

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

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial

Alumno: José Alberto García Sánchez

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 07 de Noviembre de 2013

ÍNDICE

1. MEMORIA	Pág. 5
1.1 Introducción	6
1.2 Normativa	7
1.3 Objetivos	7
2. PLIEGO DE CONDICIONES	Pág. 10
2.1 Reglamento de los sistemas de presión	11
2.2 Sistema de planchado	14
2.3 Plancha	15
2.4 Producción de vapor	15
2.5 Tratamiento del agua	15
2.6 Seguridad del sistema y protección del usuario	15
2.7 Registro de operaciones de mantenimiento	16
2.8 Mantenimiento del depósito y de la caldera	17
2.9 Mantenimiento del sistema	17
2.10 Función de los indicadores	18
2.10.1 LED`s	18
2.10.2 Display LCD	18
3. PLANOS	Pág.20
3.1 Esquema unifilar general circuito control	21
3.2 Esquema circuito de 220V CA	22
3.3 Esquema circuito fuente de alimentación	23
3.4 Esquema circuito de interconexión	24
3.5 Esquema ORCAD circuito de control	25
3.5.1 Placa circuito impreso ruteada	26
3.5.2 Placa circuito impreso copper pour capa bottom	27
3.5.3 Placa circuito impreso copper pour capa top	28
3.5.4 Placa circuito impreso extended gerber	29
3.5.5 Placa circuito impreso componentes	30
3.6 Esquema ORCAD módulo LCD	31

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

3.6.1 Placa circuito impreso ruteada	32
3.6.2 Placa circuito impreso copper pour capa bottom	33
3.6.3 Placa circuito impreso copper pour capa top	34
3.6.4 Placa circuito impreso extended gerber	35
3.6.5 Placa circuito impreso componentes.....	36
4. ANEXOS.....	Pág.37
4.1 Componentes del sistema.....	38
4.1.1 Depósito de agua	39
4.1.2 Caldera	40
4.1.3 Elemento calefactor	40
4.1.4 Elemento de planchado	41
4.2 Elementos utilizados	42
4.2.1 Sensores	42
4.2.2 Indicadores visuales	43
4.2.3 Sistema de control	45
4.2.4 Actuadores	46
4.3 Control de la existencia de agua en el depósito	48
4.3.1 Circuito y funcionamiento sensores de nivel	50
4.4 Control de la presión en la caldera	51
4.5 Funcionamiento de la bomba de agua	53
4.6 Funcionamiento de la resistencia calefactora	54
4.7 Funcionamiento del elemento de planchado.....	55
4.8 Microcontrolador PIC16F877	57
4.8.1 Fallos en el funcionamiento	58
4.9 Programa del microcontrolador	58
4.10 Funcionamiento del circuito de corriente alterna	67
4.11 Funcionamiento del circuito de corriente continua del circuito de control.....	67
4.12 Tratamiento del agua.....	68
4.13 Tuberías.....	76
4.13.1 Tubería de conducción desde el depósito a la caldera.....	77
4.13.2 Tubería de conducción desde la caldera a la plancha	78

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

5. PRESUPUESTOPág.80

5.1 Componentes módulo de control81

5.2 Componentes módulo LCD e indicadores.....82

5.3 Componentes centro de planchado82

5.4 Presupuesto total.....83

6. BIBLIOGRAFÍA.....Pág. 84

1. MEMORIA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

1.1 INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

Se pide en este proyecto que el depósito de agua destilada tenga una capacidad de almacenamiento de 5 litros. En este centro de planchado es posible rellenar el depósito a medida que se acaba el agua y además es posible regular la emisión del vapor, pudiendo utilizar una mayor cantidad del mismo sobre ciertas prendas que así lo requieran.

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

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

1.2 NORMATIVA

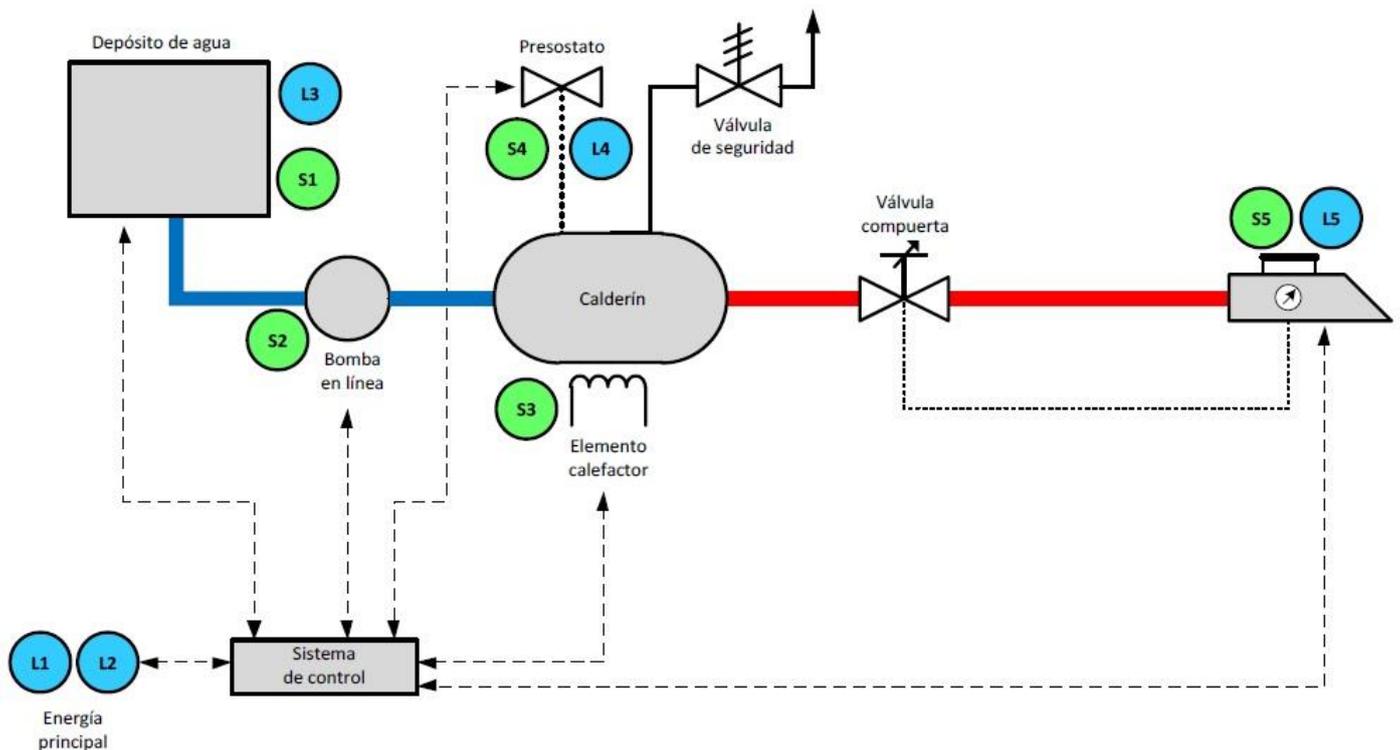
La normativa principal que abarca este proyecto es la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP1 Reglamento de aparatos a presión (Apartado 2.1).

1.3 OBJETIVOS

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

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

A continuación el esquema funcional de la instalación.

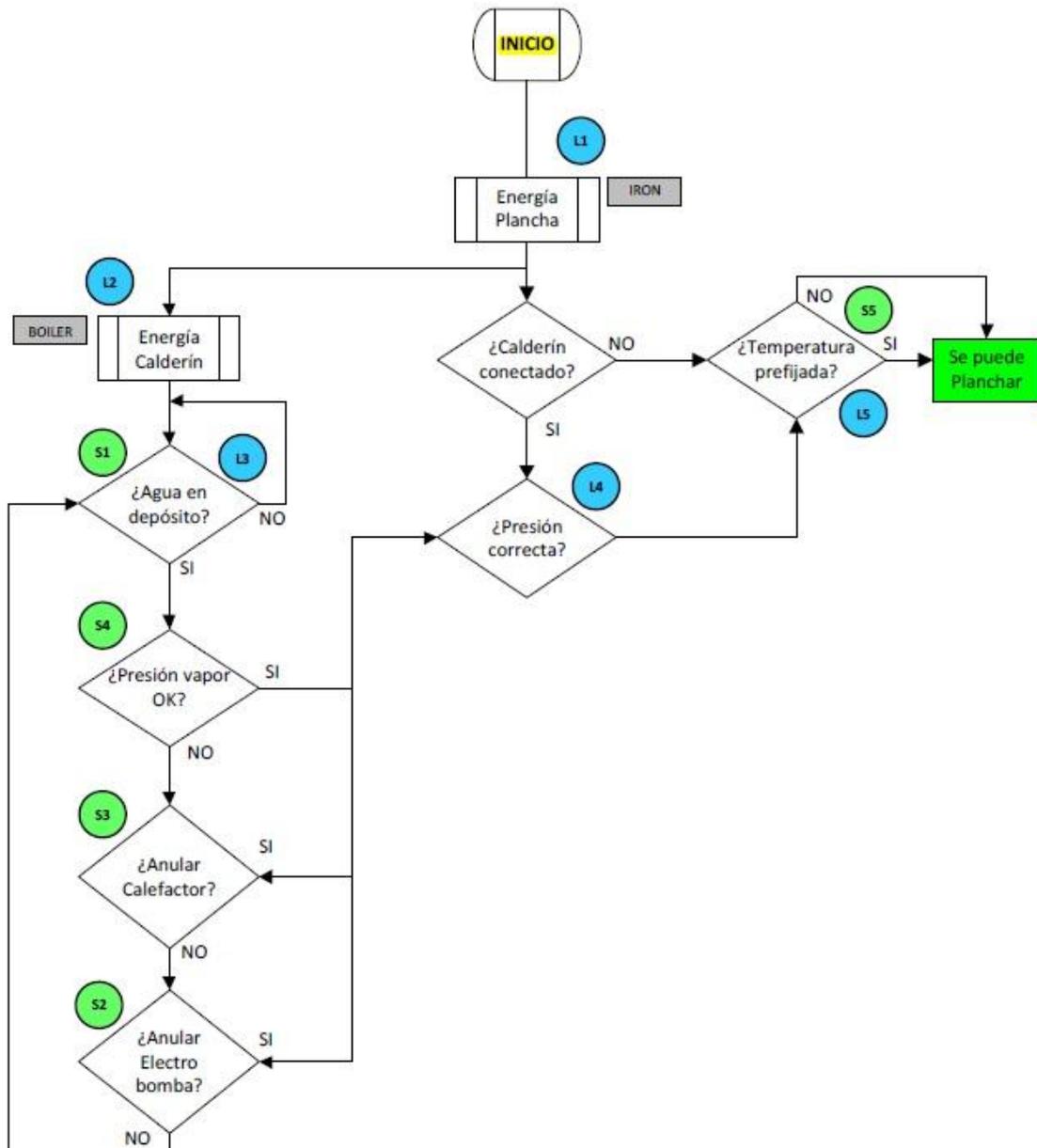


PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

Para una mayor comprensión de este proyecto obsérvese la siguiente figura



Flujograma de funcionamiento

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

- L1.- Indicación presencia tensión en la resistencia de la caldera
- L2.- Indicación presencia de tensión en el elemento de planchado
- L3.- Indicación de falta de agua en el depósito
- L4.- Indicación presión alcanzada en el calderín
- L5.- Indicación temperatura alcanzada en el elemento de planchado
- S1.- Sensor de mínimo nivel de agua en el depósito

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

- S2.- Sensor de aporte agua entre depósito y calderín
- S3.- Sensor de funcionamiento de la resistencia calefactora
- S4.- Sensor presión alcanzado en el interior del calderín
- S5.- Sensor de temperatura plancha

Los indicadores serán diodos led's de bajo consumo de diferentes colores colocados en el cuadro de control de la instalación.

En el anexo 4.1 y 4.2 se explica con más detalle cada indicador y cada sensor.

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 REGLAMENTO DE LOS SISTEMAS DE PRESIÓN

En este apartado se mencionarán los puntos del “Reglamento de Sistemas a Presión (Artículo 5)” influyentes en este proyecto.

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

1. Materiales.

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

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

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

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

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

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

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

2. Diámetro de la tubería.

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

-Vapor saturado: 50 m/s.

-Vapor recalentado y sobrecalentado: 60 m/s.

-Agua sobrecalentada y caliente: 5 m/s.

3. Uniones

Las uniones podrán realizarse por soldadura, embridadas o roscadas. Las soldaduras de uniones de tuberías con presiones de diseño mayores que 13 kg./cm² deberán ser realizadas por soldadores con certificado de calificación.

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

4. Ensayos y pruebas

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

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

5. Puesta en servicio

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

6. Instalación

1. La instalación de tuberías y accesorios para vapor, agua sobrecalentada y caliente, estará de acuerdo con la norma UNE u otra norma internacionalmente reconocida.
2. Las tuberías podrán ser aéreas y subterráneas, pero en todos los casos deberán ser accesibles, por lo que las subterráneas serán colocadas en canales cubiertos o en túneles de servicios.
3. Con el fin de eliminar al mínimo las pérdidas caloríficas, todas las tuberías deberán estar convenientemente aisladas, según Decreto 1490/1975.
4. Para evitar que los esfuerzos de dilatación graviten sobre otros aparatos, tales como calderas, bombas o aparatos consumidores, se deberán prever los correspondientes puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar totalmente de solicitaciones a estos aparatos.
5. En todos los casos, los equipos de bombeo de agua sobrecalentada, equipos consumidores, válvulas automáticas de regulación u otros análogos, deberán ser seccionables con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación.
6. Todos los equipos de bombeo de agua sobrecalentada y caliente dispondrán en su lado de impulsión de un manómetro.
7. La recuperación de condensados en los que exista la posibilidad de contaminación por aceite o grasas requerirá la justificación ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente de los dispositivos y tratamientos empleados para eliminar dicha contaminación y, en caso contrario, serán evacuados.
8. Instalación de tuberías auxiliares para las calderas de vapor, agua sobrecalentada y agua caliente.

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

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

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

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

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

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

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

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

2.2 SISTEMA DE PLANCHADO

Este proyecto fin de carrera se basa en el diseño de un sistema de planchado industrial, el cual se encontrará regulado y controlado por medio de varios sensores y dispositivos electrónicos.

La respuesta de los sensores es determinante para que el sistema sea seguro, ya que de ellos depende detectar cualquier error que se pueda producir.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

2.3 PLANCHA

La plancha se encontrará alimentada por una fuente de vapor. Dispondrá de un elemento calefactor, encargado de calentar la base de la plancha, fabricada en acero inoxidable.

Para garantizar tanto la seguridad del usuario como la durabilidad de los componentes, la temperatura de la plancha se encontrará controlada por medio de un termostato.

2.4 PRODUCCIÓN DE VAPOR

La producción de vapor se realiza por medio del calentamiento de agua a una temperatura superior a 100°C. El agua debe pasar por varios procesos que garanticen su calidad para evitar futuros problemas como la obstrucción, corrosión, etc. El sistema estará sujeto a la normativa correspondiente de generadores de vapor y calderas.

2.5 TRATAMIENTO DEL AGUA

Tanto el agua que circula por el sistema, como la que es expulsada por éste, deberá ser tratada para garantizar un buen funcionamiento, seguridad, larga vida útil y una NO contaminación.

2.6 SEGURIDAD DEL SISTEMA Y PROTECCIÓN DEL USUARIO

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

Hay que elegir materiales de gran calidad y resistencia, también se emplean una gran variedad de sensores para controlar todos los bloques del sistema a través de los indicadores luminosos y la pantalla LCD que nos permite supervisar en tiempo real el estado de las distintas variables a controlar.

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

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

2.7 REGISTRO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

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

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o mediante mecanizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación, debiendo figurar la siguiente información como mínimo:

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

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

2.8 MANTENIMIENTO DEL DEPÓSITO Y DE LA CALDERA

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

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

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

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

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

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

2.9 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

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

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

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

2.10 FUNCIÓN DE LOS INDICADORES

2.10.1 LED's

Se utilizarán diversos LEDs para indicar estados sobre el funcionamiento del sistema.

- **LEDs AZULES:** Indican el funcionamiento de la bomba y de la resistencia calefactora.
- **LEDs VERDES:** Indican la presión adecuada en el calderín y la temperatura de referencia en el elemento de planchado.
- **LED AMARILLO:** Indica que se ha puesto en marcha el sistema.
- **LED ROJO:** Indica la falta de agua en el depósito.

2.10.2 DISPLAY LCD

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

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

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

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

NIVEL AGUA FALTA: Se ha alcanzado el nivel más bajo de agua en el depósito.

NIVEL AGUA OK : El nivel de agua del depósito es el adecuado.

TEMP PLANCHA FRIA: La temperatura adecuada para planchar no se ha alcanzado.

TEMP PLANCHA OK: Temperatura adecuada de planchado y que ésta es menor de 120 °C.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

CALEFACTOR OFF: El calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) y, por lo tanto no se producirá vapor en el calderín.

CALEFACTOR ON: Temperatura de ebullición (100°C) y por lo tanto, se producirá vapor.

