



## **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en electrónica industrial.**

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

**Alumno:** *Sergio Garre Ramón.*

**Director:** *D. Pedro Díaz Hernández.*

Cartagena, 19 de Septiembre de 2013

# ÍNDICE

## I MEMORIA:

1. Introducción
  - 1.1 Antecedentes
  - 1.2 Objeto del proyecto
2. Normativa
3. Descripción General
  - 3.1 Depósito de agua
  - 3.2 Plancha
  - 3.3 Bomba de agua
  - 3.4 Calderín
  - 3.5 Elemento calefactor
  - 3.6 Sensores
  - 3.7 Actuadores
  - 3.8 Indicadores
  - 3.9 Elementos de control
4. Esquema general del sistema

# MEMORIA

## 1. INTRODUCCIÓN:

### **1.1 Antecedentes:**

Proyecto final de carrera de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad en Electrónica Industrial por Sergio Garre Ramón, bajo supervisión de D. Pedro Díaz Hernández, profesor del Departamento de Tecnología Electrónica en la Universidad Politécnica de Cartagena.

### **1.2 Objeto del proyecto:**

La finalidad del proyecto es el desarrollo, comprensión e interpretación de una tarjeta de control para un sistema de planchado industrial. A lo largo de éste documento encontrará una clasificación de los diferentes componentes del sistema así como de una descripción detallada de su funcionamiento. Además visualizará una representación de los circuitos correspondientes a la implementación de todo el sistema electrónico.

Además se tendrán en cuenta los cálculos necesarios para su elaboración.

Todo ello recogido de manera minuciosa gracias a un exhaustivo estudio de todo lo que concierne al proyecto.

Hemos tenido en cuenta la normativa que regula los diferentes ámbitos descritos anteriormente.

## 2. NORMATIVA:

Para la realización del proyecto y la selección de materiales se ha tenido en cuenta la legislación vigente en materia de recipientes a presión.

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.

### 3. DESCRIPCIÓN GENERAL:

El objetivo en cuestión será realizar un sistema automático capaz de producir vapor en una caldera con capacidad de 5 litros y 3,5 bares de presión. Dicho vapor estará directamente comunicado con una plancha cuya finalidad será la de planchar diferentes tipos de tejidos, cómodamente seleccionables a través de un panel LCD.

#### **3. Elementos principales del sistema:**

##### **3.1 Depósito de agua:**

El **depósito de agua** tendrá una capacidad mayor a la descrita en las características para evitar posibles fallos, por ejemplo, quedarte sin agua a mitad del proceso por cualquier causa. Observar que el agua contenida será destilada para mejorar el proceso de evaporación y reducir la cantidad de cal residual en el proceso.

La cantidad de agua que puede albergar el depósito es de 5 litros y estará recubierto de una capa de acero inoxidable para evitar el deterioro del mismo.

La función principal del depósito es la de suministrar el agua adecuada al sistema.

##### **3.2 Plancha:**

La plancha se alimenta con vapor controlado por un operario mediante un pulsador. La plancha estará construida con materiales adecuados para que deslice bien por los materiales.

La plancha tendrá una gran resistencia a altas temperaturas. Más adelante se especificarán con más detenimiento y detalle los materiales de los que está hecha para una mejor comprensión del sistema.

##### **3.3 Bomba de agua y estructura de conexión:**

El depósito está comunicado directamente con la caldera.

Alimentamos la caldera mediante una **bomba** con un determinado caudal, ésta a su vez está regida por un sensor de caudal, éste informa a la bomba de si es necesario provisionar al depósito de más agua.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

El agua fluye a través de una **red de tuberías** diseñadas específicamente para soportar las características demandadas por el sistema. Las tuberías están fabricadas de polipropileno. Escogimos este material por ser ligero flexible y resistente.

Además es resistente a la abrasión por lo que en un proceso de las características de nuestro proyecto es totalmente adecuado.

Dentro de la caldera encontramos el calderín.

## 3.4 Calderín:

**Genera el vapor** necesario para el proceso de planchado. Transfiere el calor necesario a una presión constante al fluido, de esta manera se produce la vaporización para el planchado.

El tamaño del calderín también será mayor que el predefinido y es el elemento principal de nuestro sistema.

El calderín estará provisto de un recubrimiento a modo de aislante. Como observamos dentro de él ocurre un proceso de transmisión de calor por lo cual cuanto más aislado esté del exterior más energía ahorraremos, con lo cual el consumo final obviamente será mucho menor. Además hará que el proceso se realice de una forma más eficiente.

El espesor no puede ser de cualquier tamaño, por lo que en vista de esto investigamos un poco sobre el tema, llegando a la conclusión de que el espesor óptimo para nuestro sistema atendiendo a las dimensiones y características propuestas es de 50mm. Todo ello obtenido de los cálculos convenientes a través de un sistema informático.

