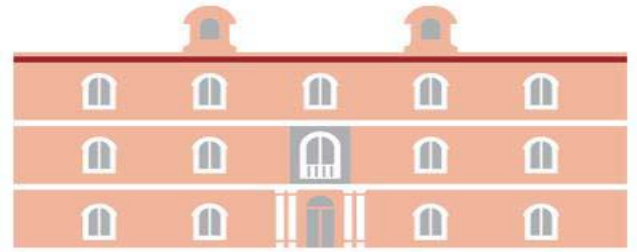




Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

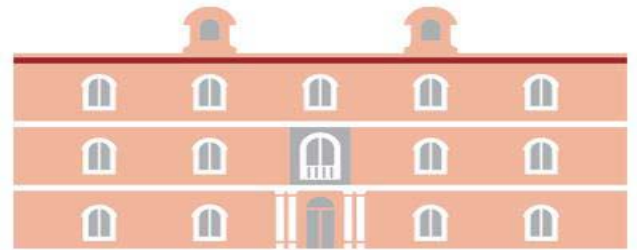
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial

Titulación: Ingeniería técnica industrial
Intensificación: Electrónica industrial
Alumno/a: Francisco José López Llorente
Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

1. Memoria
2. Planos
3. Pliego de condiciones
4. Presupuesto
5. Anexos

Titulación: Ingeniería técnica industrial
Intensificación: Electrónica industrial
Alumno/a: Francisco José López Llorente
Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



Índice			
1	Memoria		6
	1.1.	Introducción	7
	1.2.	Objetivos	7
	1.3.	Especificaciones del sistema	8
	1.4.	Funcionamiento del sistema	9
		1.4.1. Explicación del funcionamiento del sistema	9
		1.4.2. Flujograma del sistema	11
		1.4.3. Descripción del sistema	12
2	Planos		14
	2.1.	Esquema electrónico de la tarjeta de control del centro de planchado.	15
	2.2.	Placa de la tarjeta de control en ORCAD LAYOUT	16
	2.3.	Capa Bottom.	17
	2.4.	Capa Top.	18
	2.5.	Capa Silkscreen.	19
	2.6.	Capa Assembly.	20
	2.7.	Capa Bottom con la capa de cobre.	21
	2.8.	Esquema electrónico de simulación de la tarjeta de control del centro de planchado en PROTEUS.	22
3	Pliego de Condiciones		23
	1.	Objetivo del pliego.	24
	2.	Normas de obligado cumplimiento.	24
		2.1. Normas para recipientes a presión.	24
		2.1.1. Materiales a utilizar.	24
		2.1.2. Tuberías.	25
		2.1.3. Conexiones.	25
		2.1.4. Ensayos y pruebas.	26
		2.1.5. Instalación.	26
		2.2. Normas de electricidad.	27
		2.2.1. Cableado	28
		2.2.2. Protecciones y puesta a tierra.	28
		2.2.3. Sección de los conductores.	29



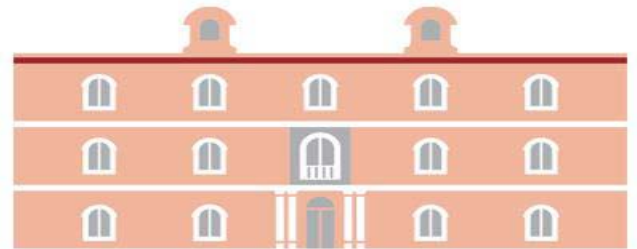
3.	Descripción de los elementos del centro de planchado industrial	30
3.1.	Electroválvula para el paso de agua.	30
3.2.	Ablandador de aguas.	31
3.3.	Sistema de ósmosis inversa.	32
3.4.	Depósito.	34
3.4.1.	Control del nivel de agua en el depósito.	36
3.4.1.1.	Sensor de presencia de agua DRS-30X Simex.	37
3.4.1.2.	Funcionamiento del control de nivel de agua.	39
3.5.	Bomba de agua.	40
3.5.1.	Normas de obligado cumplimiento.	41
3.5.2.	Funcionamiento.	42
3.5.3.	Manómetro.	42
3.6.	Caldera.	43
3.6.1.	Aislamiento térmico de la caldera.	44
3.6.2.	Dimensiones de la caldera.	45
3.6.3.	Descripción de los elementos de la caldera.	46
3.6.3.1.	Sensor de presencia de agua.	46
3.6.3.2.	Sensor de temperatura.	47
3.6.3.3.	Sensor de presión.	49
3.6.3.4.	Resistencia calefactora.	51
3.6.3.5.	Válvula de seguridad de presión.	52
3.6.4.	Control del nivel de agua en la caldera.	53
3.6.5.	Control de la temperatura en la caldera.	54
3.6.6.	Control de la presión en la caldera.	55
3.7.	Electroválvula de aporte de vapor a la plancha.	56
3.8.	Plancha y mesa de planchado.	57
3.8.1.	Control de la temperatura de la plancha.	58
3.9.	Tuberías.	59
3.9.1.	Tuberías desde el depósito de agua a la caldera.	59
3.9.2.	Tuberías desde la caldera a la plancha.	61
4.	Tarjeta de control.	62
4.1.	Elementos de la tarjeta de control.	63
4.1.1.	Fuente de alimentación.	63
4.1.2.	PIC 18F4553.	66