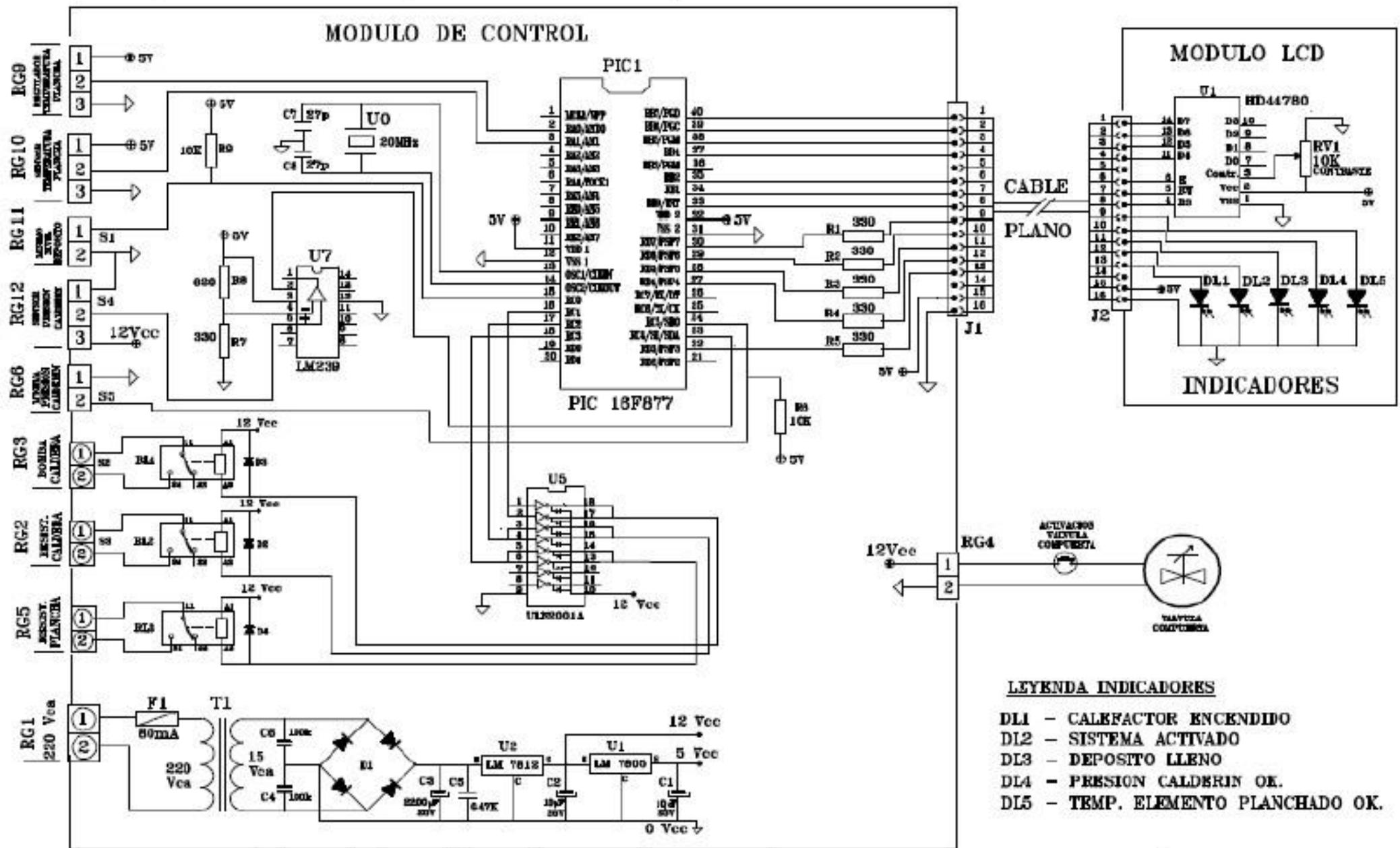
PRESIÓN NO: La presión en el calderín no ha alcanzado los 3.5 bares.

PRESIÓN OK: Indica que la presión del calderín es la adecuada.

3. PLANOS

MODULO DE CONTROL

MODULO LCD

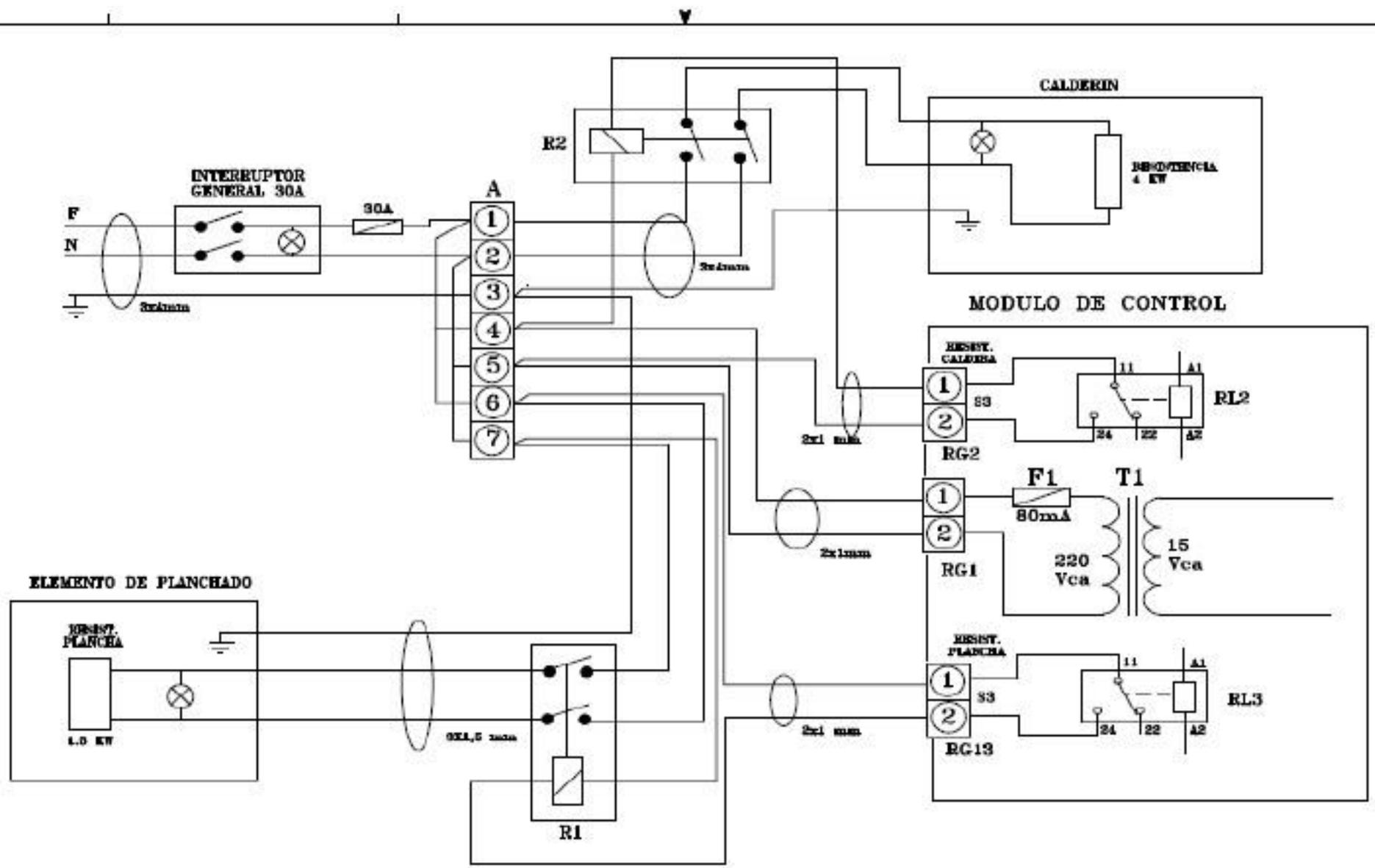


B	A	O	FECHA
M	M	M	UNIDAD
			DIBUJADO
			COMPROBADO
			APROBADO

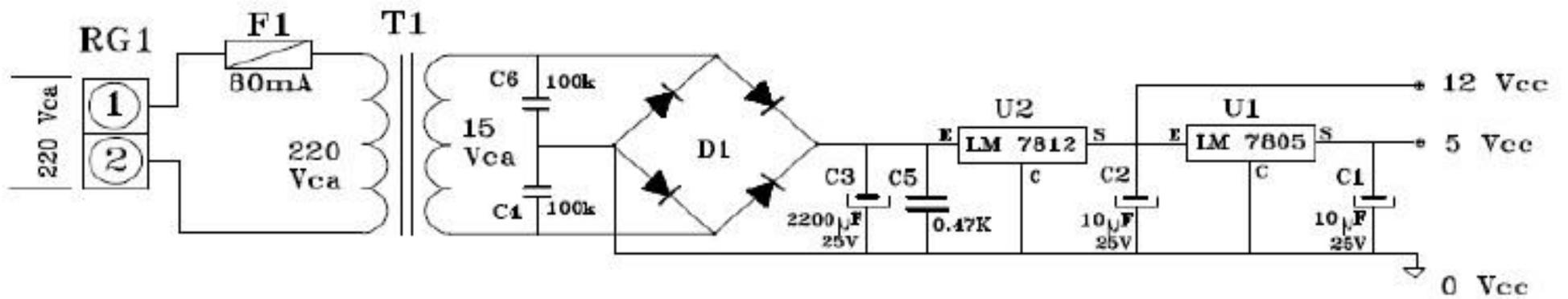
ESCALA

CIRCUITO DE CONTROL
 MODULO LCD e INDICADORES
 UNIVERSIDAD P. CARTAGENA

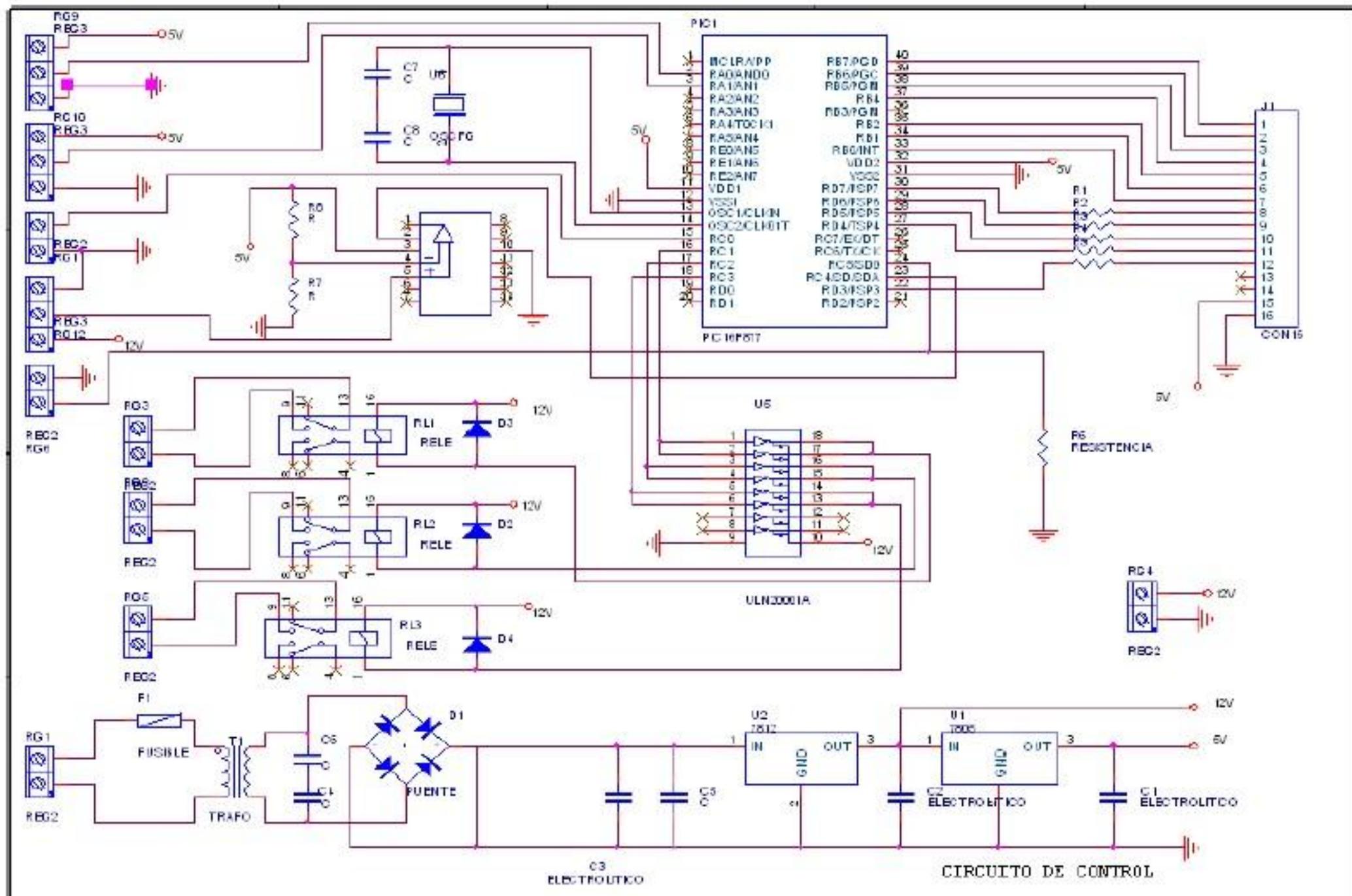
ARCHIVO	
ANILA	ANULADO
HQA	SEUE
REV.	
PLANO N° 1	



B	A	O	FECHA	ESCALA	CIRCUITO DE 220 VCA	ARCHIVO		
M	M	M	UNIDAD			ANULA	ANULADO	
			DIBUJADO			HOLA	SKUE	REV.
			COMPROBADO			UNIVERSIDAD P. CARTAGENA		
			APROBADO			PLANO N° 2		



B	A	O	FECHA	ESCALA	FUENTE ALIMENTACION	ARCHIVO		
			UNIDAD		CIRCUITO DE CONTROL	AREA	ANILADO	
			DIBUJADO		UNIVERSIDAD P. CARTAGENA	FOJA	SIGUE	REV.
			COMPROBADO		PLANO N° 3			
M	M	M	APROBADO					