Es conveniente además, recubrir el exterior con una capa de pintura antitérmica, junto a una imprimación antioxidante. Ambos laterales les serán aplicados un tipo de pasta térmica.

El tipo de aislante que escogimos fue manta de lana de vidrio sin aglomerar puesto que es especial para calderas. Gracias a su dilatación y contracción ante el calor hace de este sistema el perfecto para el proceso con un amplio espectro de tolerancia.

## 3.5 Elemento calefactor:

Dentro del calderín se encuentra el elemento calefactor, que se encarga de hacer que el agua se transforme de estado líquido a gaseoso.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

El elemento calefactor se ve gobernado por un termostato que se encarga de dictaminarle cuando tiene que activarse o desactivarse en función de la temperatura de entrada.

Para seguridad del sistema se acopla una resistencia térmica para evitar el deterioro del sistema.

## **3.6 Sensores:**

El sistema está supervisado por diferentes tipos de sensores que explicamos detalladamente a continuación.

### **Sensor de presión:**

Se encarga principalmente de regular la presión dentro del calderín. En nuestro caso sabemos que la presión no debe sobrepasar los 5 bares, en caso de hacerlo se activaría la válvula de seguridad la cual explicamos más detalladamente a continuación.

El sistema cuenta también con un sensor de nivel. Si el sensor detecta que el nivel es superior al permitido abre una válvula de escape para evacuar la presión sobrante. Además si el nivel no es suficiente este sensor comunica a la bomba de agua que actúe, transfiriendo el agua necesaria.

En nuestro caso he aplicado un sensor comercial de tipo boya. Tras un estudio sobre los diferentes sensores ofrecidos por el mercado escogí este por su versatilidad y facilidad en la toma de datos.

### **Sensor de temperatura:**

A la hora de tomar la medida de la temperatura se nos presentaba un dilema. Por un lado podríamos hacer uso de un termistor, una resistencia que varía con la temperatura y por otro lado podíamos usar un integrado especialmente fabricado para ello.

Para la temperatura utilizamos finalmente un sensor LM35 para controlar la temperatura del calderín y del elemento de planchado. Este nos facilita una tensión proporcional a la temperatura tomada.

Usamos este tipo de sensor por su facilidad y coste.

### 3.7 Actuadores:

Elementos principales que actúan sobre el proceso:

**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.

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

**Bomba:** Se encarga de enviar el agua del depósito al calderín, como hemos explicado más arriba, la válvula se encuentra gobernada por el sensor de nivel el cual le informa cuando el nivel del agua es insuficiente para que ésta se active y le dote de la cantidad necesaria.

### 3.8 Indicadores:

Nuestro sistema contará con una serie de indicadores que informarán en todo momento del estado del sistema al operario.

Usaremos **dispositivos LED** que nos proporcionen una idea general del estado del sistema y además un **panel LCD** para una información más detallada.

#### **Dispositivos LED:**

Usaremos dos dispositivos LED para informar sobre la activación de los elementos generales del sistema. Es decir el calefactor (L1) y el de planchado (L2) como podemos observar en el esquema general del sistema.

Usaremos dos dispositivos LED para informar sobre el nivel del agua (L3); Uno para el nivel correcto y otro para el nivel insuficiente de agua.

Para la temperatura usaremos tres dispositivos LED. Uno para cuando la temperatura es demasiado baja, otro para cuando es la adecuada y el último para cuando es excesiva.

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

Para la presión (L4) usaremos otro dispositivo. Se encenderá cuando haya alcanzado la presión máxima y se mantendrá apagado para el caso contrario.

También habrá un dispositivo LED para la advertencia de que la válvula de seguridad ha sido activada y de si está funcionando, en todo momento.

Los dispositivos LED serán obviamente de varios colores, todos diferentes para la representación de cada variable.

### **Panel LCD:**

El panel nos permite visualizar de manera alfanumérica los valores y constantes de nuestro sistema con el fin de aclarar la información general representada por nuestro sistema de iluminación LED.

En dicho panel se visualizará toda la información mediante variables, todas ellas con su valor adecuado. Recordar que el PIC se programa mediante el lenguaje de programación Ensamblador, con lo cual toda esta representación de la información es posible