		4.1.3.	Circuito de potencia.	70
		4.1.4.	Entradas para sensores.	73
		4.1.5.	Salidas para indicadores.	73
		4.1.6.	Salidas para actuadores.	73
	5.	Indicadores.		74
		5.1.	Diodos Led.	74
		5.2.	Pantalla LCD.	75
	6.	Explicación del funcionamiento de la tarjeta de control del centro de planchado mediante la simulación en PROTEUS.		79
	7.	Programación del PIC 18F4553.		87
4	Presupuesto			93
5	Anexo I			96
	Instrucción técnica complementaria. ITC EP-1 CALDERAS			97
6	Anexo II			115
	Tratamiento del agua para calderas			116
7	Anexo III			128
	Generalidades, seguridad, mantenimiento y conducción de calderas			129
8	Anexo IV			150
	Bibliografía			151



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Memoria

Titulación: Ingeniería técnica industrial

Intensificación: Electrónica industrial

Alumno/a: Francisco José López Llorente

Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



1.1. Introducción

En este proyecto fin de carrera se diseñará un centro de planchado industrial. Para su realización se elegirán los elementos adecuados para su correcto funcionamiento y se describirán sus características, así como la conexión entre ellos. Por otra parte, se añadirán los planos para su construcción, utilizando diferente software y se presentarán esquemas e ilustraciones para una mejor comprensión de nuestro sistema. Una de las partes fundamentales del proyecto será la programación del PIC que controlará nuestro sistema. Se añadirá el presupuesto del coste de nuestro sistema de planchado. Y por último se anexionará información sobre la legislación vigente correspondiente a los dispositivos de nuestro sistema.

1.2. Objetivos

El objetivo de este centro de planchado industrial es que la tarea de planchar sea más rápida, fácil, cómoda y productiva que una tarea de planchado convencional.

Para obtener este mejor rendimiento el sistema consta de cuatro partes fundamentales:

1. Aporte y tratamiento del agua:

Para que nuestro sistema funcione correctamente necesita un aporte de agua de forma continuada. Por otra parte trataremos el agua para evitar corrosiones, incrustaciones u otros factores que dañen los elementos del sistema.

2. Generación de vapor:

Para poder planchar, calentaremos el agua aportada, obteniendo el vapor necesario de forma regulada por otra parte para las características de cada prenda.

3. Mesa de planchado y plancha:

Nuestro sistema dispondrá de una mesa de planchado que permita al usuario trabajar de una forma cómoda, segura y eficiente. Por otra parte tendrá una plancha de mano como elemento final del sistema.

4. Tarjeta de control del sistema:

La parte fundamental de nuestro sistema será una tarjeta electrónica que captará las señales de los sensores, las procesará y mandará las señales de control adecuadas a cada actuador del centro de planchado.



Otro de los objetivos de este proyecto es diseñar un centro de planchado seguro, robusto y fiable que cumpla con la legislación vigente en materia de aparatos de presión e instalaciones electrotécnicas de baja tensión.

Nuestro último objetivo, será cumplir las especificaciones requeridas del proyecto, intentando mejorarlas y aportar ideas que mejoren el funcionamiento del centro de planchado.

1.3. Especificaciones del sistema.

Para el correcto funcionamiento del sistema partiremos de una serie de especificaciones previas:

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



1.4. Funcionamiento del sistema

1.4.1. Explicación del funcionamiento del sistema

Para una mejor comprensión del funcionamiento del centro de planchado he realizado un programa en labVIEW, a continuación vemos una imagen en la que aparece nuestro sistema parado (figura 1) y otra donde vemos nuestro sistema en marcha (figura2).