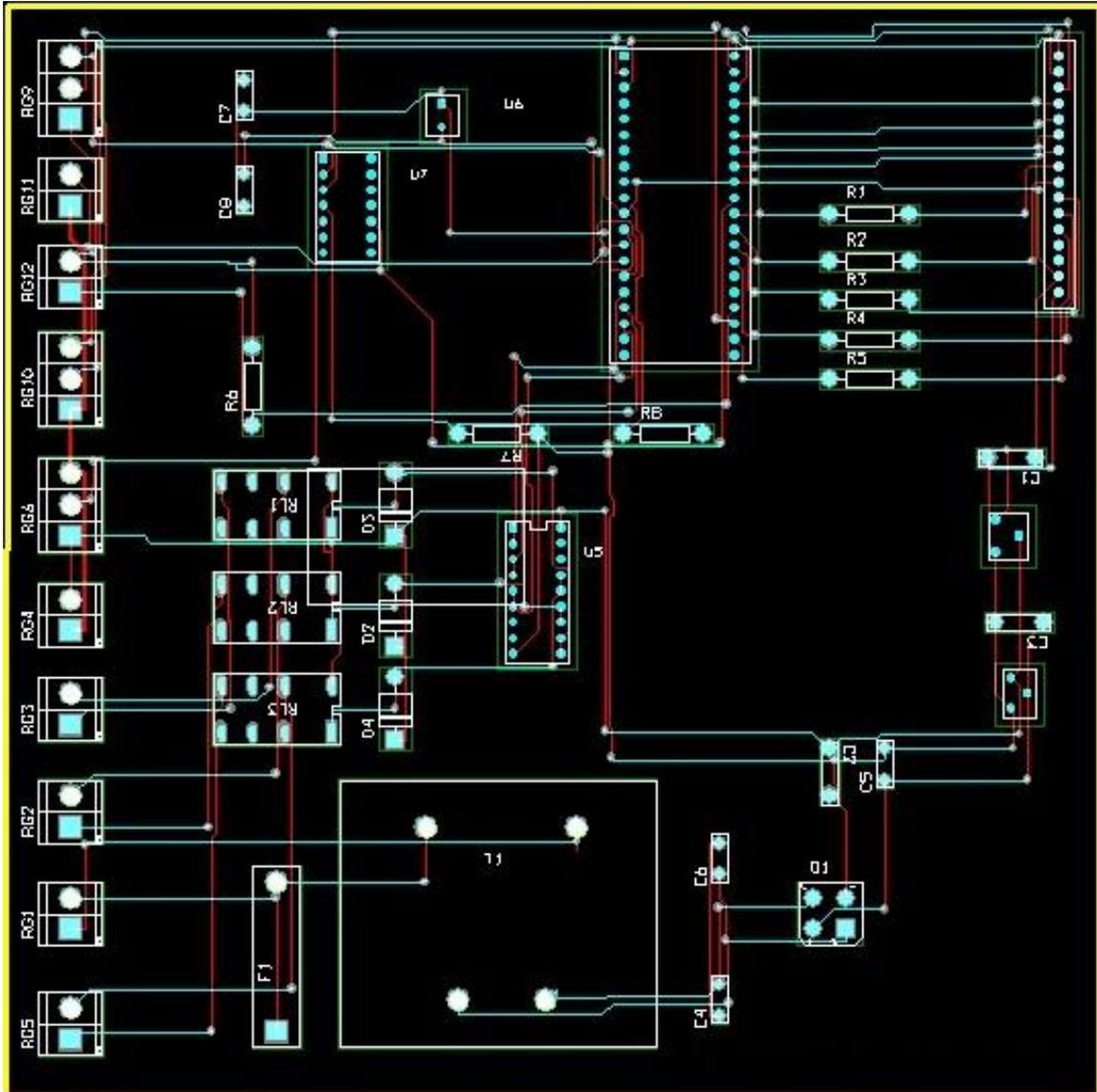


PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

3.5.1. Placa circuito impreso ruteada

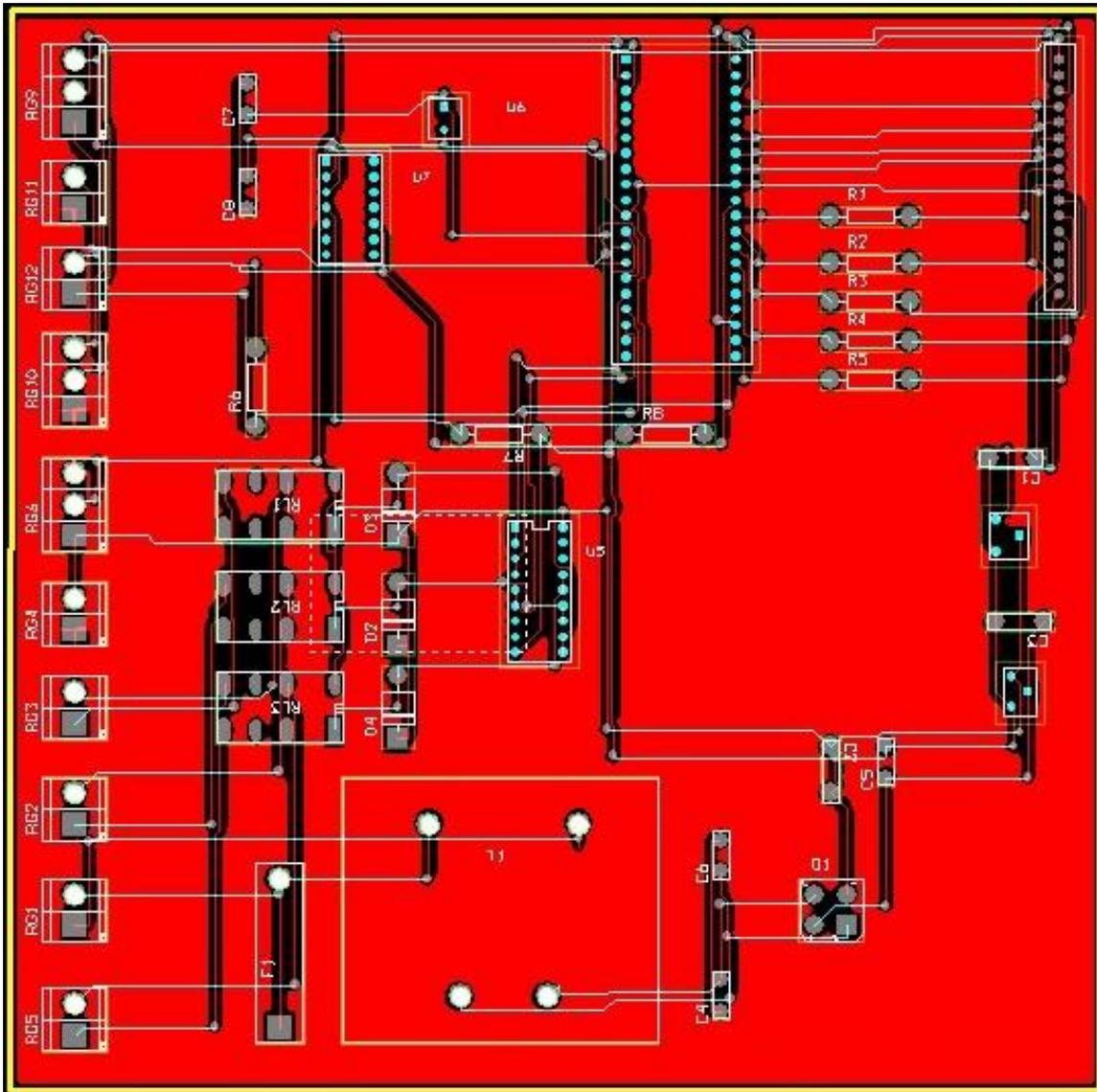


PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

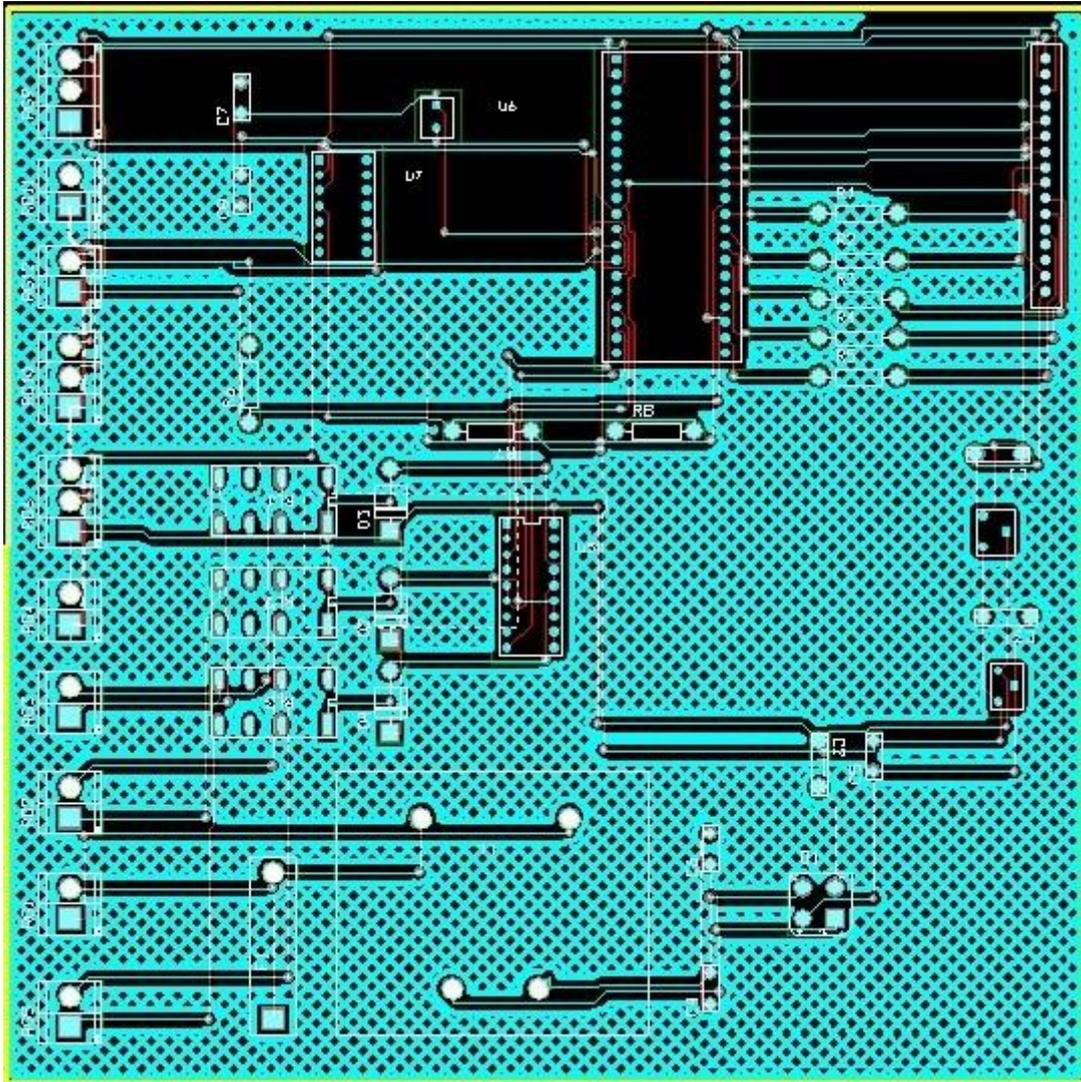
3.5.2 Placa de circuito impreso copper pour capa bottom



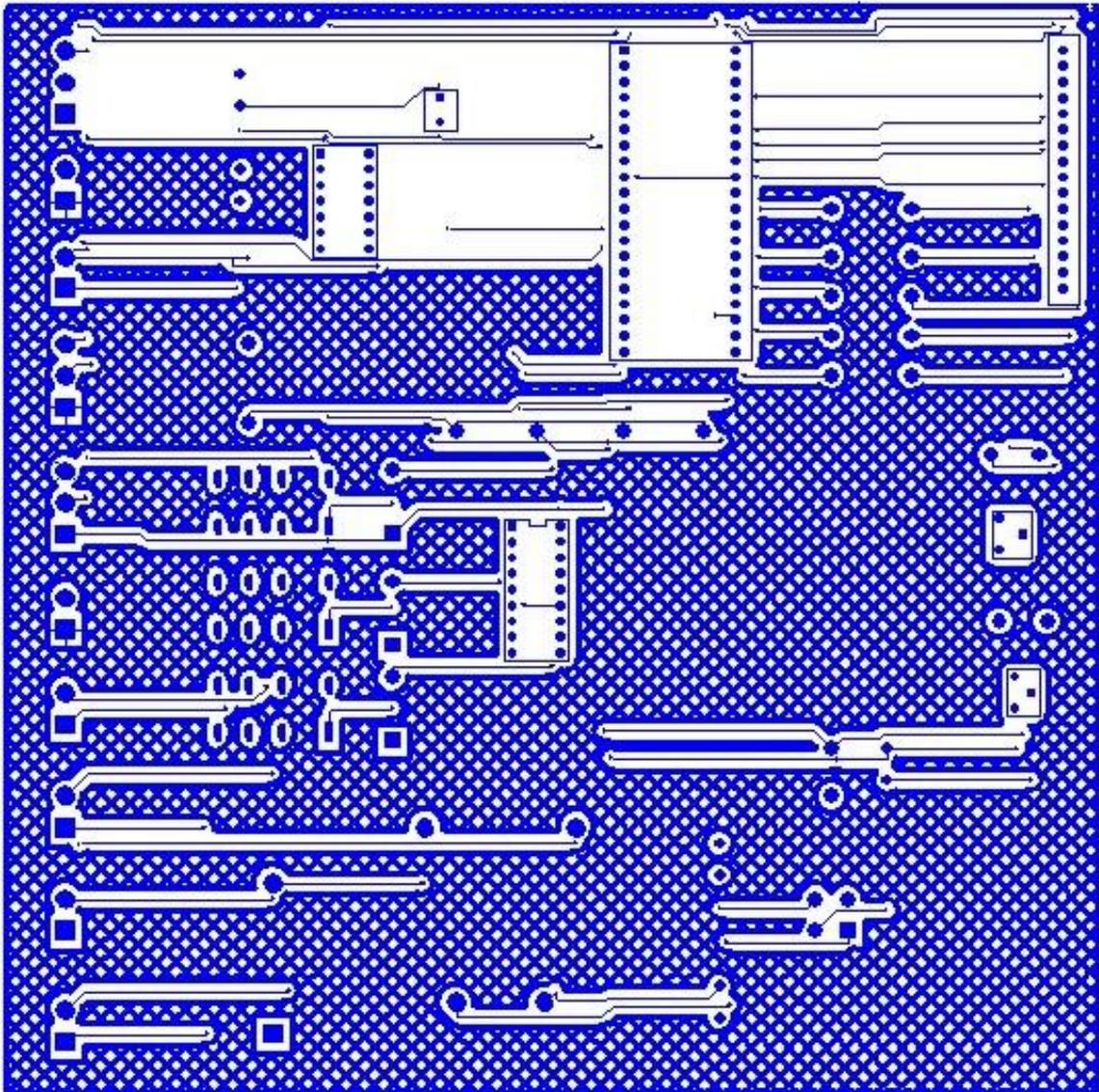
PROYECTO FINAL DE CARRERA

Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial
José Alberto García Sánchez