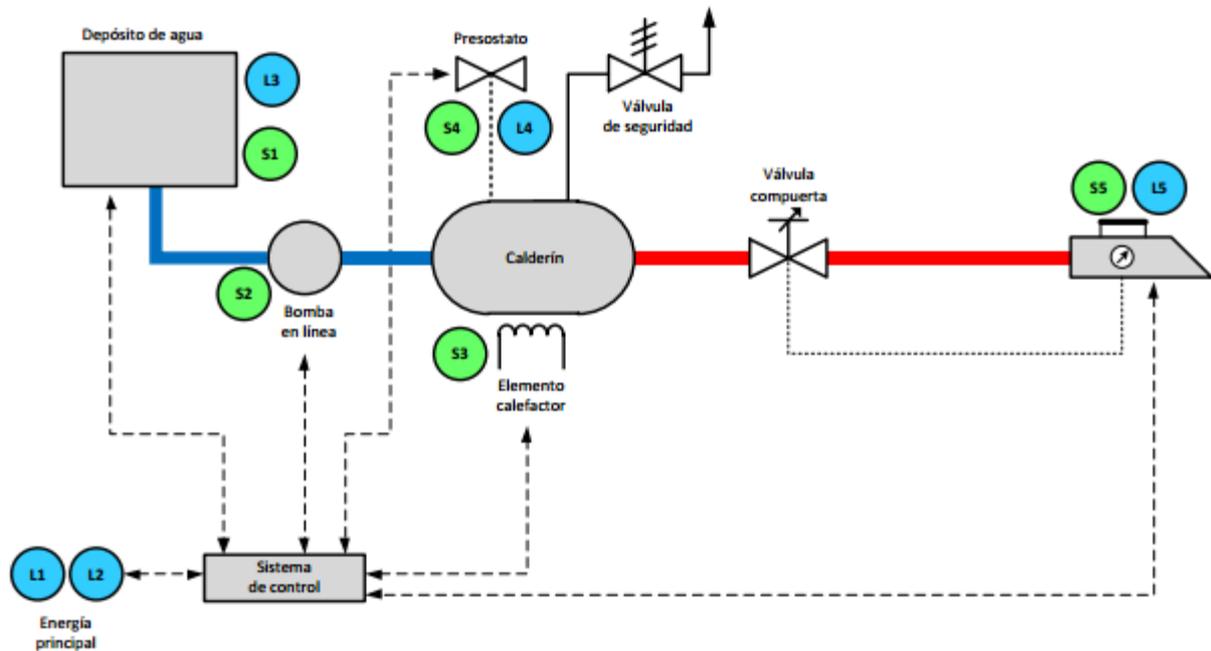
### **3.9 Elemento de Control:**

El elemento de control del sistema será el micro-controlador PIC 16F84, encargado del accionamiento de todo el proceso.

El panel LCD sin embargo, estará controlado por el PIC 16F8477.

La razón de ello es la versatilidad y eficiencia que nos brinda esta familia de micro-controladores. Programables bajo Ensamblador.

#### 4. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA:



En el esquema de arriba se muestran los diferentes sensores e indicadores que conforman el sistema.

S1: Sensor de detección de agua.

S2: Sensor que supervisa el funcionamiento de la bomba de agua.

S3: Sensor que supervisa el funcionamiento de la resistencia calefactora.

S4: Sensor que supervisa la presión alcanzada en la caldera.

S5: Sensor que supervisa la temperatura de la plancha.

L1 y L2: Dispositivos diodo LED que informan de la activación de la caldera y la plancha.

L3: Dispositivo diodo LED que indica la carencia de agua en el depósito.

L4: Dispositivo diodo LED que informa cuando la presión alcanzada en el calderín es la correcta.

L5: Dispositivo diodo LED que informa cuando se alcanza la temperatura óptima en la plancha.

## ÍNDICE

### II PLIEGO DE CONDICIONES:

1. Objeto del pliego
2. Normas de obligado cumplimiento
  - 2.1 Protecciones y puesta a tierra.
  - 2.2 Cableado en general.
  - 2.3 Electricidad.
3. Depósito.
  - 3.1 Dimensiones del depósito.
  - 3.2 Aislamiento térmico.
  - 3.3 Sensor de nivel del depósito de agua.
  - 3.4 Sensor de presión del depósito de agua.
  - 3.5 Sensor de presión en aire.
  - 3.6 Comparación.
  - 3.7 Circuitería final.
4. Calderín
  - 4.1 Características .
  - 4.2 Aislamiento térmico.
  - 4.3 Presión del calderín.
  - 4.4 Funcionamiento del circuito.
  - 4.5 Gestión del vapor.
  - 4.6 Sensor de temperatura.
  - 4.7 Elemento calefactor.
5. Bomba de agua
6. Tuberías
  - 6.1 Conexión depósito-calderín
  - 6.2 Conexión calderín-planchado.
7. Agua
  - 7.1 Tratamiento.
  - 7.2 Problemas de tratamiento.
8. Micro controladores
9. Pantalla LCD
10. Zonas de memoria
11. Seguridad

## **1. OBJETO DEL PLIEGO.**

A continuación hacemos una descripción detallada del Pliego de condiciones de nuestro proyecto. El pliego de condiciones tiene como objetivo detallar los elementos que forman parte del sistema así como de la normativa y legislación que regulará la instalación de la tarjeta de control en el sistema de planchado industrial.