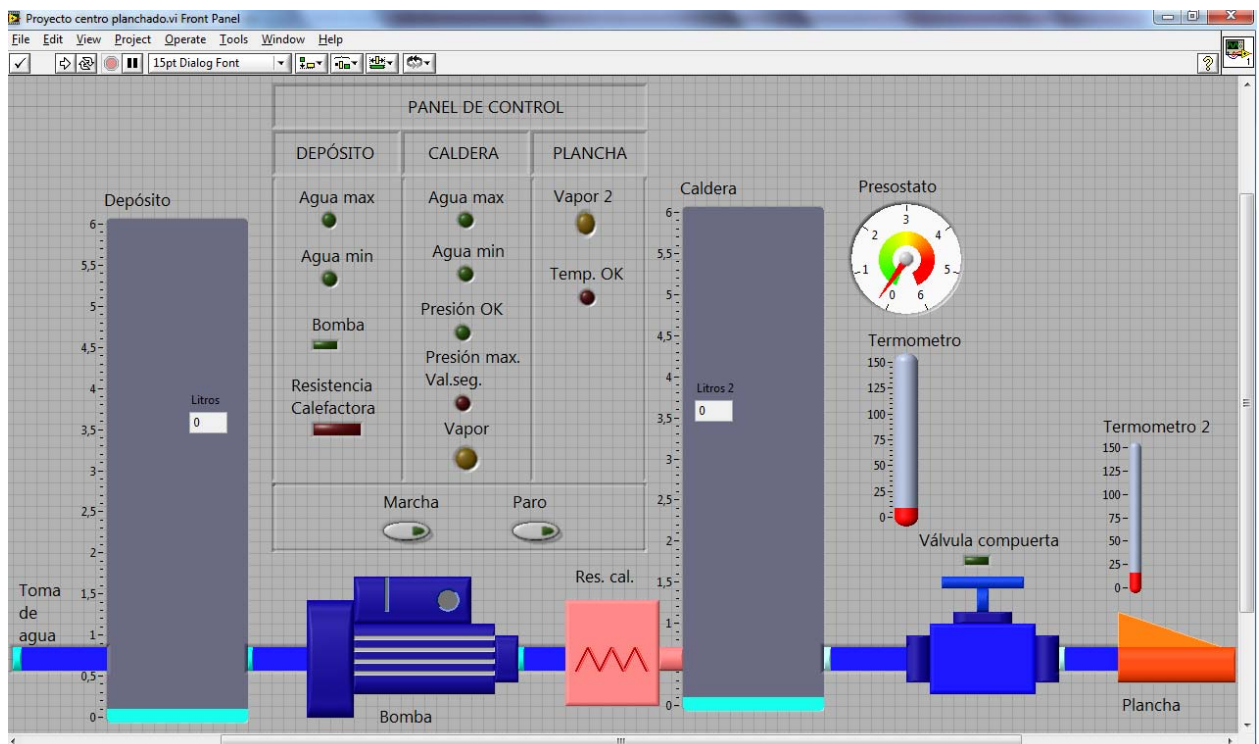


Figura 1

En la figura 1 podemos ver nuestro sistema cuando está parado. He simulado las partes fundamentales del centro de planchado para observar el flujo de agua y vapor. Así pues, observamos de izquierda a derecha la toma de agua que conectaremos a nuestro depósito, después vemos conectada la bomba de aporte de agua a la caldera. A continuación está la resistencia calefactora que calentará el agua que entrará en la caldera. En la caldera hemos añadido para la simulación un presostato y un termómetro. Una válvula compuerta que permitirá o no el flujo de vapor de la caldera a la plancha. Por último vemos la plancha del sistema con otro termómetro. También vemos el panel de control con los indicadores LED's que nos avisarán del correcto funcionamiento del sistema y los interruptores de marcha y paro de nuestro centro de planchado.

Nota: Este es un esquema para comprender el funcionamiento del sistema, en el sistema real cambiarán los led y no aparecerán termómetros de esta manera.