3.5.3 Placa de circuito impreso copper pour capa top



3.5.4 Placa de circuito impreso extended gerber

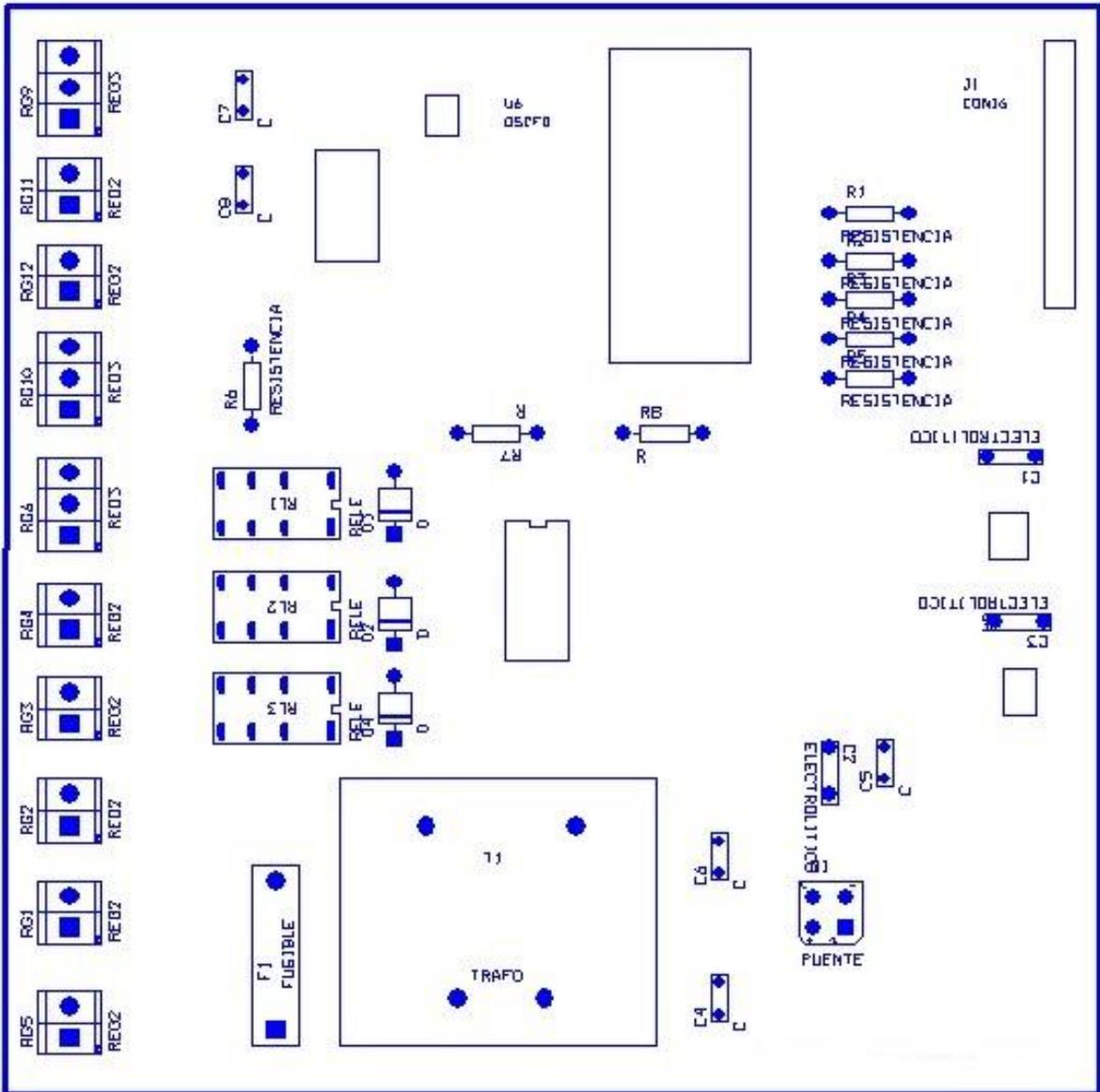


PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

3.5.5 Placa circuito impreso componentes

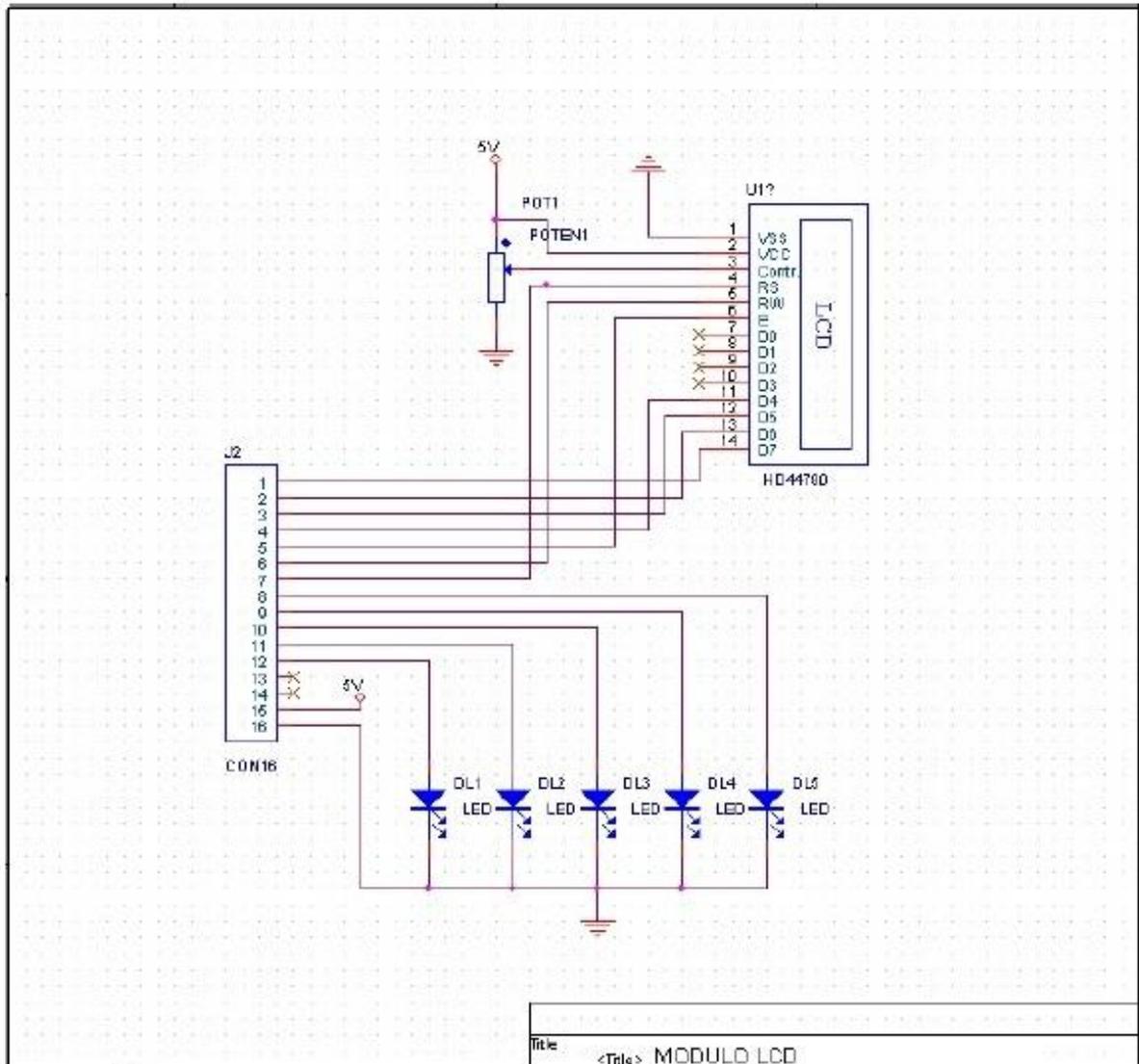


PROYECTO FINAL DE CARRERA

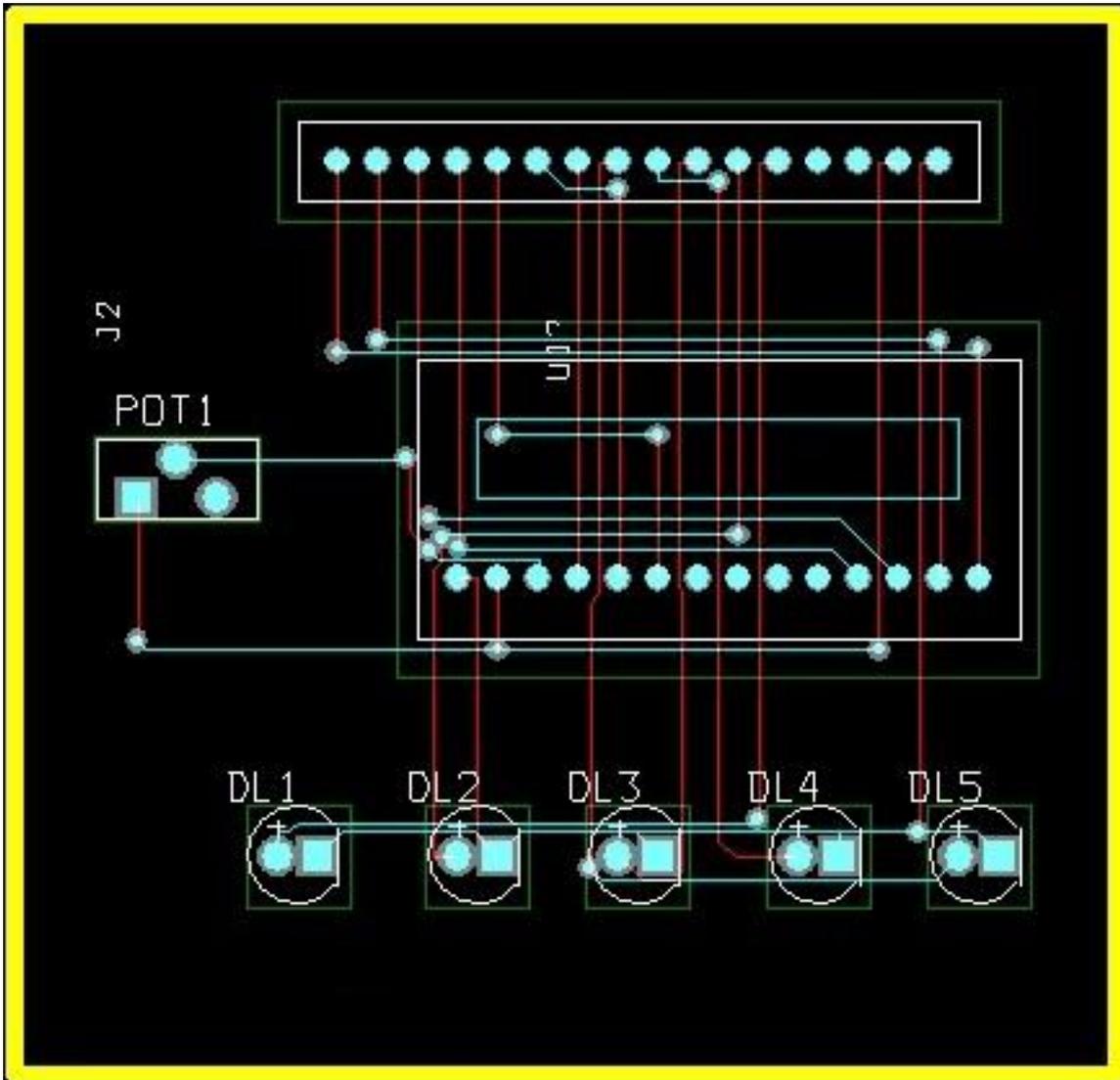
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial

José Alberto García Sánchez

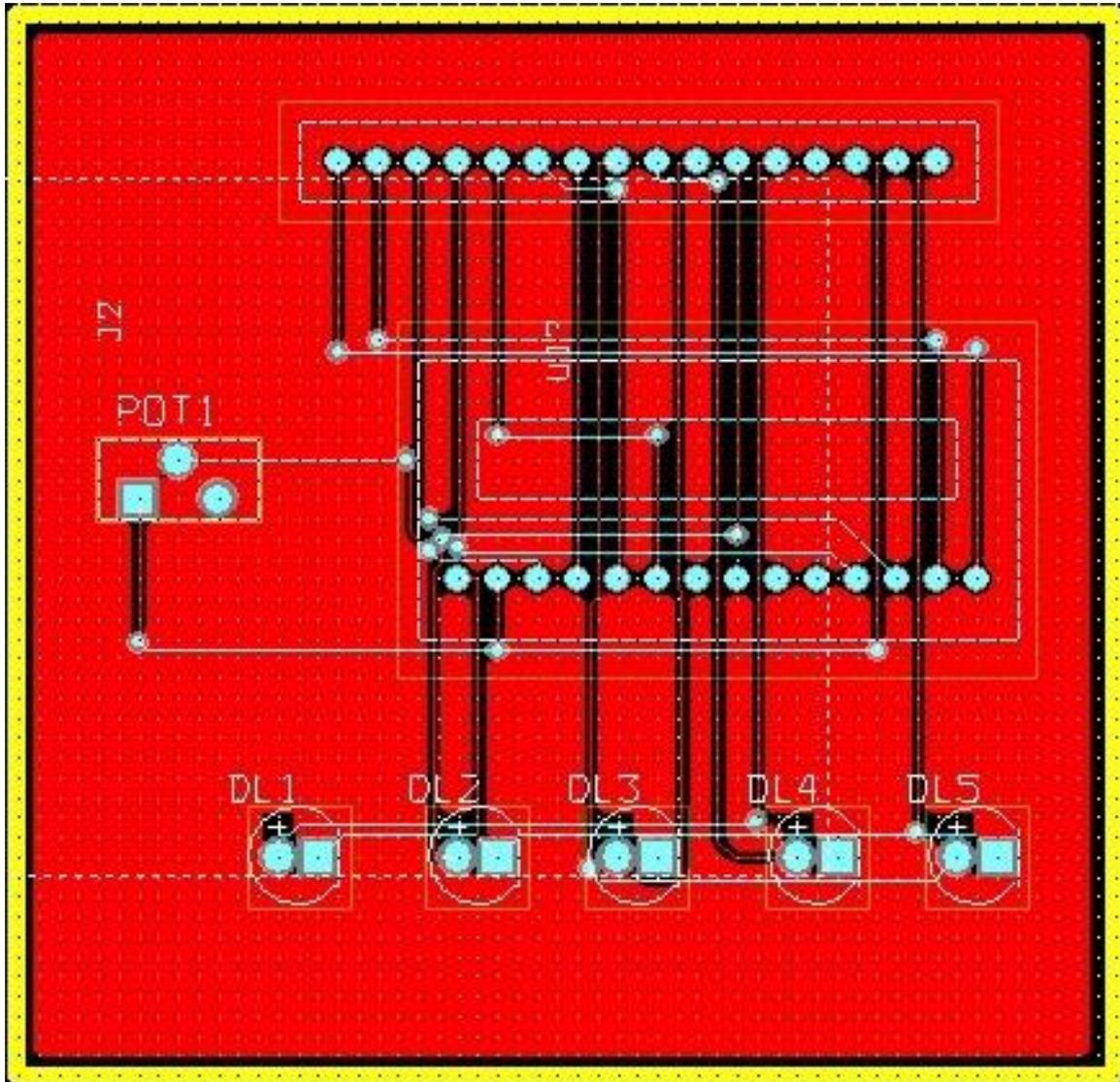
3.6 Esquema ORCAD módulo LCD



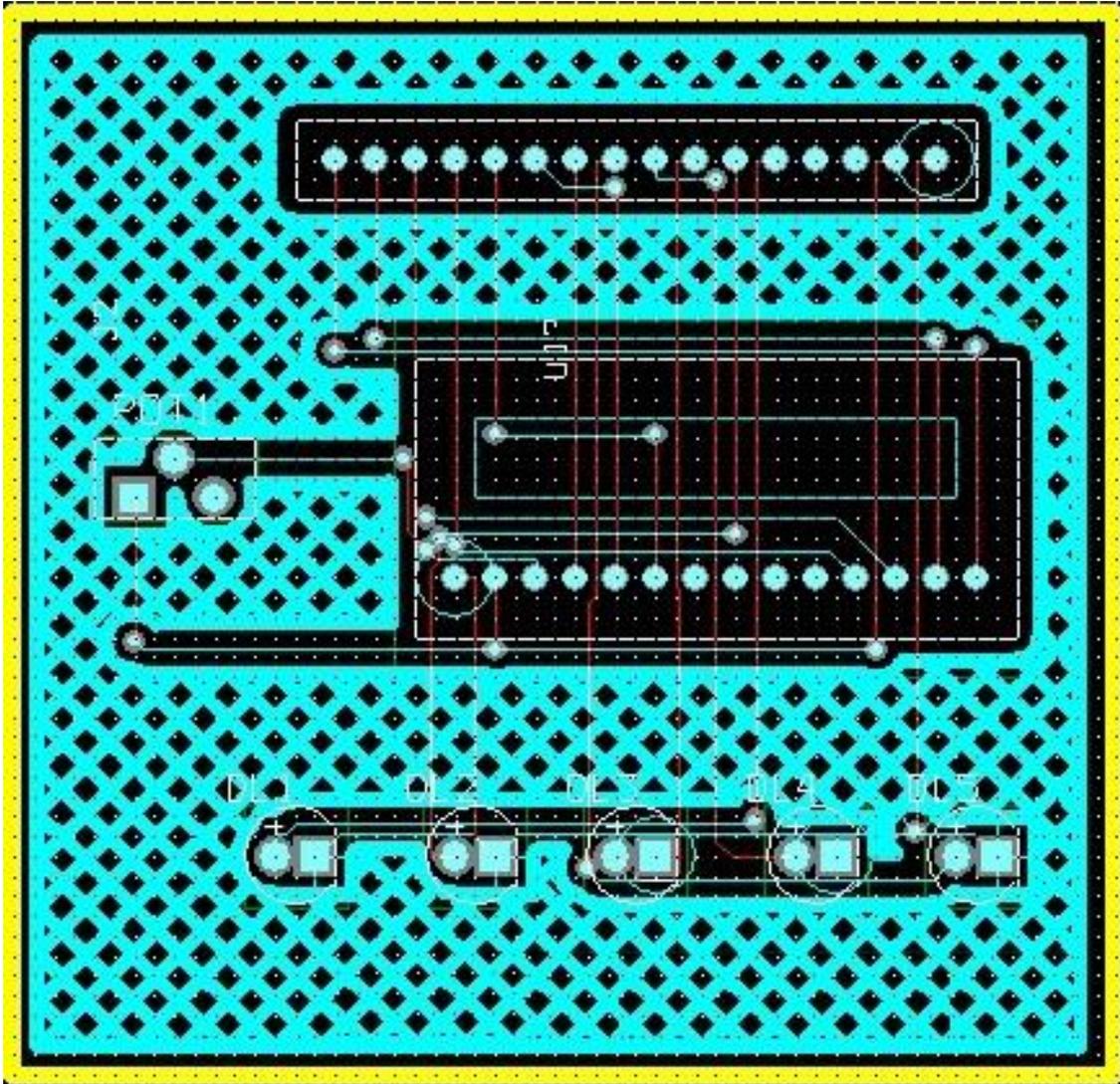
3.6.1 Placa circuito impreso ruteada



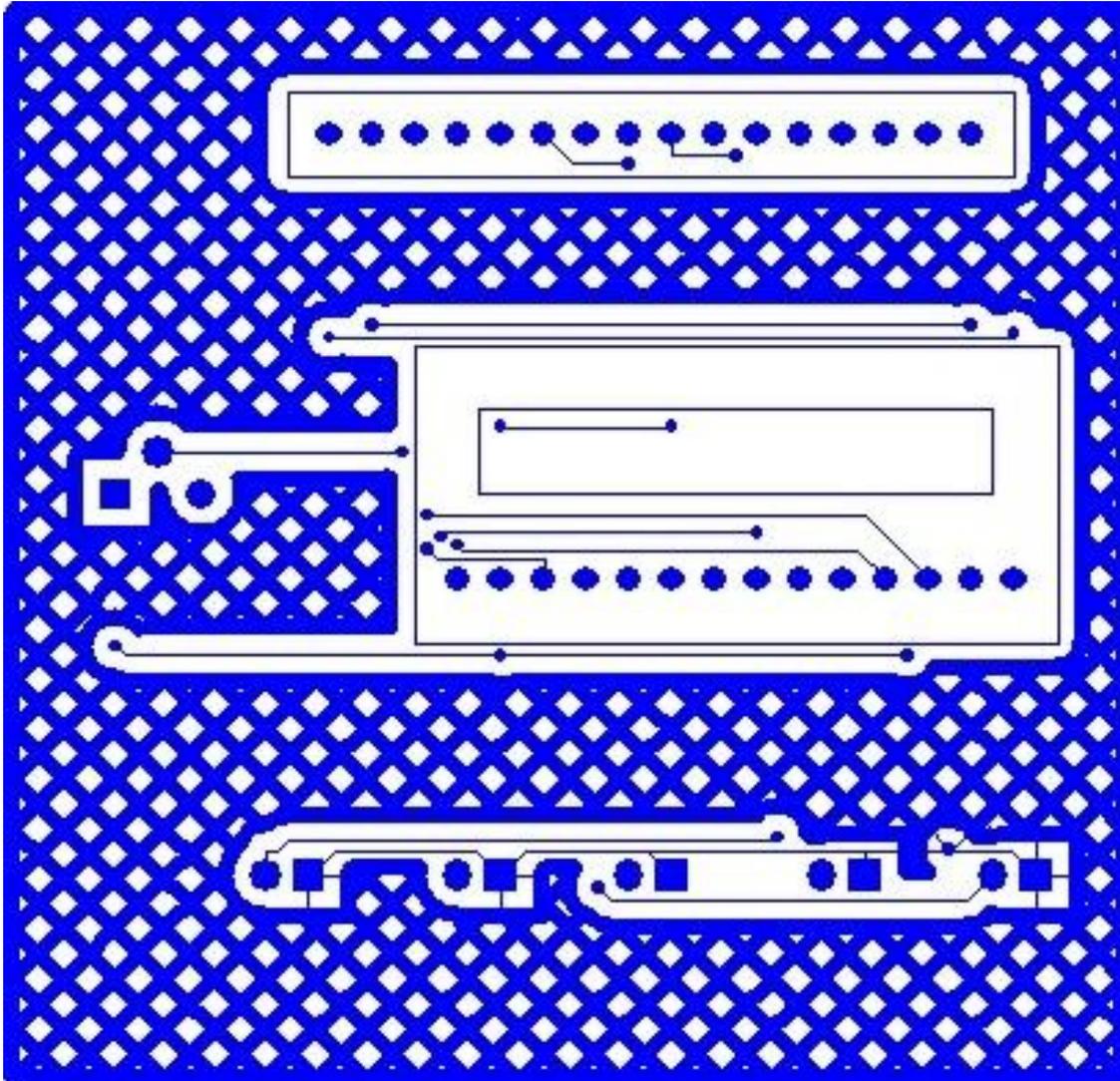
3.6.2. Placa circuito impreso copper pour capa bottom