## **2. 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 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.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

## 2.2 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 terminación intermedia, 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.

## 2.3 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

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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.

## **3. DEPÓSITO:**

### **3.1 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.

### **3.2 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.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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>

### **3.3 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.

### **3.4 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.

### **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.

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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

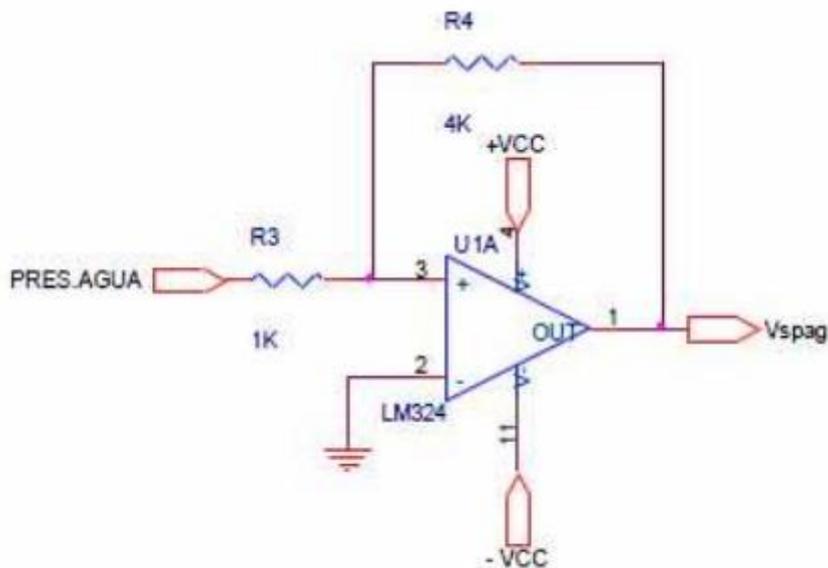
A 5 bares de presión la salida debe ser 5 V, así que para una R3 de 1KΩ obtenemos R4 con un simple divisor de tensión.

$$R_4 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4 \text{ K}\Omega$$

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

$$V_{SPAG} = - (R_4 / R_3) * V_{IN,U2}$$

La circuitería quedaría del siguiente modo:



### 3.5 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

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

## FUNCIONAMIENTO

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

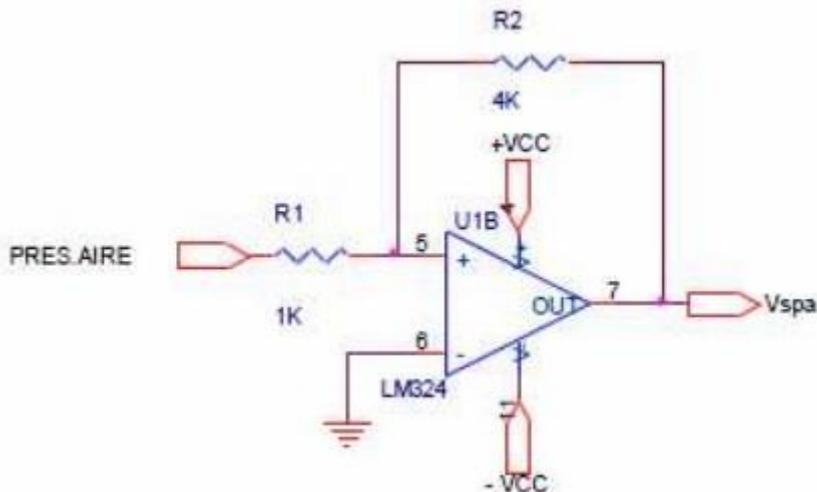
La presión a la salida debe de ser 5V, así que para una R3 de 1KΩ obtendremos que R4 es igual a:

$$R_2 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4K\Omega$$

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

$$V_{SPA} = - (R_2 / R_1) * V_{IN,U1}$$

La circuitería quedaría del siguiente modo:



## 3.6 COMPARACIÓN ENTRE SPAG Y SPA

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

- Si la salida de VSPA es mayor que VSPAG la salida del comparador será de 15V.
- Si la salida de VSPA es menor que VSPAG la salida del comparador será de -15V.
- Si la salida de VSPA es igual a VSPAG la salida del comparador será 0V.