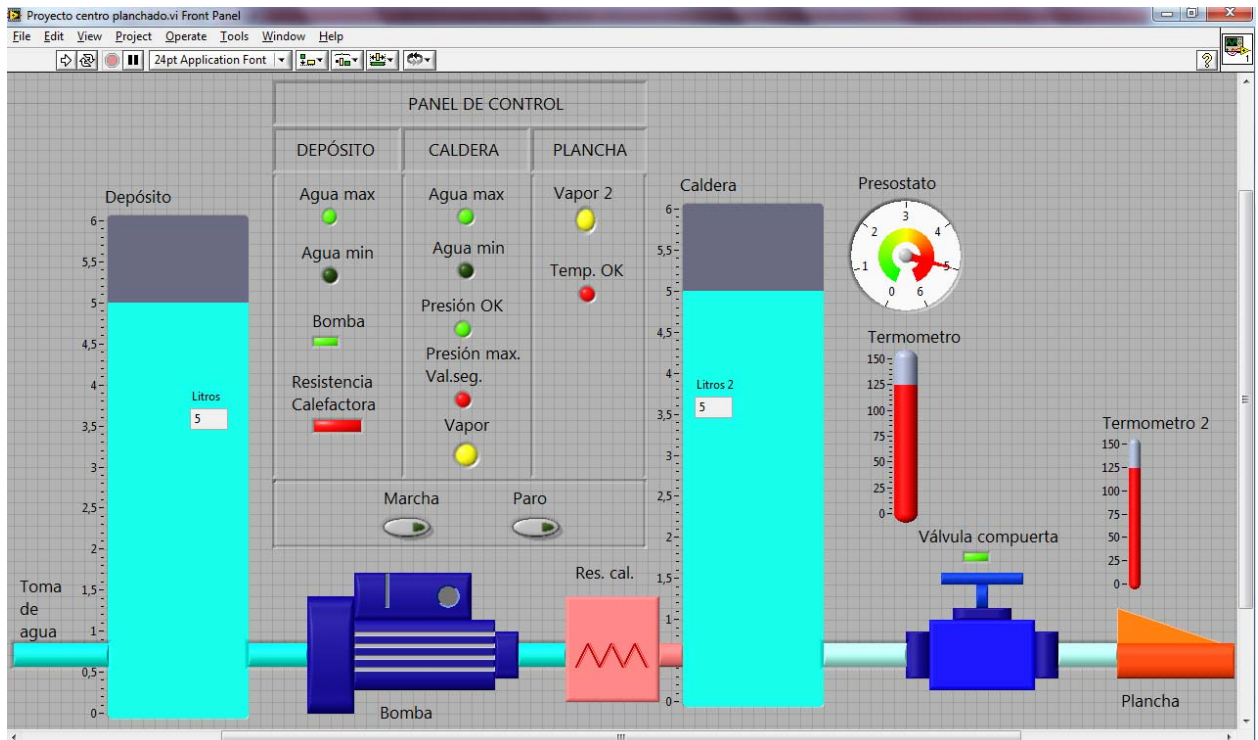


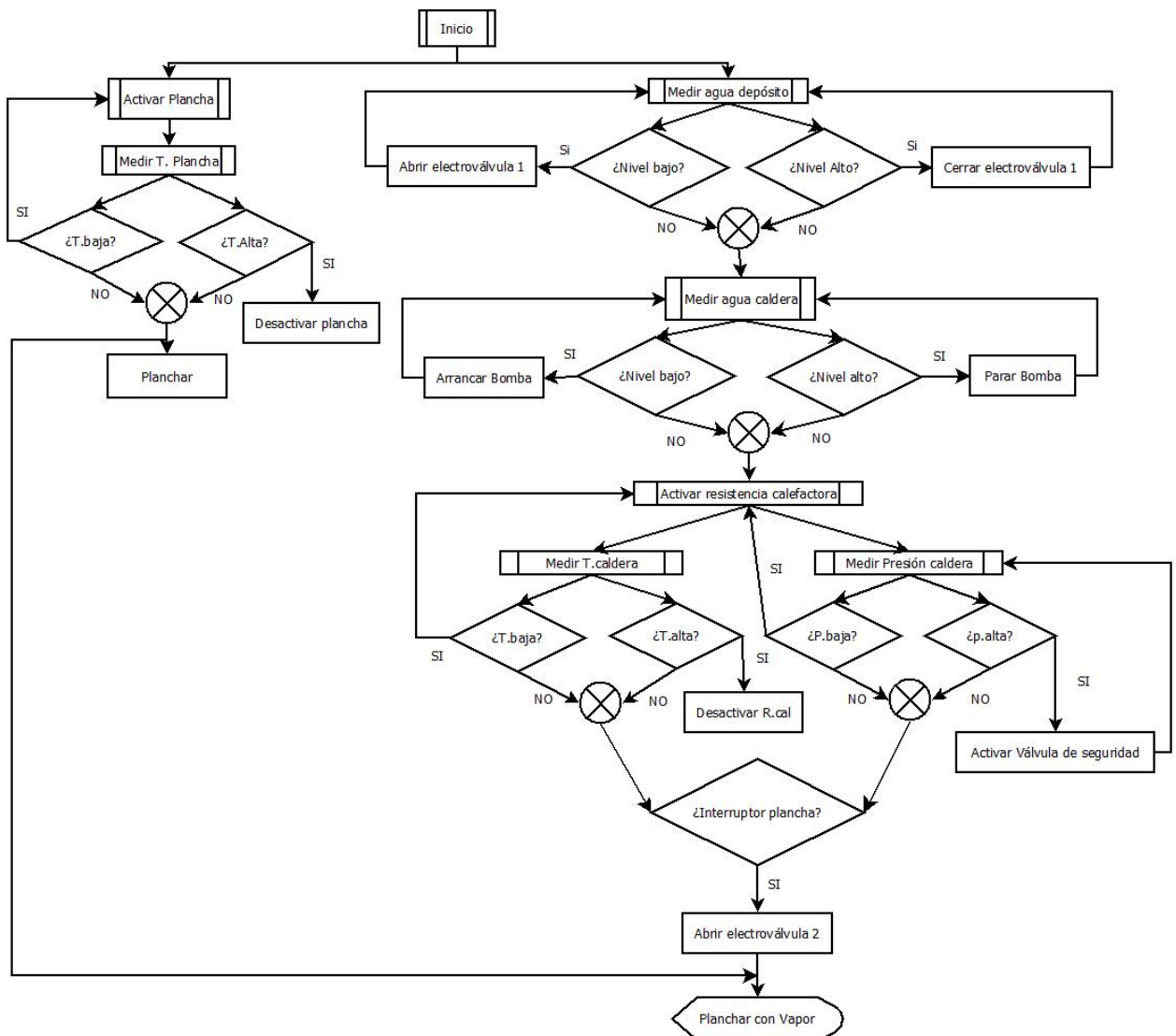
Figura 2

En la figura 2 vemos nuestro sistema cuando está en marcha. El funcionamiento de nuestro centro de planchado comienza introduciendo agua por la toma de agua al depósito que en un principio estará vacío, cuando haya un litro de agua en el depósito un sensor de nivel mandará una señal y lo visualizaremos con el led *agua min* del depósito en el panel de control, el depósito se irá llenando hasta que contenga cinco litros, en ese instante se encenderá el led *agua max* del depósito y nuestra tarjeta de control activará la bomba de aporte de agua encendiéndose también el led *bomba* que nos avisará de su correcto funcionamiento. Dicha bomba impulsará el agua hasta la caldera, a la que tendremos que introducir agua caliente, con lo cual, nuestra tarjeta de control activará la resistencia calefactora y encenderá el led *resistencia calefactora* que indica su buen funcionamiento. El agua caliente llenará la caldera, cuando llegue a un litro se encenderá el led *agua min* de la caldera y cuando llegue a cinco litros el led *agua max*. La caldera dispone de un presostato, cuando la presión en la caldera alcance los 3.5 bares se iluminará el led *presión OK* y cuando alcance los 5 se iluminará el led *presión max. Val.sec.* He colocado un termómetro en la simulación para que nos indique cuando se alcanza la temperatura adecuada para generar vapor, en este instante, se encenderá el led *vapor* de la caldera. En este momento del proceso se abrirá la válvula compuerta que transmitirá el vapor a nuestra plancha. El último elemento de nuestro sistema es la plancha, que dispondrá de otro sensor de temperatura representado con otro termómetro en esta simulación para que nos indique la adecuada temperatura de planchado, encendiendo el led *temp.OK* y otro led que nos avisará del vapor en la plancha, encendiendo el led *vapor 2*.