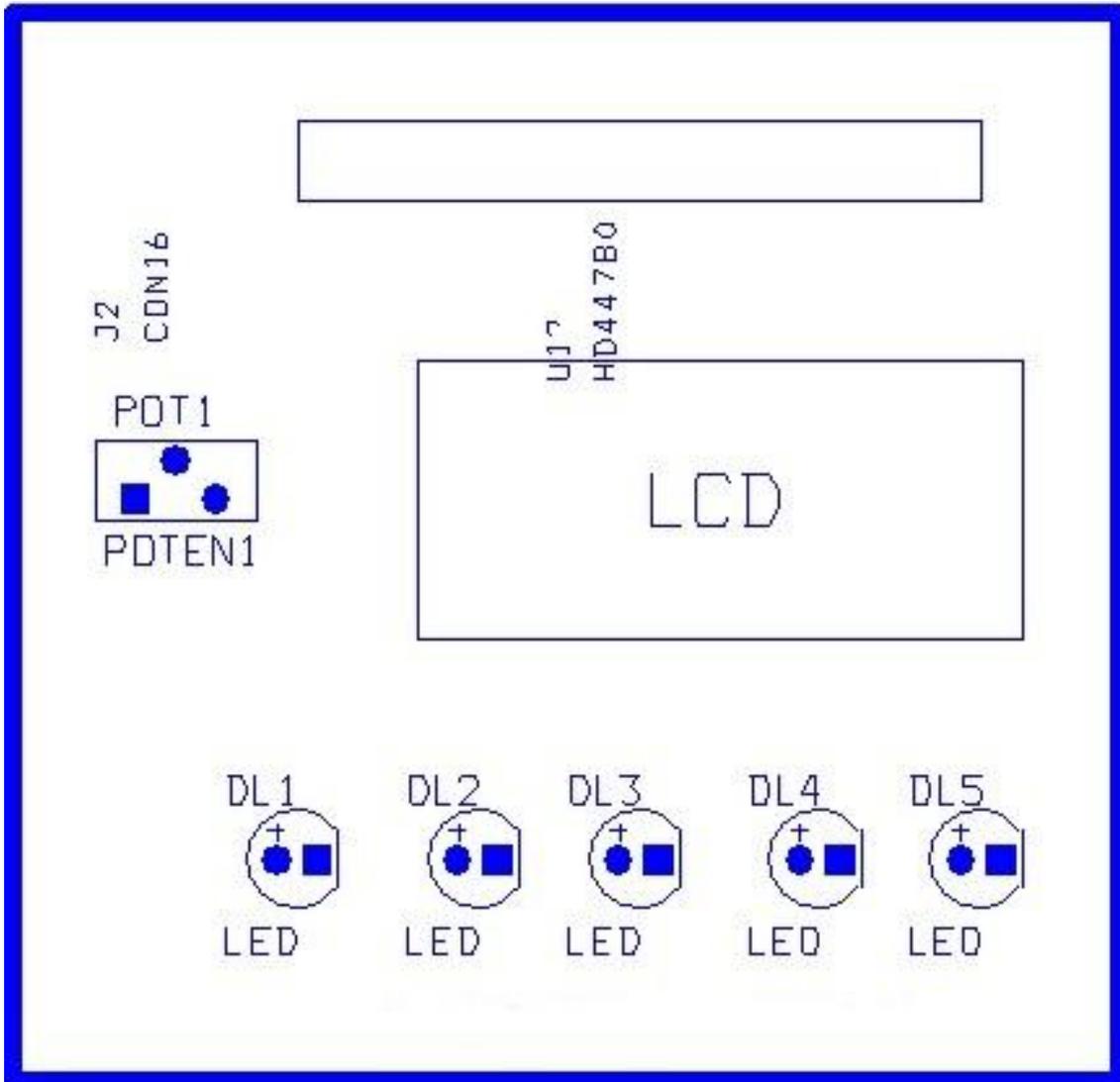
3.6.3 Placa de circuito impreso copper pour capa top



3.6.4 Placa de circuito impreso extended gerber



3.6.5 Placa circuito impreso componentes



4. ANEXOS

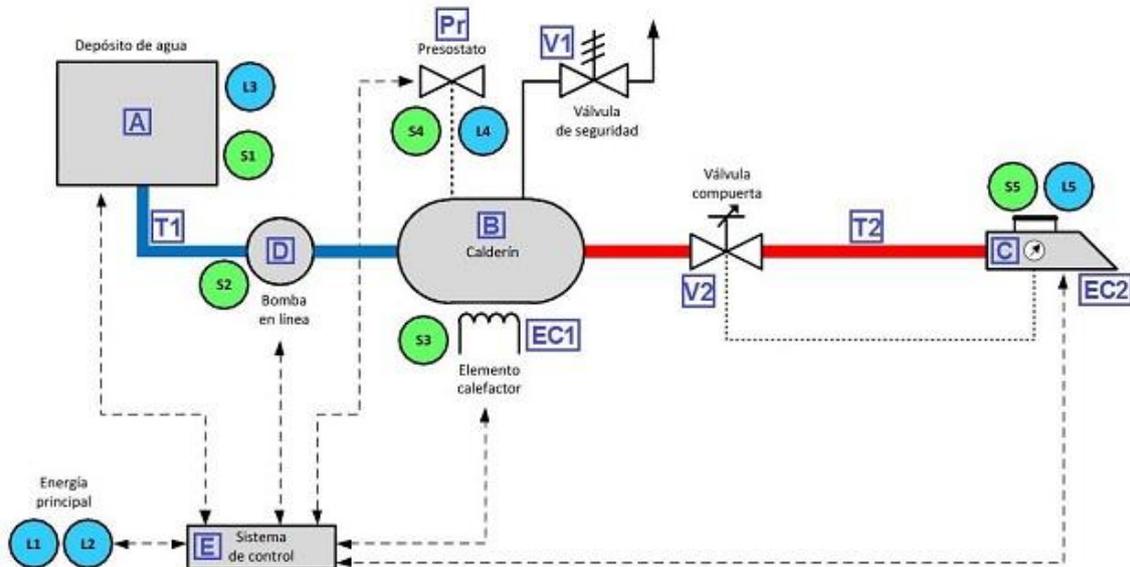
PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

4.1 COMPONENTES DEL SISTEMA

Finalmente, la distribución del sistema y sus componentes quedará de la siguiente forma:



A - Depósito de agua o líquido.

L3.- Indicación visual de falta de agua en el depósito.

S1.- Sensor de existencia de agua.

B - Calderín.

L4.- Indicador visual de presión alcanzada en el calderín.

S4.- Sensor de presión alcanzada en el interior de la caldera.

S3.- Sensor de funcionamiento de la resistencia calefactora de la caldera.

Pr - Presostato.

V1 - Válvula de seguridad.

EC1- Elemento Calefactor del calderín/caldera.

C - Elemento de Planchado.

L5.- Indicador visual de temperatura alcanzada por el elemento de planchado.

S5.- Sensor de temperatura del elemento de planchado.

EC2- Elemento Calefactor de la plancha.

V2 - Electroválvula suministradora de vapor.

D - Bomba.

S2.- Sensor de funcionamiento de la bomba de aporte de agua al calderín.

E - Sistema de Control.

L1.- Indicador visual de activación del elemento calefactor de la caldera.

L2.- Indicador visual de activación del elemento de planchado.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial
José Alberto García Sánchez

T1 - Tubería de polietileno del depósito a la bomba y al calderín.

T2 - Tubería de polipropileno del calderín al elemento de planchado.

4.1.1 DEPÓSITO DE AGUA

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

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

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

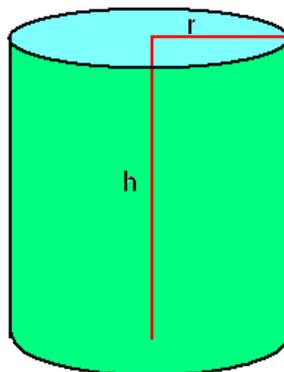
Utilizaremos dos sensores de nivel que nos dirán el nivel máximo de agua en el depósito a la hora del llenado y el mínimo nivel para avisarnos de falta de agua.

Como sabemos que 1 litro equivale a 1000 cm^3 nuestro depósito tendrá una capacidad de 6000 cm^3 para que en el caso de que el nivel de agua alcance los 5 litros haya un margen de 1 litro antes de su rebosamiento. Para calcular las dimensiones del depósito usaremos la fórmula del volumen para un cilindro.

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

Si utilizamos un depósito con un radio de 10 cm:

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



PROYECTO FINAL DE CARRERA

Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial
José Alberto García Sánchez

4.1.2 CALDERA

Descripción física.

Tal y como nos dice el enunciado del proyecto, la caldera tendrá un consumo máximo de 3,5Kw y una presión para trabajar de 3,5 bares controlada por un presostato. En el caso de sobrepasar esta cantidad dispondremos de una válvula de seguridad que estará tarada a 5 bares de presión. Por encima de esta presión, el sistema expulsará al aire el exceso de presión de vapor, para evitar la rotura de manguitos, agrietamientos o la explosión de la caldera.

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

Para asegurarnos que puede albergar 5 litros de agua colocaremos una caldera de 6 litros.

La caldera debe de ir pintada exteriormente con una mano de imprimación antioxidante y con otra mano de pintura antitérmica. El envoltente exterior estará recubierto por una manta de lana de vidrio. Esta capa de lana mineral va a su vez recubierta por una envoltente de chapa galvanizada de 1mm de espesor.

Descripción técnica

Para controlar la presión en el interior de la caldera, de modo que se encuentre dentro de un margen de valores de funcionamiento concreto, se usará un sensor de presión que nos proporcionara una tensión de 0 a 5 voltios (anexo 4.4).

4.1.3 ELEMENTO CALEFACTOR

Descripción física

Introduciremos un elemento calefactor para calentar el agua de la caldera y así producir el vapor necesario para llevar a cabo el planchado.

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez



El sensor utilizado es el LM35, el cuál proporciona 10mV a la salida por cada grado a la entrada.

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

4.1.4 ELEMENTO DE PLANCHADO

Estará constituida de:

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

SUELA DE LA PLANCHA

Es la zona que entra en contacto con el tejido. Fabricada de acero inoxidable, tendrá varios orificios por los que saldrá el vapor procedente de la caldera la plancha.



ELEMENTO CALEFACTOR DE LA PLANCHA

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

4.2 ELEMENTOS UTILIZADOS

4.2.1 SENSORES

Utilizaremos 3 tipos de sensores: **presión, temperatura y nivel.**

- **Sensor de Presión**

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



En el caso de que el calderín alcanzara una presión anormalmente alta, se activaría la válvula de seguridad.

- **Sensor de Temperatura**

Se usará el sensor de **temperatura de LM35**. Este sensor nos permitirá saber la temperatura de la caldera. Es un sensor con una precisión calibrada de 1°C. Su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C. La salida es lineal y cada grado centígrado equivale a 10mV, por lo tanto:

$$150^{\circ}\text{C} = 1500\text{mV}$$

$$-40^{\circ}\text{C} = -400\text{mV}$$



Sus características más relevantes son:

- Esta calibrado directamente en grados Celsius.
- La tensión de salida es proporcional a la temperatura.
- Tiene una precisión garantizada de 0.5°C a 25°C.
- Opera entre 4 y 30 voltios de alimentación.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial
José Alberto García Sánchez

- Baja impedancia de salida.
 - Baja corriente de alimentación (60uA).
 - Bajo costo.
-
- **Sensor de Nivel**

Utilizaremos el sensor de nivel tipo flotador horizontal **LCS-01** de **Gentech**.

Este sensor es el encargado de controlar el nivel del depósito y del calderín, detectando cuando se alcanza el nivel preestablecido de líquido. Sensor de alta calidad, robusto y fiable.



Para detectar el nivel de líquido, se colocarán dos sensores de presión a distintas alturas, uno en contacto con el agua y otro siempre a salvo de ésta.

4.2.2 INDICADORES VISUALES

Para conocer el estado del sistema, necesitamos varios elementos que nos muestren la información obtenida: **Display's LCD y LED's**.

- **Display LCD**

Una **pantalla de cristal líquido** o **LCD (liquid crystal display)** es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora, capaz de mostrar caracteres alfanuméricos.

En nuestro diseño se usará un Display LCD de 4 líneas por 16 caracteres cada una, es decir, 4x16.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez



Este dispositivo nos mostrará los diferentes mensajes que podrían aparecer:

NIVEL AGUA FALTA: Se ha alcanzado el nivel más bajo de agua en el depósito.

NIVEL AGUA OK : El nivel de agua del depósito es el adecuado.

TEMP PLANCHA FRIA: La temperatura adecuada para planchar no se ha alcanzado.

TEMP PLANCHA OK: Temperatura adecuada de planchado y que ésta es menor de 120 °C.

CALEFACTOR OFF: El calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) y, por lo tanto no se producirá vapor en el calderín.

CALEFACTOR ON: Temperatura de ebullición (100°C) y por lo tanto, se producirá vapor.

PRESIÓN NO: La presión en el calderín no ha alcanzado los 3.5 bares.

PRESIÓN OK: Indica que la presión del calderín es la adecuada.

• Indicadores LED's

Se usarían LED's de varios colores para indicar los diferentes estados del sistema:

- **LEDs AZULES**: Indican el funcionamiento de la bomba y de la resistencia calefactora.
- **LEDs VERDES**: Indican la presión adecuada en la caldera y la temperatura de referencia en el elemento de planchado.
- **LED AMARILLO**: Indica que se ha puesto en marcha el sistema.
- **LED ROJO**: Indica la falta de agua en el depósito.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

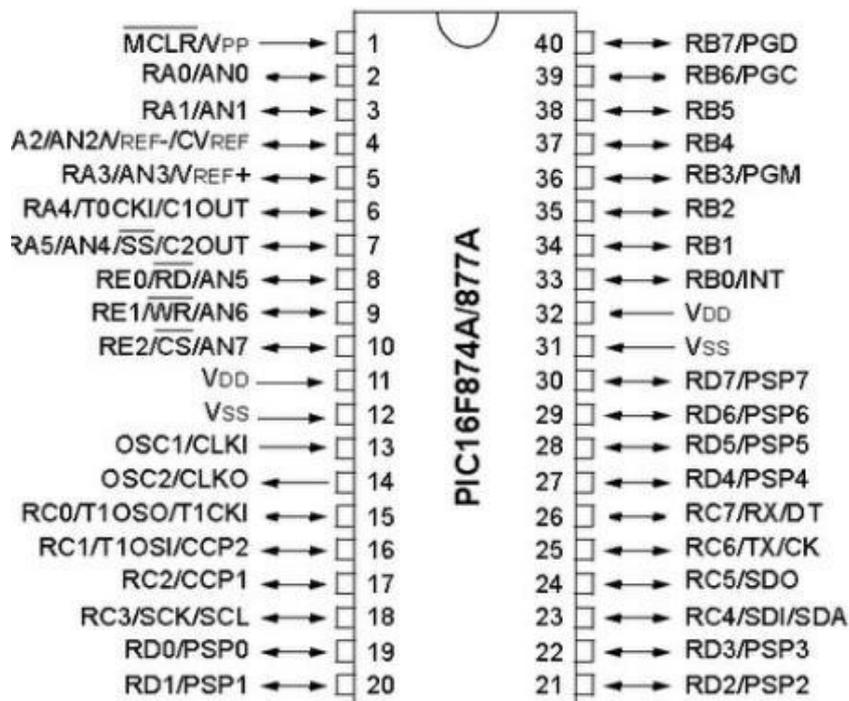
4.2.3 SISTEMA DE CONTROL

El cerebro del sistema será el **microcontrolador PIC16F877A** programado en lenguaje Ensamblador, el cual se encargará tanto de la gestión de la información mostrada en el LCD como del control del sistema.