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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:

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

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:

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

Así pues y concluyendo, las salidas serán las siguientes:

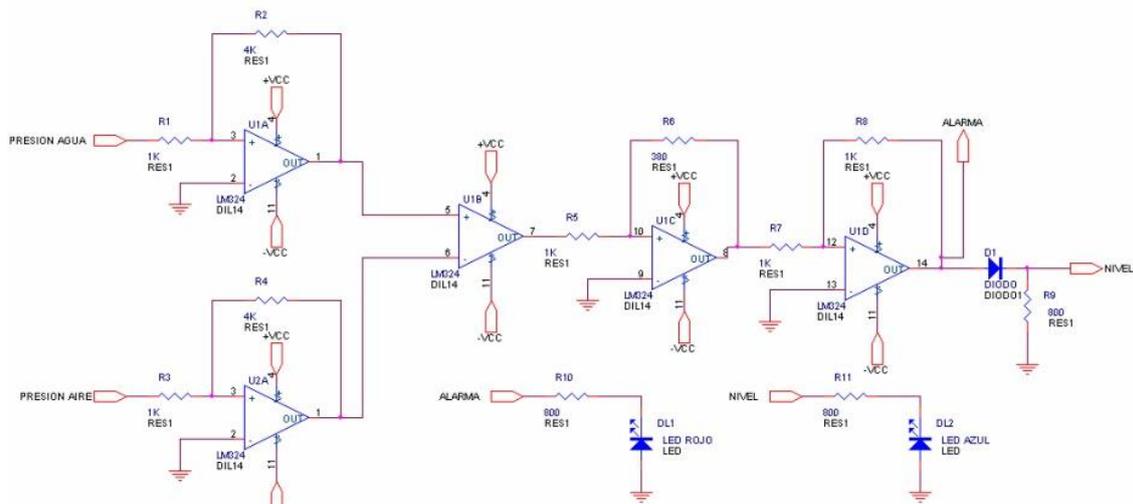
+5V si las salidas de los sensores son diferentes, es decir el nivel de agua es correcto.

0V si las salidas de los sensores son iguales lo que quiere decir que el nivel del agua está por debajo de los 70mm.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

## 3.7 CIRCUITO FINAL DEL CONTROL DEL NIVEL

En el siguiente esquema representamos el conjunto de controles explicados anteriormente, ya como circuito en su composición final.



## 4. CALDERÍN:

### 4.1 CARACTERÍSTICAS

Se encarga de generar el vapor con un alto porcentaje de pureza, siempre llevado a cabo en ambientes limpios.

La caldera se construye con una base de Acero Inoxidable AISI-316L con una producción de vapor de 6 a 50kg/h hasta una presión de 3.5 Bar.

Características principales:

- Generador de vapor contruido con acero inoxidable AISI-316L
- Gran capacidad de vapor gracias al volumen y altura de la cámara de vapor.
- Resistencias de baja carga también de acero inoxidable encapsuladas y blindadas. Perfectas para ser sumergidas y tener una buena transmisión térmica.
- La caldera está certificada según la directiva Europea 97/23/CE.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

## 4.2 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 25º el interior del calderín se encuentre a menos de 35º.

## 4.3 PRESIÓN DEL CALDERÍN

### PRESOSTATO

El presostato es un dispositivo encargado de abrir o cerrar el circuito. Actúa como interruptor de presión.

A la hora de elegir el presostato nos fijamos en tres variables. Por un lado la temperatura a la que el sistema haya de trabajar, el tipo de fluido que se vaya a medir y el rango de presiones al que se pueda ajustar el dispositivo.

### SENSOR DE PRESIÓN

Como hemos dicho anteriormente hacemos uso del sensor DMP331

Ver explicación más arriba.

### VÁLVULA DE SEGURIDAD

Para nuestro sistema escogemos una válvula cuya alimentación está comprendida entre 0 y 10V.

La presión nominal de la válvula ha de ser superior al 110% de la presión máxima por seguridad ya que es la que se va a alcanzar dentro del equipo.

Cabe mencionar que la válvula es de uso comercial con referencia 309400\_VALV.SEG. TEMPERTURA Y PRESION- 1/2" 10BAR.

#### 4.4 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO

Nuestro sensor de presión se encuentra alimentado con una tensión de 12V.

Esto produce una tensión de salida proporcional a la entrada.

A una presión de 5 bares nos proporcionará una salida de 1.25V aproximadamente.

Una vez la presión alcance 5 bares queremos que se active la válvula de seguridad que haga expulsar la presión de dentro. Para ello comparamos la salida de este sensor con la tensión correspondiente a 5 bares.