1.4.2. Flujograma del sistema

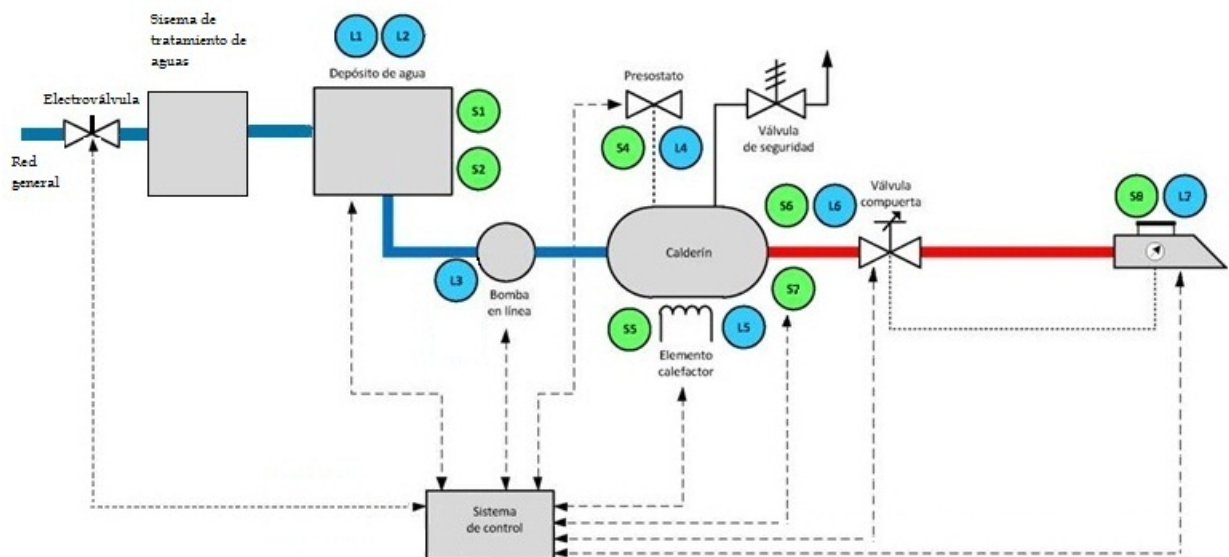
El diagrama de flujo o flujograma del sistema nos representa de forma gráfica el proceso de nuestro centro de planchado industrial. Mostrando operaciones y toma de decisiones.





1.4.3. Descripción del sistema

En este apartado describiremos los elementos del centro de planchado brevemente, ya que, en el pliego de condiciones se ampliará la información sobre cada uno de ellos.



Los **elementos** del sistema son:

- Electroválvula.
- Sistema de tratamiento de aguas (ablandador de aguas y ósmosis).
- Depósito de agua.
- Bomba.
- Caldera
- Válvula de seguridad.
- Resistencia calefactora.
- Válvula compuerta.
- Plancha.



Los **indicadores** del sistema representados en este esquema por leds son:

- L1: Led de mínimo nivel de agua en el depósito.
- L2: Led de mínimo nivel de agua en el depósito.
- L3: Led de activación de la bomba.
- L4: Led de control de presión de la caldera.
- L5: Led de control de temperatura de la caldera.
- L6: Led de control nivel de agua en el depósito.
- L7: Led de control de temperatura de la plancha.

Los **sensores** del sistema son:

- S1: Sensor de presencia de agua en el nivel máximo del depósito.
- S2: Sensor de presencia de agua en el nivel mínimo del depósito.
- S4: Sensor de presión de la caldera.
- S5: Sensor de temperatura de la caldera.
- S6: Sensor de presencia de agua en el nivel máximo de la caldera.
- S7: Sensor de presencia de agua en el nivel máximo de la caldera.
- S8: Sensor de temperatura de la plancha.

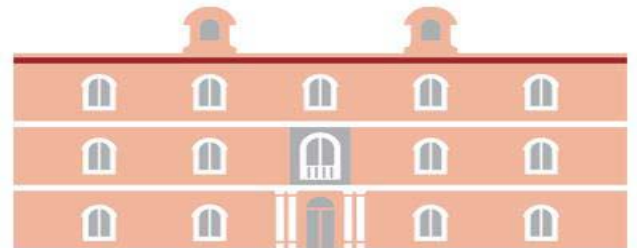
El **sistema de control** será una tarjeta de control que describiremos con mayor detalle en el pliego de condiciones. Como vemos en el esquema este bloque controlará las dos electroválvulas, la bomba, la resistencia calefactora de la caldera y la plancha. El funcionamiento de estos elementos vendrá determinado por las señales que reciba el sistema de control, provenientes de los sensores del sistema.

Los elementos más importantes del sistema de control son:

- PIC18F4553. Microcontrolador del sistema.
- Relés y transistores. Etapa de potencia.
- Regletas para las conexiones con las entradas y salidas de la tarjeta de control.
- Pantalla LCD. Para mostrar los estados del sistema de forma visual.
- Fuente de alimentación.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Planos