Este microcontrolador presenta una serie de características muy interesantes:

- Memoria del programa con 8K posiciones por 14 bits.
- La memoria de datos (RAM) de 368 posiciones por 8 bits.
- La memoria EEPROM 256 posiciones por 8 bits.
- El procesador, propiamente dicho, está formado por la ALU (unidad aritmética lógica) el registro de trabajo W.
- Los periféricos I/O; Port A, B, C, D, E; el TMR0 (temporizador contador de eventos); TMR1 y TMR2 entre otros módulos.
- Un registro de instrucción que se carga cada vez que la ALU solicita una nueva instrucción a procesar.



PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

Sin embargo, para el accionamiento del sistema utilizaremos el **PIC16F84**, de características similares pero más reducidas.

4.2.4 ACTUADORES

Usaremos tres elementos: **Válvula de seguridad, electroválvula y bomba.**

- **Válvula de Seguridad**

Se encarga de la expulsión de la presión si se supera el límite de seguridad. La válvula elegida es la **309400_VALV. SEG. TEMPERATURA Y PRESIÓN- 1/2" 10BAR.**



Cabe destacar entre sus características: Temperatura de calibración 90°C. Potencia de descarga 1/2" - 3/4" x Ø15:10KW. 3/4" x Ø22:25KW. Calibraciones 3, 4, 6, 7 ó 10 bares. Certificadas según norma EN 1490 calibraciones 4, 7 ó 10 bares. Medidas 1/2" M Ø15 10 BARES. Válvula de seguridad combinada de temperatura y presión. Para instalaciones hidrosanitarias, como protección del acumulador de agua caliente.

- **Electroválvula**

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



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

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

Su funcionamiento es el siguiente:

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

- Si el pulsador P1 esté accionado, la electroválvula se abrirá, haciendo llegar el flujo de vapor hasta la plancha.

• Bomba

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



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

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

Características

- Ideal para aplicaciones con un alto volumen de transferencia de agua.
- Funcionamiento silencioso.
- Auto cebado a 3,6 metros.
- Puede funcionar en seco sin riesgo alguno.
- La bomba pueden ser montadas en cualquier posición y son compactas.
- Válvulas testadas a 13.8 kg./m (200 PSI)
- Con presostato ajustable.
- Disponibilidad de recambios: piezas fácilmente reemplazables.
- Aprobadas por las normativas: UL, CSA, NSF, FDA y IAPMO.

Especificaciones técnicas

- Bomba de diagrama de 3 cámaras.
- Comprobación de válvula: funcionamiento en un sentido, previene el fluido inverso.
- CAM: 3.5 grados.
- Motor: Imán permanente P /N 11-148-01 protección térmica.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial
José Alberto García Sánchez

- Voltaje: 12 VDC nominal.
- Interruptor de presión: Apagado ajustable en rango de 2.07 a 3.45 Kg. /m.
- Configurado @ 2.76 Kg. /m Encendido 1.72 Kg. /m 0.34.
- Temperatura del líquido: 77 C (170 F) máximo.
- Aspiración: Auto aspiración por encima de 3 metros (10 pies) en vertical, máximo. - - -
- Presión de entrada 2.07 Kg. /m (2.1 Bar 30 PSI).
- Puertos: " - 14 cable macho paralelo.
- Material de construcción:
 - Plástico: polipropileno
 - Válvulas: Epdm
 - Diafragma: Santoprene principalmente, Buna (interruptor).
 - Cierres: acero recubierto de zinc.
 - Peso neto: 1.59 Kg. (3.5 libras)
- Ciclo de trabajo: Intermitente (ver el cuadro de incremento de temperatura)
- Aplicaciones típicas: Agua potable.

4.3 CONTROL DE LA EXISTENCIA DE AGUA EN EL DEPÓSITO

Para el control del nivel de agua en el depósito de agua vamos a utilizar un sensor tipo flotador horizontal formado por un brazo rígido unido al elemento flotante en el líquido, más concretamente hemos utilizado el modelo LCS-01 de Gentech, el cual nos dará la altura del agua en el depósito y así saber cuándo se encuentra por debajo del mínimo.

Según la ITC MIE-AP1 del reglamento de "Aparatos a Presión", artículo 15, apartado 4, el nivel mínimo permitido para colocar nuestro sensor será de 70mm desde el fondo del depósito. En el caso de que ocurra esto se realizara el aporte de agua al depósito manualmente.

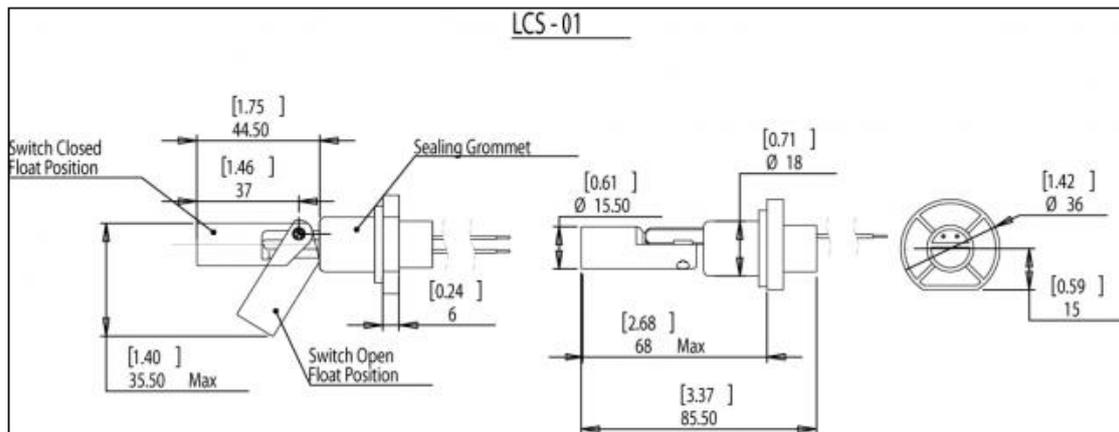
En este proyecto utilizaremos dos sensores del modelo dicho anteriormente, uno de ellos ira colocado a la altura mínima que dice el reglamento, 70mm, que nos dirá si falta agua y el segundo ira colocado en el límite superior del depósito, es decir cuando se alcance la altura máxima de llenado para esta propuesta proyecto, 5 litros, los cuales se alcanzaran a una altura de 158.3mm según los cálculos realizados el descripción física de nuestro deposito.

A continuación se puede observar el tipo de sensor y sus diferentes vistas para su mejor comprensión.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez



Podemos observar en el dibujo (vista de perfil del sensor) la parte rígida del sensor que irá anclada a la pared del depósito y como de esta pieza sale una pieza movable que será el flotador.

Para el sensor situado a 70mm del fondo del depósito en condiciones en las cuales el agua llegue al mínimo nivel del depósito el flotador se encontrará en posición horizontal respecto al fondo del depósito y en condiciones donde el agua se encuentre por debajo del sensor el flotador se encontrará caído indicando una falta de agua.

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

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

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

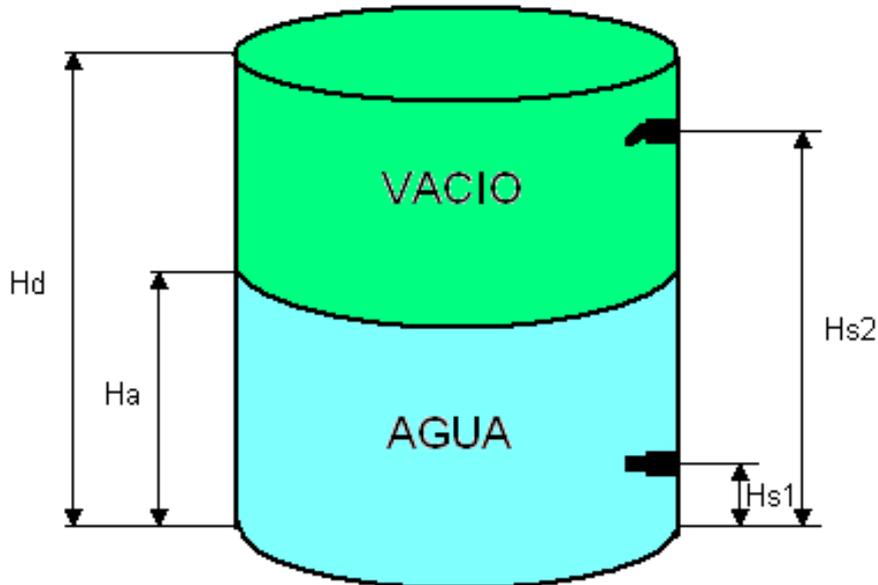
Tal como se ve en la figura el desplazamiento máximo del flotador en vertical es de 35.5mm con una longitud total del sensor de 85.5mm cuando alguno de los sensores este activado.

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez



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

H_d =altura del depósito (19cm).

H_a =altura a la que se encuentra el agua.

H_{s1} =altura donde se encuentra el sensor de nivel 1(70mm).

H_{s2} =altura donde se encuentra el sensor de nivel 2(158.3mm).

4.3.1 CIRCUITO Y FUNCIONAMIENTO SENSORES DE NIVEL

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

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

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

Si el agua está por debajo del sensor colocado más abajo en el depósito, es decir, por debajo de la cantidad mínima de agua el flotador de los dos sensores se

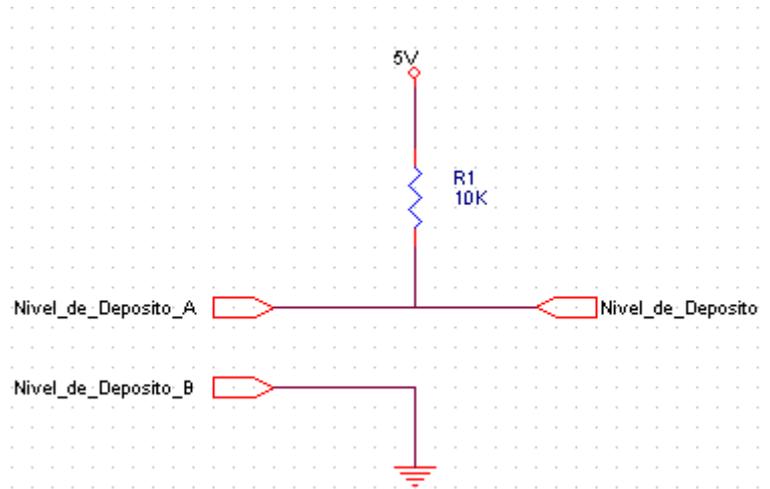
PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

encontraran caídos y los terminales de salida del sensor se encontraran en circuito abierto.

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

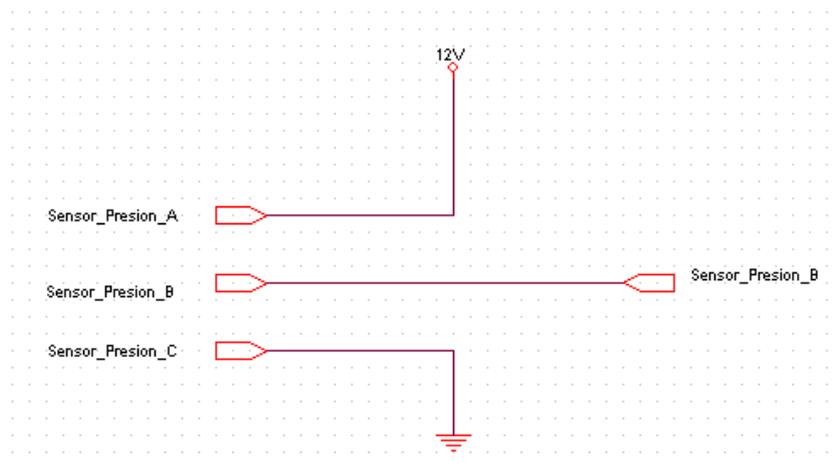


4.4 CONTROL DE LA PRESIÓN EN LA CALDERA

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

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

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



PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

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

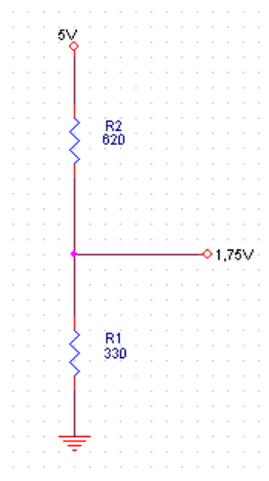
$$5V \implies 10 \text{ bares}$$

$$x \implies 3.5 \text{ bares}$$

$$x = (5 \cdot 3.5) / 10 = 1.75V$$

Esta tensión será introducida a la entrada de un comparador utilizando un divisor de tensión. Fijamos el valor de $R1=330\Omega$ y teniendo ésta obtendremos el valor de $R2$.

$$1.75 = V_{cc} \cdot (R1 / (R1+R2)) \implies R2=620 \Omega.$$



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

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

Si la presión supera el valor de 3,5 bares no hay ningún problema hasta que supere el límite de los 5 bares. Si ésto ocurre, la válvula de seguridad que hemos incorporado al proyecto vacía el calderín de la presión excedente.

4.5 FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE AGUA

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

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

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

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

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

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

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

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

Pueden darse los siguientes casos:

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

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

4.6 FUNCIONAMIENTO DE LA RESISTENCIA CALEFACTORA

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

Se ha elegido una resistencia calefactora serie RCE 016 de Stego. La puesta en funcionamiento de la resistencia vendrá condicionada por la presión de la caldera y la existencia o no de agua en la caldera.

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

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

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

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

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

En cualquier caso, la determinación final del material de funda del calefactor es siempre responsabilidad del usuario. Especialmente indicada para trabajar en agua. Las aguas duras provocan sedimentación de cal alrededor de la funda de la resistencia. Esto hace que la disipación de calor no sea correcta y la resistencia acabe derivando. Para reducir la sedimentación de cal es conveniente asegurar un cierto movimiento de agua alrededor de la resistencia o bien utilizar descalcificadores.

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

4.7 FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO DE PLANCHADO

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

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

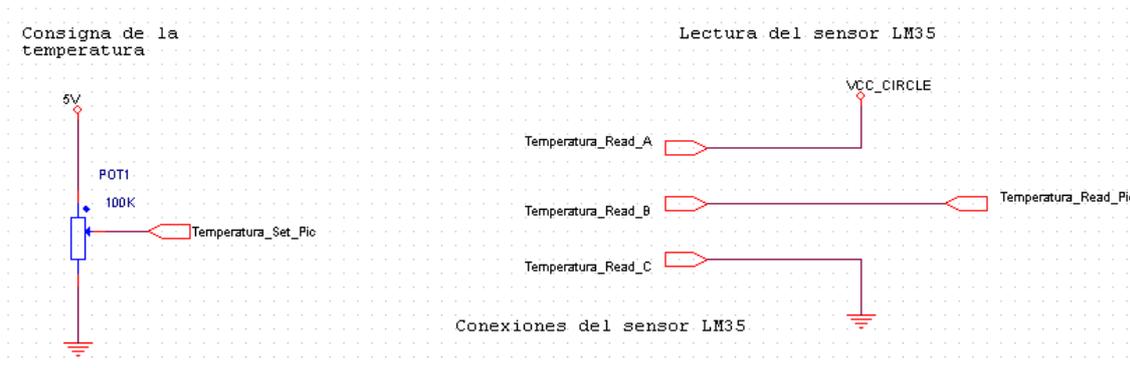
Por otro lado está el LM35, que dará valores de tensión en función de la temperatura.

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez



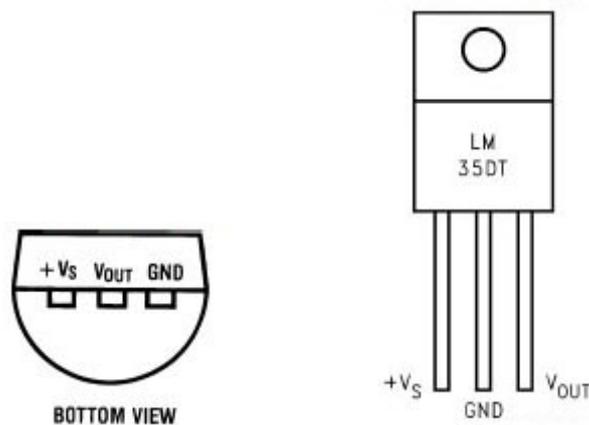
Elegiremos de nuevo el sensor LM35, el cual nos dará a la salida una tensión proporcional a la entrada captada. Trabaja en un rango de temperaturas que abarca desde los 2°C a los 150°C, donde cada grado equivale a 10mV a la salida, por lo tanto obtendremos un intervalo en la tensión de salida entre 0.02V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

El LM35 por lo tanto tiene una ventaja sobre los sensores de temperatura lineal calibrada en grados Kelvin: que el usuario no está obligado a restar una gran tensión constante para obtener grados centígrados.

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

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

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



Vista de la planta y el alzado del sensor de temperatura con conexiones

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

El flujo de vapor estará regulado por una válvula de compuerta, que será controlada por la plancha.