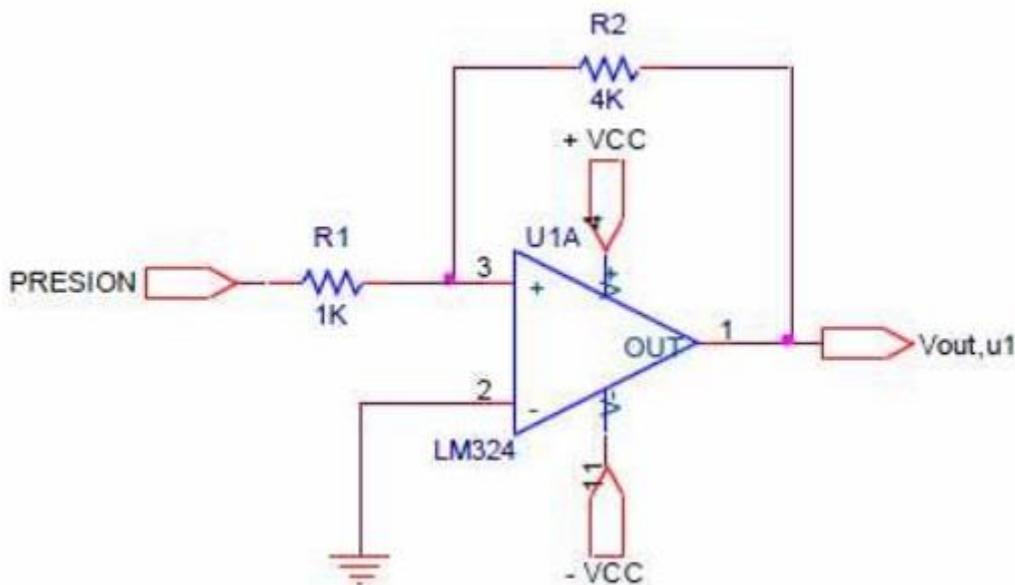
La salida del sensor mediante está adaptada con un amplificador operacional:

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

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  $R_1 = 1K\Omega$ :

$$R_2 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4 K\Omega$$

Circuitaría:



# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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 de 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:

$$V_{OUT,U2} = - (R_4 / R_3) * V_{IN,U2}$$

Siendo VIN, U2 la salida del comparador, supondremos una R3= 1KΩ y despejando la fórmula queda así:

$$R_4 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33 \Omega \sim 330 \Omega$$

## 4.5 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.

## 4.6 SENSOR DE TEMPERATURA

Haremos uso del sensor LM35, alimentado a 12V el cual da una tensión de salida proporcional a la entrada.

El rango de temperaturas va desde los 2°C a los 150°C, cada grado equivale a 10mV por lo tanto el rango estará entre 2mV y 1.3V.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

## FUNCIONAMIENTO

El circuito es alimentado a una tensión de 12V y produce una presión de salida proporcional a la presión de entrada.

A una presión de 5 bares nos proporcionará unos 1.25V. Como deseamos que a 5 bares se active la válvula, compararemos la tensión a la salida con los 5 bares del sensor.

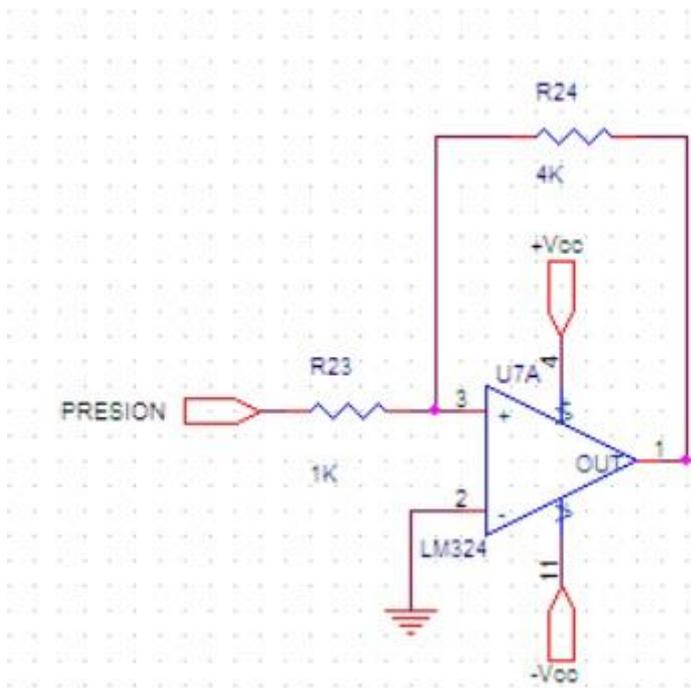
Adaptamos la salida con un amplificador operacional.

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

Siendo  $V_{OUT,U1}$  la salida del sensor. Suponemos  $R_1 = 1K\Omega$  para obtener los 5 bar de tensión deseada.

$$R_2 = (5 \times 1000) / 1 = 5 K\Omega$$

Circuitería:



# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

Cabe destacar que hemos añadido un diodo para eliminar los valores negativos de la señal de salida del circuito.

El proceso como no, queda gobernado mediante el microcontrolador PIC.

## **4.7 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.

## **5. 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.

Para un detallado más técnico consultar los anexos.

## 6. TUBERÍAS:

En el sistema se producen una presión de tipo hidroestática 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.