Titulación: Ingeniería técnica industrial

Intensificación: Electrónica industrial

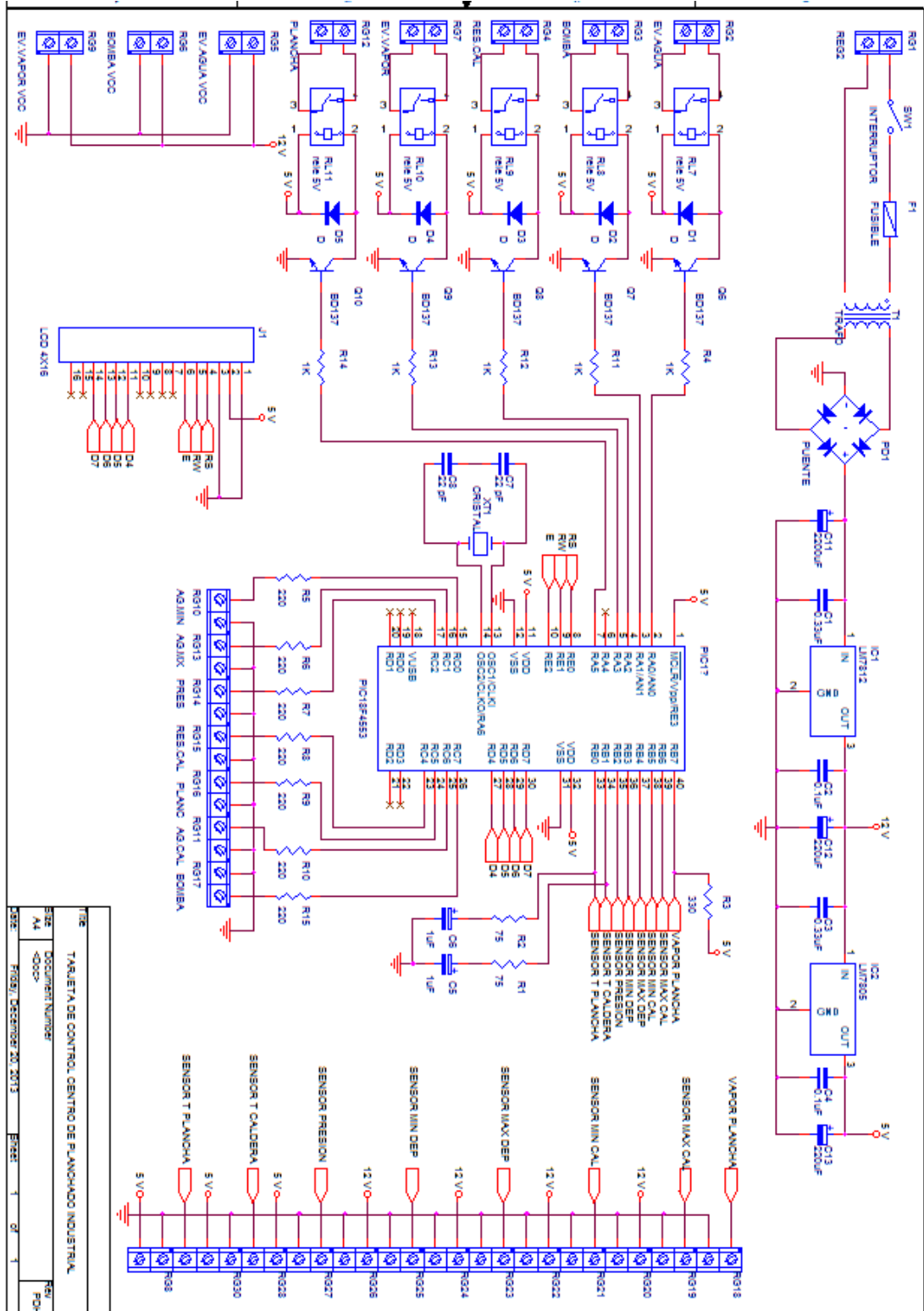
Alumno/a: Francisco José López Llorente

Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



2.1. Esquema electrónico de la tarjeta de control del centro de planchado.

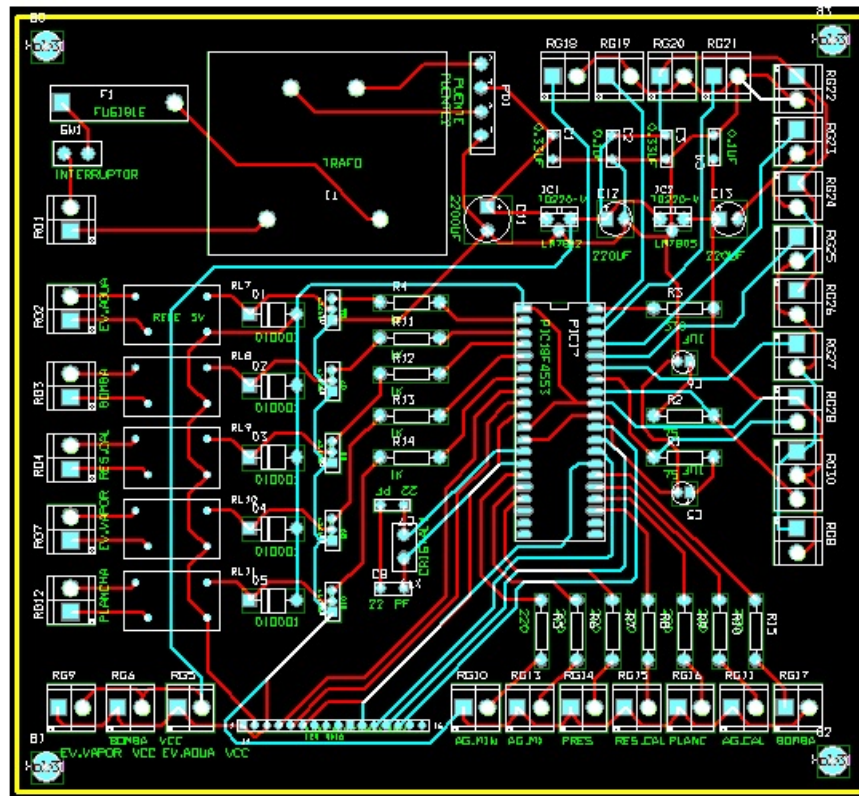


TITULO	TARJETA DE CONTROL CENTRO DE PLANCHADO INDUSTRIAL
NUMERO DE DOCUMENTO	44
FECHA	2013
FECHA DE IMPRESION	1
