fundamentos de la informática.

Circuitos Integrados Analógicos No Lineales.

Circuitos Integrados Analógicos Lineales.