### 6.1 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	12.5	16	20	25

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

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

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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

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

Según el apartado 5 del artículo 15 de la I.T.C. MIE\_AP1 del reglamento de Aparatos a Presión, 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 mas o menos.

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

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

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

### 6.2 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.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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

## 7. AGUA:

### **7.1 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.

### **7.2 PROBLEMAS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA**

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

#### **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.

#### **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

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

pudiendo así sobrevenir desgarros o roturas en los tubos de la unidad con los perjuicios que ello ocasiona.

### **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.

## **8. MICRO CONTROLADORES:**

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.

### **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.

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

- 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.

### **PIC16F877**

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.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

## 9. 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	Símbolo	E/S	Función
1	Vss	-	0V (Tierra)
2	Vdd	-	+5V $\pm$ 0.25V (Tensión positiva de alimentación)
3	V <sub>0</sub> (*)	-	Tensión negativa para el contraste de la pantalla
4	RS	E	Selector de Dato/Instrucción*
5	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	

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

## 9.1 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.

## 9.2 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.

## 10. ZONAS DE MEMORIA:

### 10.1 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.

### 10.2 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:

Address	Character	Symbol
0000	0	0
0001	1	1
0002	2	2
0003	3	3
0004	4	4
0005	5	5
0006	6	6
0007	7	7
0008	8	8
0009	9	9
000A	A	A
000B	B	B
000C	C	C
000D	D	D
000E	E	E
000F	F	F
0010	f	f
0011	:	:
0012	;	;
0013	<	<
0014	>	>
0015	[	[
0016	]	]
0017	^	^
0018	_	_
0019	~	~
001A	!	!
001B	@	@
001C	#	#
001D	\$	\$
001E	%	%
001F	&	&
0020	'	'
0021	(	(
0022	)	)
0023	*	*
0024	+	+
0025	=	=
0026	-	-
0027	.	.
0028	/	/
0029	0	0
002A	1	1
002B	2	2
002C	3	3
002D	4	4
002E	5	5
002F	6	6
0030	7	7
0031	8	8
0032	9	9
0033	:	:
0034	;	;
0035	<	<
0036	>	>
0037	[	[
0038	]	]
0039	^	^
003A	_	_
003B	~	~
003C	!	!
003D	@	@
003E	#	#
003F	\$	\$
0040	%	%
0041	&	&
0042	'	'
0043	(	(
0044	)	)
0045	*	*
0046	+	+
0047	=	=
0048	-	-
0049	.	.
004A	/	/
004B	0	0
004C	1	1
004D	2	2
004E	3	3
004F	4	4
0050	5	5
0051	6	6
0052	7	7
0053	8	8
0054	9	9
0055	:	:
0056	;	;
0057	<	<
0058	>	>
0059	[	[
005A	]	]
005B	^	^
005C	_	_
005D	~	~
005E	!	!
005F	@	@
0060	#	#
0061	\$	\$
0062	%	%
0063	&	&
0064	'	'
0065	(	(
0066	)	)
0067	*	*
0068	+	+
0069	=	=
006A	-	-
006B	.	.
006C	/	/
006D	0	0
006E	1	1
006F	2	2
0070	3	3
0071	4	4
0072	5	5
0073	6	6
0074	7	7
0075	8	8
0076	9	9
0077	:	:
0078	;	;
0079	<	<
007A	>	>
007B	[	[
007C	]	]
007D	^	^
007E	_	_
007F	~	~

### 10.3 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

## 11. ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD:

### 11.1 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.

### **11.2 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.

### **11.3 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.

## ÍNDICE

### III PLANOS:

1. Circuitería y PCB de puesta en marcha del sistema.
  - 1.1 Plano 1 y 6 adjuntos.
  
2. Circuitería y PCB de elemento de planchado.
  - 2.1 Plano 2 y 7 adjuntos.
  
3. Circuitería y PCB de control de presión.
  - 3.1 Plano 3 y 8 adjuntos.
  
4. Circuitería y PCB de control de nivel.
  - 4.1 Plano 4 y 9 adjuntos.
  
5. Circuitería y PCB de pantalla LCD.
  - 5.1 Plano 5 y 10 adjuntos.

## ÍNDICE

### IV. PRESUPUESTO GENERAL:

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

## 1. PRESUPUESTO GENERAL:

En esta sección del proyecto haremos un desglose de todos los componentes necesarios del sistema.

A continuación se detallarán todos los componentes utilizados con sus referencias y precios incluido el IVA.

Finalmente exponemos una tabla resumen con el coste de cada parte y el precio final del proyecto.