PAGINA	1



2.2. Placa de la tarjeta de control del centro de planchado en ORCAD LAYOUT

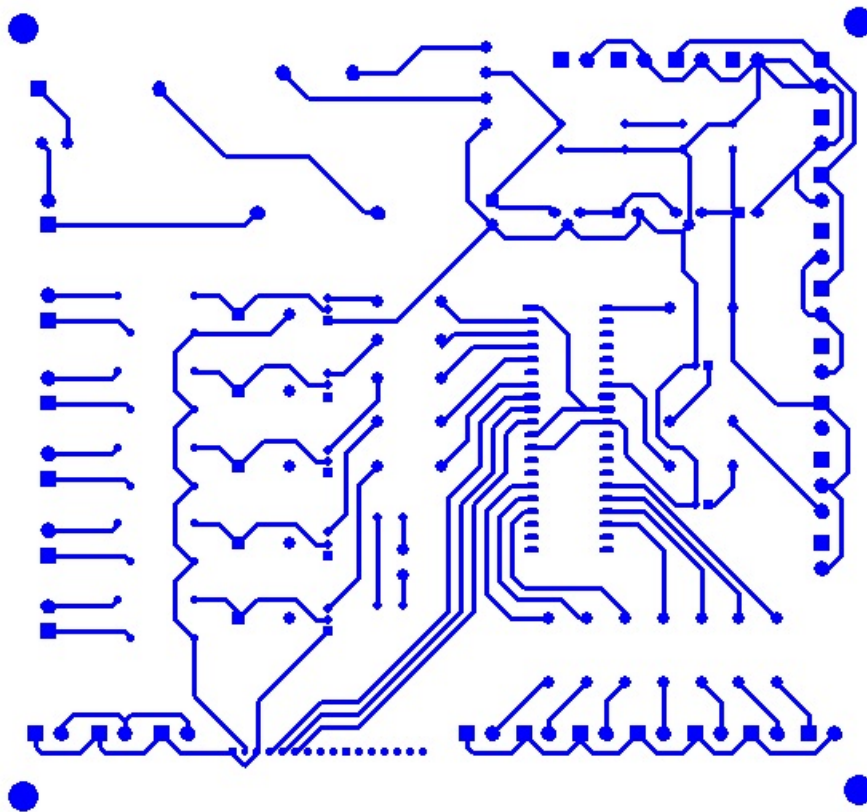
En este plano podemos ver las pistas, pads, componentes y serigrafía de la placa en conjunto.





2.3. Capa BOTTOM de la placa de la tarjeta de control del dentro de planchado.

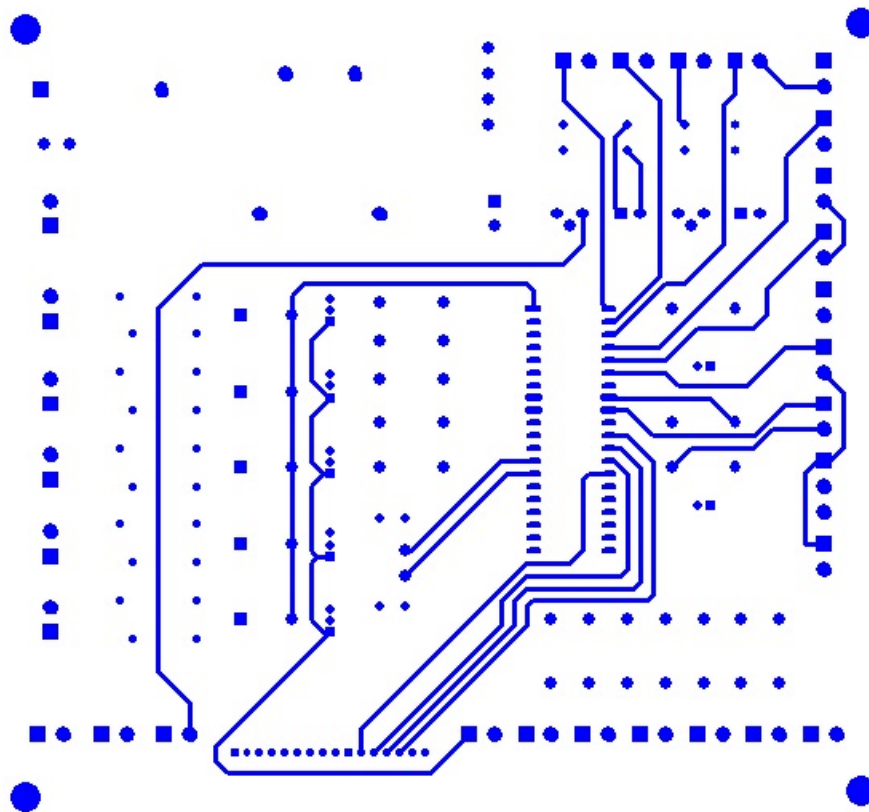
En este plano podemos ver las pistas y pads de la parte de debajo de la placa.