4.8 FUNCIONAMIENTO MICROCONTROLADOR PIC16F877

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

Algunas de estas características se muestran a continuación:

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

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

Programa Tipo de memoria	Flash
Memoria del programa (KB)	14
Velocidad de la CPU (MIPS)	5
Bytes de RAM	368
EEPROM de datos (bytes)	256
Periféricos Comunicación Digital	1-A/E/USART, 1-MSSP (SPI/I2C)
Captura / Comparación / PWM Periféricos	2 CCP
Timers	2 x 8 bits, 1 x 16 bits
ADC	8 ch, 10 bits
Rango de temperatura (C)	-40 A 85

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

Rango de voltaje de funcionamiento (V)	: 2 a 5,5
Número de pines	40

4.8.1 FALLOS EN EL FUNCIONAMIENTO

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

4.9 PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR

```
#include <16f877A.h>
#DEVICE ADC=8
#use delay(clock=4000000)
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <ctype.h>
#include "LCD420.C"
#FUSES XT,NOWDT,NOPROTECT
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)// RS232 Estándar
#define ON 1
#define OFF 0
// NEMOTECNICOS PARA TESTAR AVERIAS EN EL BUCLE PRINCIPAL
#define SIN_AVERIA 0
#define BOMBA_AVERIADA 1
#define CALEFACTOR_AVERIADO 1
// VARIABLES PARAMETRIZABLES
#define TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERIN 100
#define NUMERO_REINTENTOS_FALLO 3
//DIRECCION FISICA DE LOS PUERTOS I/O
#define porta=0x05
#define portc=0x07
#define portd=0x08
#define porte=0x09
//DEFINICION DE SALIDAS DEL SISTEMA
// BITS DE ACTIVACION DE CARGAS
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
#bit ACTIVACION_BOMBA=portd.0
#bit ACTIVACION_CALEFACTOR=portd.1
// BITS DE ACTIVACION DE ALARMAS
#bit LED_SISTEMA_ACTIVO=portd.3 //(L2)
#bit LED_CALEFACTOR_ON=portd.4 //(L1)
#bit LED_DEPOSITO_OK=portd.5 //(L3)
#bit LED_PRESION_OK=portd.6 //(L4)
#bit LED_TEMPERATURA=portd.7 //(L5)
//DEFINICION DE ENTRADAS DEL SISTEMA
// BITS DE ENTRADAS DE SENSORES
#bit SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO=portc.0 //(S1)
#bit SENSOR_BOMBA_ACTIVA=portc.1 //(S2)
#bit SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVO=portc.2 //(S3)
#bit SENSOR_PRESION=portc.3 //(S4)
#bit SENSOR_CALDERIN_NIVEL_MINIMO=portc.5 //(S5)
//MENSAJES DEL DISPLAY
char NIVEL_AGUA_OK[] = "NIVEL AGUA OK ";
char NIVEL_AGUA_FALTA[] = "NIVEL AGUA FALTA";
char PLANCHA_OK[] = "TEMP PLANCHA OK ";
char PLANCHA_FRIA[] = "TEMP PLANCHA FRIA";
char PRESION_OK[] = "PRESION OK ";
char PRESION_BAJA[] = "PRESION BAJA";
char CALEFACTOR_ON[] = "CALEFACTOR ON ";
char CALEFACTOR_OFF[] = "CALEFACTOR OFF";
char ERROR_BOMBA[] = "BOMBA AVERIADA";
char ERROR_CALEFACTOR[] = "CALEFACTOR AVERIADO";
// VARIABLES DEL CANAL AD
int8 TEMPERATURA_FIJADA=0;
int8 TEMPERATURA_LEIDA=0; //(S5)
//VARIABLE DE TEMPORIZACION
volatile int32 tiempo_global=0;
#INT_RTCC
void tiempo(){
tiempo_global++;
}
void inicializa(void);
int8 GrafcetBomba(void);
void ProcesosIndependientes(void);
int8 GrafcetPresionCalderin(void);
void lcd_puts(char *texto);
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
void GrafcetLecturaAD(void);
// PROGRAMA MAIN()
void main(){
static int8 Fallo_Bomba,Fallo_Calefactor;
inicializa();
do{
Fallo_Bomba = GrafcetBomba();
Fallo_Calefactor = GrafcetPresionCalderin();
GrafcetLecturaAD();
ProcesosIndependientes();
}while(!Fallo_Bomba && !Fallo_Calefactor);
lcd_putc('\f');
if(Fallo_Bomba){
lcd_gotoxy(3,2);
lcd_puts(ERROR_BOMBA);
}
if(Fallo_Calefactor){
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_puts(ERROR_CALEFACTOR);
}
ACTIVACION_BOMBA=OFF;
ACTIVACION_CALEFACTOR=OFF;
LED_SISTEMA_ACTIVO=ON;
LED_CALEFACTOR_ON=OFF;
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
LED_PRESION_OK=OFF;
LED_TEMPERATURA=OFF;
while(TRUE);
}
int8 GrafcetBomba(void){
static int32 tiempo_local=0;
static int8 Numero_intentos_bomba=0;
static enum {INICIO=0,
ESTADO_REPOSO,
ENCIENDE_BOMBA,
TEST_BOMBA,
FALLO_BOMBA,
LLENANDO_CALDERIN,
BUCLE_CERRADO}
SM_BOMBA=INICIO;
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
else if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)60 )
SM_BOMBA=ESTADO_REPOSO;
break;
case BUCLE_CERRADO:
return BOMBA_AVERIADA;
break;
}
if(SM_BOMBA==ESTADO_REPOSO || SM_BOMBA==FALLO_BOMBA ||
SM_BOMBA==BUCLE_CERRADO)
ACTIVACION_BOMBA = OFF;
if(SM_BOMBA==ENCIENDE_BOMBA || SM_BOMBA==TEST_BOMBA ||
SM_BOMBA==LLENANDO_CALDERIN)
ACTIVACION_BOMBA = ON;
return SIN_AVERIA;
}
int8 GrafcetPresionCalderin(void){
static int32 tiempo_local=0;
static int32 tiempo_calderin_sin_agua=0;
static int8 Numero_intentos_calefactor=0;
static enum {INICIO=0,
ESTADO_REPOSO,
ENCIENDE_CALEFACTOR,
TEST_CALEFACTOR,
CALENTANDO_CALDERIN,
FALLO_CALEFACTOR,
BUCLE_CERRADO}
SM_PRESION=INICIO;
static enum {
GET_TIME=0,
TEMPORIZA,
REINICIA
}
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = INICIO;
switch(SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO){
case GET_TIME:
if(!SENSOR_CALDERIN_NIVEL_MINIMO){
tiempo_calderin_sin_agua = tiempo_global;
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = TEMPORIZA;
}
}
break;
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
case TEMPORIZA:
if( (tiempo_global-tiempo_calderin_sin_agua) >
(TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERIN+10) ){
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = REINICIA;
}
break;
case REINICIA:
if(SENSOR_CALDERIN_NIVEL_MINIMO)
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = GET_TIME;
break;
}
switch(SM_PRESION){
case INICIO:
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case ESTADO_REPOSO:
if(!SENSOR_PRESION){
SM_PRESION=ENCIENDE_CALEFACTOR;
tiempo_local=tiempo_global;
}
break;
case ENCIENDE_CALEFACTOR:
if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)20 )
SM_PRESION=TEST_CALEFACTOR;
break;
case TEST_CALEFACTOR:
if(SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVO){
SM_PRESION=CALENTANDO_CALDERIN;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor=0;
}
else{
SM_PRESION=FALLO_CALEFACTOR;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor++;
}
break;
case CALENTANDO_CALDERIN:
if(!SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVO){
SM_PRESION=FALLO_CALEFACTOR;
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor++;
}
else if(SENSOR_PRESION)
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case FALLO_CALEFACTOR:
if(Numero_intentos_calefactor >(NUMERO_REINTENTOS_FALLO-1))
SM_PRESION=BUCLE_CERRADO;
else if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)60 )
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case BUCLE_CERRADO:
return CALEFACTOR_AVERIADO;
break;
}
if(SM_PRESION==ENCIENDE_CALEFACTOR ||
SM_PRESION==TEST_CALEFACTOR ||
SM_PRESION==CALENTANDO_CALDERIN)
ACTIVACION_CALEFACTOR=ON;
if(SM_PRESION==ESTADO_REPOSO ||
SM_PRESION==FALLO_CALEFACTOR ||
SM_PRESION==BUCLE_CERRADO)
ACTIVACION_CALEFACTOR=OFF;
return SIN_AVERIA;
}
void GrafcetLecturaAD(void){
static enum {INICIA_LECTURA_CH0=0,
INICIA_LECTURA_CH1,
LECTURA_FINALIZADA_CH0,
LECTURA_FINALIZADA_CH1}
SM_AD=INICIA_LECTURA_CH0;
switch(SM_AD){
case INICIA_LECTURA_CH0:
set_adc_channel(0);
delay_ms(21);
read_adc(ADC_START_ONLY);
SM_AD = LECTURA_FINALIZADA_CH0;
case LECTURA_FINALIZADA_CH0:
if(adc_done()){
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
TEMPERATURA_FIJADA = read_adc();
SM_AD = INICIA_LECTURA_CH1;
}
break;
case INICIA_LECTURA_CH1:
set_adc_channel(1);
delay_ms(2);
read_adc(ADC_START_ONLY);
SM_AD = LECTURA_FINALIZADA_CH1;
case LECTURA_FINALIZADA_CH1:
if(adc_done()){
TEMPERATURA_LEIDA = read_adc();
SM_AD = INICIA_LECTURA_CH0;
}
break;
}}
void ProcesosIndependientes(void){
static int1 TOMAR_MUESTRA=1;
if(SENSOR_CALEFACTOR_ACTIVO){
LED_CALEFACTOR_ON=ON;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(CALEFACTOR_ON);
}
else{
LED_CALEFACTOR_ON=OFF;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(CALEFACTOR_OFF);
}
if(SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO){
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_puts(NIVEL_AGUA_OK);
}
else{
LED_DEPOSITO_OK=ON;
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_puts(NIVEL_AGUA_FALTA);
}
if(SENSOR_PRESION){
LED_PRESION_OK=ON;
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
lcd_gotoxy(1,3);
lcd_puts(PRESION_OK);
}
else{
LED_PRESION_OK=OFF;
lcd_gotoxy(1,3);
lcd_puts(PRESION_BAJA);
}
if( TEMPERATURA_LEIDA > TEMPERATURA_FIJADA ){
LED_TEMPERATURA=ON;
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_puts(PLANCHA_OK);
}
else{ LED_TEMPERATURA=OFF;
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_puts(PLANCHA_FRIA);
}
// SUBROUTINA DE CONFIGURACION INICIAL
void inicializa(void) {
tiempo_global=0;
set_tris_A(0b00000011);
set_tris_C(0b00101111);
set_tris_D(0b00000000);
set_tris_E(0b00000000);
ACTIVACION_BOMBA=OFF;
ACTIVACION_CALEFACTOR=OFF;
LED_SISTEMA_ACTIVADO=ON;
LED_CALEFACTOR_ON=OFF;
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
LED_PRESION_OK=OFF;
LED_TEMPERATURA=OFF;
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
setup_adc_ports( AN0_AN1_AN3 );
setup_counters( RTCC_INTERNAL, RTCC_DIV_128 );
enable_interrupts(INT_RTCC);
enable_interrupts(GLOBAL);
set_adc_channel(0);
lcd_init();
}
void lcd_puts(char *texto){
```

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

```
int8 longitud_cadena,contador;  
for(longitud_cadena=0 ; texto[longitud_cadena] ; longitud_cadena++);  
for(contador=0 ; contador < longitud_cadena ; contador++)  
lcd_putc(texto[contador]);  
}
```

4.10 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA

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

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

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

La sección del circuito de la resistencia de caldera es de 4mm y la sección del elemento de planchado es de 1,5mm. La sección de los conductores que alimentan el modulo de control y las bobinas de los relés R1 y R2 del centrado de planchado es de 1mm.

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

4.11 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE CORRIENTE CONTINUA DEL CIRCUITO DE CONTROL

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

El diseño de la fuente de alimentación estabilizadas mediante reguladores integrados monolíticos (reguladores fijos) concretamente para 1A de salida y con un encapsulado del tipo TO-220 y con unas tensiones de salida estándar 12 y 5V que

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

refrigerados nos proporcionan una corriente máxima de 1A. Los dos reguladores LM7812 y LM7805 puestos en serie nos proporcionan las dos tensiones estabilizadas que utilizamos en la placa circuito de control y modulo LCD.

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

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

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

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

4.12 TRATAMIENTO DEL AGUA

El agua se encuentra en la naturaleza y va acompañada de diversas sales y gases en disolución.

Según los elementos que la acompañan, podríamos considerar las mismas en dos grandes grupos: **Elementos Disueltos** y **Elementos en Suspensión**, esto lo constituyen los minerales finamente divididos, como las arcillas y los restos de organismos vegetales o animales; y la cantidad de sustancias suspendidas, que son mayor en aguas turbulentas que en aguas quietas y de poco movimiento.

Es importante destacar que es necesario añadir a las descriptas, los residuos que las industrias lanzan a los cursos fluviales procedentes de distintos procesos de producción.

Constituyen los elementos disueltos en el agua, las sustancias orgánicas, las sales minerales, los gases disueltos, las sales minerales y la sílice, aunque ésta también suele aparecer como elemento en suspensión en forma de finísimas partículas o coloides.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

Las aguas pueden considerarse según la composición de sales minerales presentes en:

Aguas Duras: Importante presencia de compuestos de calcio y magnesio, poco solubles, principales responsables de la formación de depósitos e incrustaciones.

Aguas Blandas: Su composición principal está dada por sales minerales de gran solubilidad.

Aguas Neutras: Componen su formación una alta concentración de sulfatos y cloruros que no aportan al agua tendencias ácidas o alcalinas, o sea que no alteran sensiblemente el valor de pH.

Aguas Alcalinas: Las forman las que tienen importantes cantidades de carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio y sodio, las que proporcionan al agua reacción alcalina elevando en consecuencia el valor del pH presente.

Los gases disueltos en el agua, provienen de la atmósfera, de desprendimientos gaseosos de determinados subsuelos, y en algunas aguas superficiales de la respiración de organismos animales y vegetales. Los gases disueltos que suelen encontrarse son el oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico presente en la atmósfera arrastrado y lavado por la lluvia, de la respiración de los organismos vivos, de la descomposición anaeróbica de los hidratos de carbono y de la disolución de los carbonatos del suelo por acción de los ácidos, también puede aparecer como descomposición de los bicarbonatos cuando se modifica el equilibrio del agua que los contenga.

El gas carbónico se disuelve en el agua, en parte en forma de gas y en parte reaccionando con el agua para dar ácido carbónico de naturaleza débil que se disocia como ion bicarbonato e ion hidrógeno, el que confiere al agua carácter ácido.

○ **Parámetros del tratamiento de agua**

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

- **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.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

- **Oxígeno:** El oxígeno presente en el agua favorece la corrosión de los componentes metálicos de una caldera. La presión y temperatura aumentan la velocidad con que se produce la corrosión.
 - **Hierro y cobre.** El hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se pueden utilizar filtros para remover estas sustancias.
 - **Dióxido de carbono.** El dióxido de carbono, al igual que el oxígeno, favorece la corrosión. Este tipo de corrosión se manifiesta en forma de ranuras y no de tubérculos como los resultantes de la corrosión por oxígeno. La corrosión en las líneas de retorno de condensado generalmente es causada por el dióxido de carbono. El CO₂ se disuelve en agua (condensado), produciendo ácido carbónico. La corrosión causada 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.
 - **Aceite.** El aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre al vapor.
 - **Fosfato.** El fosfato se utiliza para controlar el pH y dar protección contra la dureza.
 - **Sólidos disueltos.** Los sólidos disueltos la cantidad de sólidos (impurezas) disueltas en al agua.
 - **Sólidos en suspensión.** Los sólidos en suspensión representan la cantidad de sólidos (impurezas) presentes en suspensión (no disueltas) en el agua.
 - **Secuestrantes de oxígeno.** Los secuestrantes de oxígeno corresponden a productos químicos (sulfitos, hidracina, hidroquinona, etc.) utilizados para remover el oxígeno residual del agua.
 - **Sílice.** La sílice presente en el agua de alimentación puede formar incrustaciones duras (silicatos) o de muy baja conductividad térmica (silicatos de calcio y magnesio).
 - **Alcalinidad.** Representa la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y silicatos o 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.
- **Problemas derivados de la utilización del agua en calderas**

Los problemas más frecuentes presentados en calderas pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Problemas de corrosión
- Problemas de incrustación

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

- Aunque menos frecuente, suelen presentarse ocasionalmente: Problemas de ensuciamiento y/o contaminación.

A continuación describimos brevemente las principales características de los problemas arriba mencionados.

Corrosión: Para que esta aparezca, es necesario que exista presencia de agua en forma líquida, el vapor seco con presencia de oxígeno, no es corrosivo, pero los condensados formados en un sistema de esta naturaleza son muy corrosivos.

En las líneas de vapor y condensado, se produce el ataque corrosivo más intenso en las zonas donde se acumula agua condensada. La corrosión que produce el oxígeno, suele ser severa, debido a la entrada de aire al sistema, a bajo valor de pH, el bióxido de carbono abarca por si mismo los metales del sistema y acelera la velocidad de la corrosión del oxígeno disuelto cuando se encuentra presente en el oxígeno.