RESISTENCIAS			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
350Ω	4	0,05 €	0,20 €
330Ω	4	0,05 €	0,20 €
690Ω	1	0,05 €	0,05 €
800Ω	5	0,05 €	0,25 €
1000Ω	32	0,05 €	1,60 €
970Ω	1	0,05 €	0,05 €
3800Ω	3	0,05 €	0,15 €
4000Ω	3	0,05 €	0,15 €
4800Ω	2	0,05 €	0,10 €
		<b>TOTAL</b>	<b>2,75 €</b>

DIODOS			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1N4007	7	0,30 €	2,10 €
		<b>TOTAL</b>	<b>2,10 €</b>

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

CONDENSADORES			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
22P CERÁMICO	4	0,10 €	0,40 €
		TOTAL	0,40 €

LEDS			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
VERDE	3	0,30 €	0,45 €
NARANJA	1	0,15 €	0,15 €
AMARILLO	1	0,15 €	0,15 €
ROJO	2	0,15 €	0,30 €
AZUL	1	0,15 €	0,15 €
		TOTAL	1,85 €

AMPLIFICADOR OPERACIONAL			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LM139	4	0,05 €	0,20 €
LM124	4	0,05 €	0,20 €
		TOTAL	2,75 €

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

POTENCIÓMETRO			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
10K R. NOMINAL	2	0,30 €	0,60 €
		<b>TOTAL</b>	<b>0,60 €</b>

SENSORES			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LM35	2	2,50 €	5,00 €
DMP331	1	5,75 €	5,75
		<b>TOTAL</b>	<b>8,25 €</b>

PIC			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
16F877	1	15,50 €	15,50 €
16F84	1	11,65 €	11,65 €
		<b>TOTAL</b>	<b>27,15 €</b>

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

CRISTAL DE CUARZO			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
OSC4M	1	6,50 €	6,50 €
TOTAL			6,50 €

RELÉS			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
AQ8	6	6,20 €	37,20 €
TOTAL			37,20 €

RESISTENCIA CALEFACTORA			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
RCE016	1	10,50 €	10,50 €
TOTAL			10,50 €

ELEMENTO CALEFACTOR			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PL. MICA	1	40,00 €	40,00 €
TOTAL			40,00 €

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

BOMBA CENTRÍFUGA			
TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MULTICELULAR	1	236,00 €	236,00 €
TIPO MS		TOTAL	236,00 €

MONTAJE DEL SISTEMA			
TIPO	HORAS	PRECIO/H	TOTAL
INSTALACIÓN	14	20,00 €	280,00 €
PROGRAMACIÓN	4	20,00 €	80
PUESTA A PUNTO	5	30 €	150 €
		TOTAL	510,00 €

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

TOTAL DEL SISTEMA			
TIPO			TOTAL
COMPONENTES			390,40 €
MONTAJE			510 €
		TOTAL	900,40 €

## ÍNDICE

### V ANEXOS:

- 5.1 Código fuente del dispositivo LCD
- 5.2 Código fuente del accionamiento del sistema
- 5.3 Visión general de la programación escrita
- 5.4 Datasheets del sistema
- 5.5 Bibliografía

## 1. CÓDIGO 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

TMRO 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
```

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```
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
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```
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 ; salta si el bit2 de PUERTA es 1  
CALL NO_CALILT  
CALL CAL_OK  
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'
```

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

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 ; 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'

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```
CALL 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
```

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```

                                RETURN
LCD_C                            BSF PORTC,LCD_RS
                                BCF PORTC,LCD_RW
                                BSF PORTC,LCD_E
                                MOVWF PORTB
                                BCF PORTC,LCD_E
                                CALL TIME_2
                                RETURN

AGUA_OK                          MOVLW B'10000101' ; 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'
```

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```
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
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```
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
```

# PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```
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
```

## 2. CÓDIGO FUENTE DEL ACCIONAMIENTO DEL SISTEMA:

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

```
LIST P=16F84
RADIX HEX
TMRO 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
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

```

                                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
```



## 4. DATASHEETS DEL SISTEMA:

Para no incrementar el contenido del documento hemos creído conveniente adjuntar los datasheets en un archivo independiente de este.

## 5. BIBLIOGRAFÍA:

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.

También hicimos uso de foros de electrónica en general. A continuación mencionamos algunos de los más importantes:

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

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

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

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)

Las asignaturas que nos han ayudado en todo el proceso han sido las siguientes:

**Informática Industrial:** Gracias a ella hemos podido desarrollar el código fuente del programa.

## PROYECTO FINAL DE CARRERA: Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

---

**Diseño y simulación electrónica:** Con ella hemos elaborado todos los planos y circuitos electrónicos.

**Circuitos Integrados Analógicos Lineales/No lineales:** Todo lo referente a amplificadores operacionales y toda la circuitería en general.

El software utilizado para ello fue:

**ORCAD FAMILY**

**AUTOCAD**

**PROTEUS**