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.

Una forma de corrosión que suele presentarse con cierta frecuencia en calderas, corresponde a una reacción de este tipo:



Esta reacción se debe a la acción del metal sobre calentado con el vapor.

Otra forma frecuente de corrosión, suele ser por una reacción electroquímica, en la que una corriente circula debido a una diferencia de potencial existente en la superficie metálica.

Los metales se disuelven en el área de más bajo potencial, para dar iones y liberar electrones de acuerdo a la siguiente ecuación:

En el ánodo:



En el cátodo:

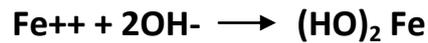


Los iones HO⁻ (oxidrilos) formados en el cátodo migran hacia el ánodo donde completan la reacción con la formación de hidróxido ferroso que precipita de la siguiente forma:

PROYECTO FINAL DE CARRERA

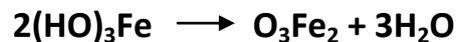
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial

José Alberto García Sánchez



Si la concentración de hidróxido ferroso es elevada, precipitará como flóculos blancos.

El hidróxido ferroso reacciona con el oxígeno adicional contenido en el agua según las siguientes reacciones:



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

Las sustancias formadoras de incrustaciones son principalmente el carbonato de calcio, hidróxido de magnesio, sulfato de calcio y sílice. Esto se debe a la baja solubilidad que presentan estas sales y algunas de ellas como es el caso del sulfato de calcio, decrece con el aumento de la temperatura.

Estas incrustaciones forman depósitos duros muy adherentes, difíciles de remover, algunas de las causas más frecuentes de este fenómeno son las siguientes:

- Excesiva concentración de sales en el interior de la unidad.
- El vapor o condensado tienen algún tipo de contaminación.

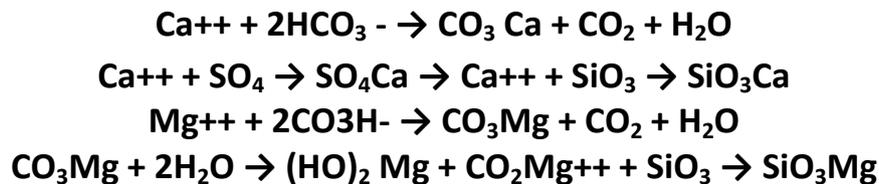
PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

- Transporte de productos de corrosión a zonas favorables para su precipitación.
- Aplicación inapropiada de productos químicos.

Las reacciones químicas principales que se producen en el agua de calderas con las sales presentes por el agua de aporte son las siguientes:



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.

La formación de espuma, suele ocurrir por dos mecanismos, uno de ellos es el aumento del tenor de sólidos disueltos en el interior de la unidad, los que sobrepasan los límites aceptados de trabajo, la presencia de algunos tipos de grasas y/o aceites (como ácidos orgánicos) producen una saponificación de las mismas dada la alcalinidad, temperatura y presión existentes en el interior de la caldera.

La contaminación por hidrocarburos agrega a lo visto la formación de un film aislante dificultando la transferencia térmica entre los tubos y el agua del interior de la unidad, agravándose esto con las características adherentes de este film que facilita y promueve la formación de incrustaciones y la formación de corrosión bajo depósito, proceso que generalmente sigue al de formación de depósitos sobre las partes metálicas de una caldera.

Luego de un tiempo, las características físicas del film formado cambian debido a la acción de la temperatura que reciben a través de las paredes metálicas del sistema, lo que hace que el mismo sufra un endurecimiento y coquificación, siendo este difícil de remover por procedimientos químicos simples.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

Por todas estas consideraciones, se ve como método mas económico y lógico de mantenimiento de calderas, efectuar sobre el agua de aporte a las mismas los procedimientos preventivos que la misma requiera, evitando así costos de mantenimiento innecesarios y paradas imprevistas en plena etapa de producción con los costos de lucro cesantes que agravan la misma.

Sin pretender que el presente trabajo sea una enumeración exhaustiva y completa de todos los posibles inconvenientes que puedan ocasionar el agua de alimentación a caldera, consideramos que el mismo facilita el entendimiento de las principales causas de los más importantes inconvenientes que puedan ocurrir en las salas de calderas en la industria.

- **Sistema 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).

El medio del ablandador de agua, es un depósito de minerales el cual está lleno, con granos de "poliestireno", llamados también resina o zeolita. Los granos están cargados eléctricamente negativos.

El calcio y el magnesio en agua ambos llevan cargas positivas. Esto significa que estos minerales se aferraran en los granos cuando el agua dura pasa a través del depósito mineral. Los iones del sodio también tienen cargas positivas, no obstante tan fuertes como la carga en el calcio y el magnesio.

Cuando una salmuera concentrada pasa a través del depósito que contiene los granos plásticos saturados con calcio y magnesio, se mezcla con el volumen de iones de sodio. Está supuesto que esto arrastra los iones de calcio y de magnesio fuera de los granos de plástico. El ablandador de agua tiene un depósito de salmuera separado de los granos que usa una sal común para crear esta salmuera.

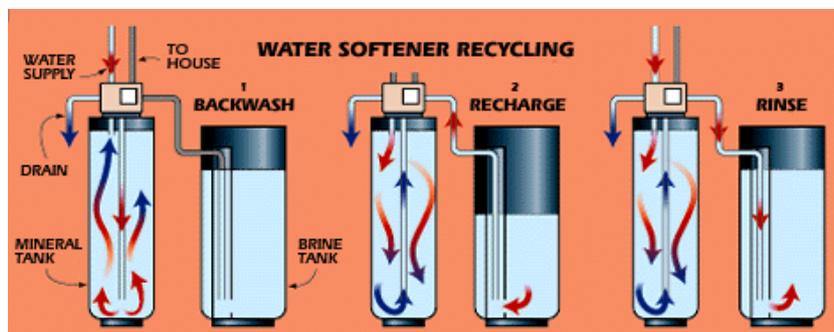
En la operación normal, el agua dura entra en el tanque mineral y los iones de calcio y de magnesio se mueven a los granos, substituyendo iones del sodio. Los iones del sodio entran en agua. Cuando los granos se saturan con calcio y el magnesio, la unidad comienza un ciclo trifásico de la regeneración. Primero, la fase de retro lavado invierte el flujo del agua para quitar la suciedad del tanque. En la fase de la recarga, la

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

solución de sal concentrada y sodio-rica fluye del depósito de la salmuera al depósito mineral. El sodio recoge en los granos el calcio y el magnesio. Cuando esta fase se termina, se elimina el exceso de la salmuera del depósito mineral y se rellena el depósito de la salmuera.



Fases:

- La fase de retro lavado quita la suciedad del tanque.
- Recargar el depósito mineral con sodio de la solución de la salmuera desplaza el calcio y el magnesio, que entonces entra el dren(drenaje).
- La fase final enjuaga el depósito mineral con agua fresca y carga de salmuera el depósito que está listo para el próximo ciclo.

Desgasificador: En una caldera se refiere al estanque desaireador de alimentación de ésta. Este estanque tiene 3 funciones principales en una caldera:

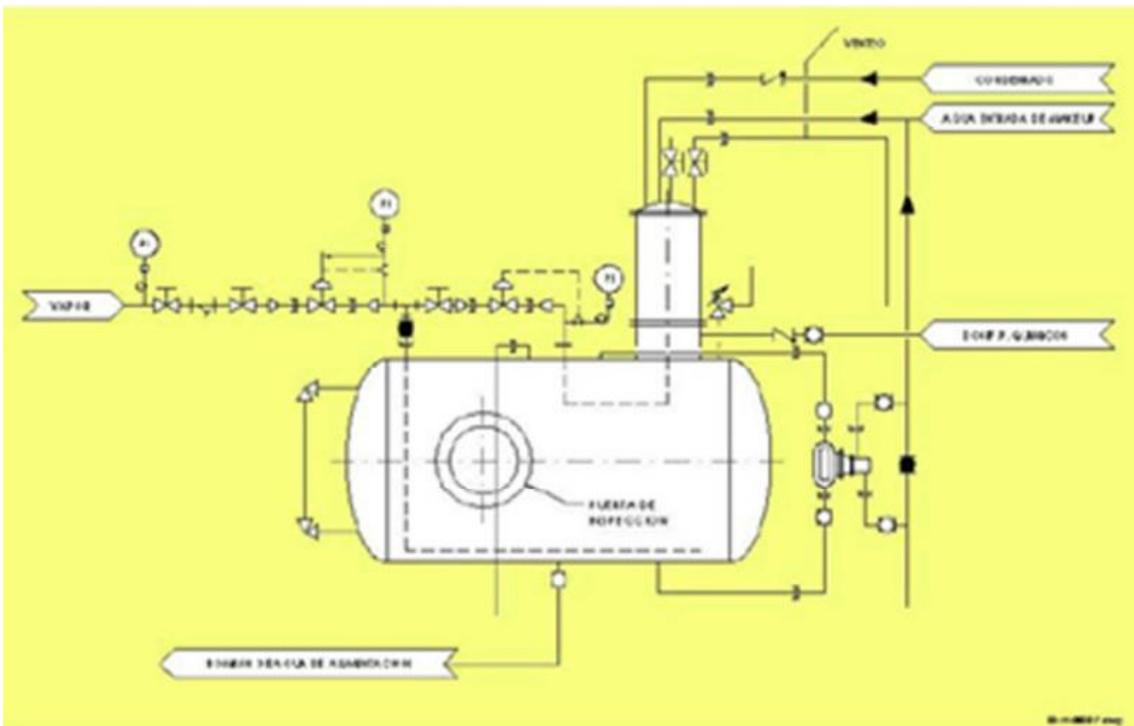
- Extraer el oxígeno disuelto, ya que éste es corrosivo y podría dañar la instalación.
- Calentar el agua de alimentación: el agua de alimentación es calentada, para que al entrar a la caldera no sea necesaria tanta energía para llegar a una temperatura de utilización.
- Almacenar agua de alimentación: el desaireador es un estanque que está a continuación del estanque cisterna.

Un desaireador es un equipo que extrae el oxígeno del depósito de agua de alimentación al calderín o caldera (BFW), ya que el oxígeno es altamente corrosivo en los circuitos de vapor.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez



Termodinámicamente es un equipo que genera una o varias etapas de equilibrio al poner en contacto una solución saturada de oxígeno y una corriente de vapor puro. El equilibrio químico desplaza al oxígeno de la corriente líquida saturada a la corriente de vapor puro para cumplir con $y(\text{vap}) = H \cdot x(\text{liq})$ (Henry o equivalente).

4.13 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.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

4.13.1 TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DESDE EL DEPÓSITO A LA CALDERA

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

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

- 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:

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

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

PN = presión nominal, MPa

D = diámetro externo de la tubería, mm

σ_s = tensión de diseño, MPa

(1 MPa = 10 bar \approx 10 Kg/cm²)

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

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

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

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

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

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

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

4.13.2 TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DESDE LA CALDERA 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.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

- 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 40mm y con espesor de 3.14 mm para el enlace entre el calderín y la plancha.

5. PRESUPUESTO

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

5.1 COMPONENTES MÓDULO DE CONTROL

Referencia	Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Precio Total del Lote
PIC-1	Microprocesador PIC 16F877	1	6.23€	6.23€
U5	Circuito integrado ULN2001A	1	1.97€	1.97€
U7	Circuito integrado LM239	1	1.36€	1.36€
RL1, RL2	Relé circuito 12Vcc 16A	2	6.55€	13.10€
T1	Transformador 15Vca 2A	1	15.38€	15.38€
F1	Porta fusibles zócalo impreso	1	0.80€	0.80€
F1	Fusible de cristal 80mA	1	0.15€	0.15€
D1	Rectificador puente 2A	1	3.28€	3.28€
U2	Regulador de tensión 12Vcc LM7812 1A	1	1.55€	1.55€
U1	Regulador de tensión 5Vcc LM7805 1A	1	1.77€	1.77€
C3	Condensador electrolítico 2200uF 25V	1	0.78€	0.78€
C1, C2	Condensador electrolítico 10uF 25V	2	0.21€	0.42€
C4, C6	Condensador cerámico 100kF	2	0.11€	0.11€
C5	Condensador cerámico 0.47kF	1	0.15€	0.15€
RL1, RL2	Zócalo para relés 1 circuito	2	0.97€	1.94€
D2, D3	Diodo 1N4007	2	0.32€	0.64€
C7, C8	Condensador cerámico 27pF	2	0.05€	0.10€
U0	Cristal de 20 MHz	1	4.11€	4.11€
R1,2,3,4,5,8	Resistencia de carbón 330Ω 1/4 W	6	0.03€	0.18€
R7	Resistencia de carbón 180Ω 1/4 W	1	0.03€	0.03€
R6	Resistencia de carbón 10KΩ 1/4 W	1	0.03€	0.03€
RG2, RG3	Regleta conex. 2 bornas 4mm para C.I.	2	2.99€	5.98€
RG1,4,6,11	Regleta conex. 2 bornas 1mm para C.I.	4	1.88€	7.52€
RG9,10,12	Regleta conex. 3 bornas 1mm para C.I.	3	2.09€	6.27€
J1	Conector 16 pines macho para C.I	1	0.89€	0.89€
J1	Conector 16 pines hembra aéreo	1	0.78€	0.78€
1	Placa circuito impreso doble cara serigrafiada	1	7.25€	7.25€
	<u>TOTAL</u>			<u>82.88€</u>

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

5.2 COMPONENTES MÓDULO LCD E INDICADORES

Referencia	Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Precio Total del Lote
U1	Display led LCD 16x4 HD44780	1	30.30€	30.30€
DL1, DL2	Led de 5mm verde	2	0.82€	1.64€
DL3	Led de 5mm rojo	2	0.91€	0.91€
DL4, DL5	Led de 5mm amarillo	1	0.82€	1.64€
RV1	Resistencia ajustable 10KΩ	1	1.23€	1.23€
CN2	Conector 16 pines macho para C.I.	1	0.89€	0.89€
CN2	Conector 16 pines hembra aéreo	1	0.78€	0.78€
1	Placa circuito impreso doble cara serigrafiada	1	4.02€	4.02€
	<u>TOTAL</u>			<u>41.41€</u>

5.3 COMPONENTES CENTRO DE PLANCHADO

Referencia	Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Precio Total del Lote
	Interruptor general bipolar 40A	1	21.00€	21.00€
	Base de fusible procelana 40A	1	18.20€	18.20€
R1, R2	Contactador bipolar 40A 220Vca	2	25.35€	50.70€
	Caldera de 5 litros	1	143.23€	143.23€
	Resistencia caldera	1	18.78€	18.78€
	Depósito de agua de 5 litros	1	43.98€	43.98€
	Sensor de caudal	1	18.22€	18.22€
	Válvula de seguridad caldera	1	17.44€	17.44€
	Presostato	1	15.45€	15.45€
	Plancha con resistencia de 1,5KW	1	110.90€	110.90€
	Bomba de agua	1	52.44€	52.44€
	Sensor de nivel	2	15.10€	30.20€
	Electroválvula 12Vcc	1	39.14€	39.14€
	Manguito para agua 5 metros	5	2.34€	11.70€
	<u>TOTAL</u>			<u>591.38€</u>

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial
José Alberto García Sánchez

5.4 PRESUPUESTO TOTAL

COMPONENTES MÓDULO DE CONTROL	82.88€
COMPONENTES MÓDULO LCD E INDICADORES	41.41€
COMPONENTES CENTRO DE PLANCHADO	591.38€
TOTAL	<u>715.67€</u>

6. BIBLIOGRAFÍA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

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

José Alberto García Sánchez

- Rashid M. H, Electrónica de Potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones. Editorial Prentice Hall, 1993.
- Daniel W. Hart, Electrónica de Potencia. Editorial Prentice Hall, 2005.
- Norbert R. Malik, Circuitos Electrónicos (Análisis, simulación y diseño). Editorial Prentice Hall, 1996.
- Ramón Pallas Areny. Sensores y Acondicionadores de Señal. Editorial Marcombo, 1998.
- Repositorio de proyectos biblioteca de la UPCT.
- Microcontrolador PIC 16F87X, Ed. Mc Graw Hill.
- Creación de nuevos componentes para Orcad, Ed. Marombo, Miguel Pareja Aparicio.
- El amplificador operacional, Ed. Marombo, Julio Forcada.

Websites:

- Colegio Ingenieros Técnicos: <http://www.coitirm.es>
- Universidad de Barcelona: <http://www.ub.edu>
- Universidad de Madrid: <http://www.upm.es>
- Universidad de Valencia: www.upv.es
- Universidad de Cartagena: <http://www.upct.es>
- Foros de electrónica: www.forosdeelectronica.com
- PCB's caseros: <http://ladecadence.net>
- Bibliotecas para Orcad Family: <http://www.cadence.com>
- Web electrónica: <http://es.edaboard.com>
- Gobierno Venezuela: <http://www.bibliodar.mppeu.gob.ve>
- Web electrónica: <http://www.tuelectronica.es>
- Web electrónica: <http://www.coolmod.com>
- Web electrónica: <http://www.elektrokit.com>
- **Innumerables webs de fabricantes y distribuidores.**