2.4. Capa TOP de la placa de la tarjeta de control del dentro de planchado.

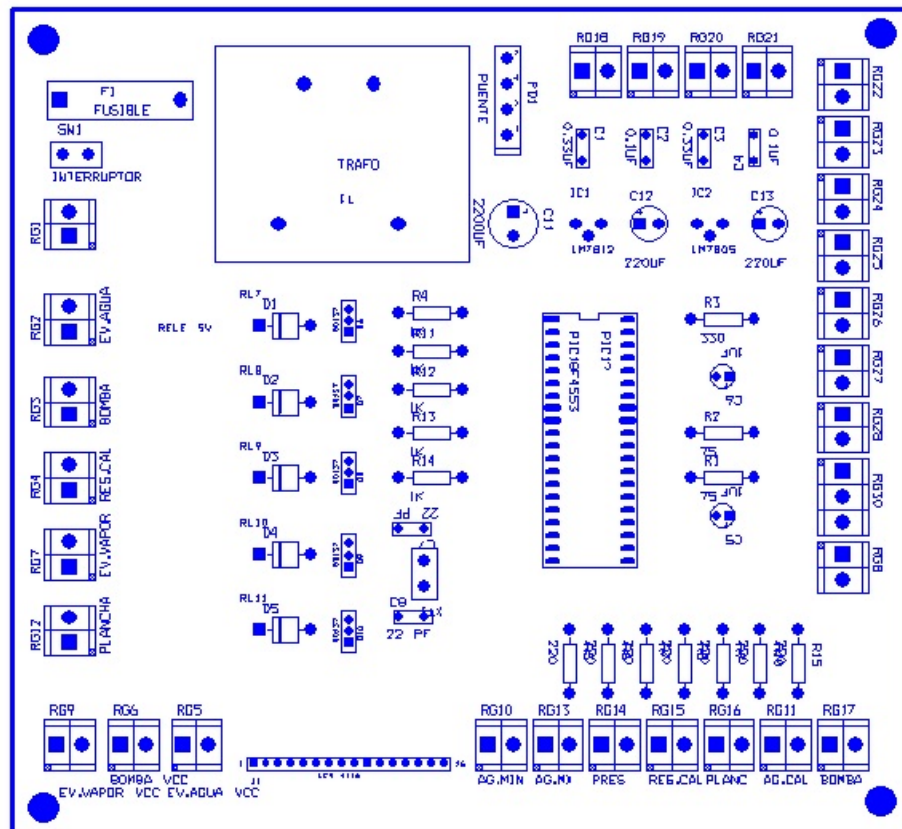
En este plano podemos ver las pistas y pads de la parte de arriba de la placa.





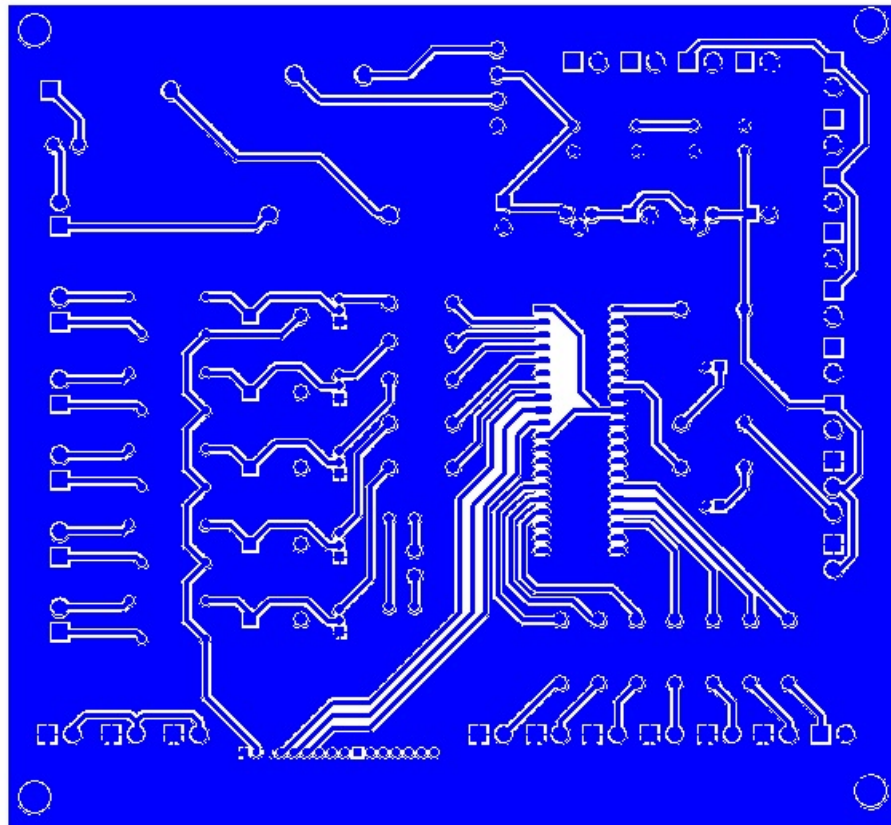
2.6. Capa ASSEMBLY de la placa de la tarjeta de control del dentro de planchado.

En este plano podemos ver la situación de los componentes de la placa y la serigrafía.



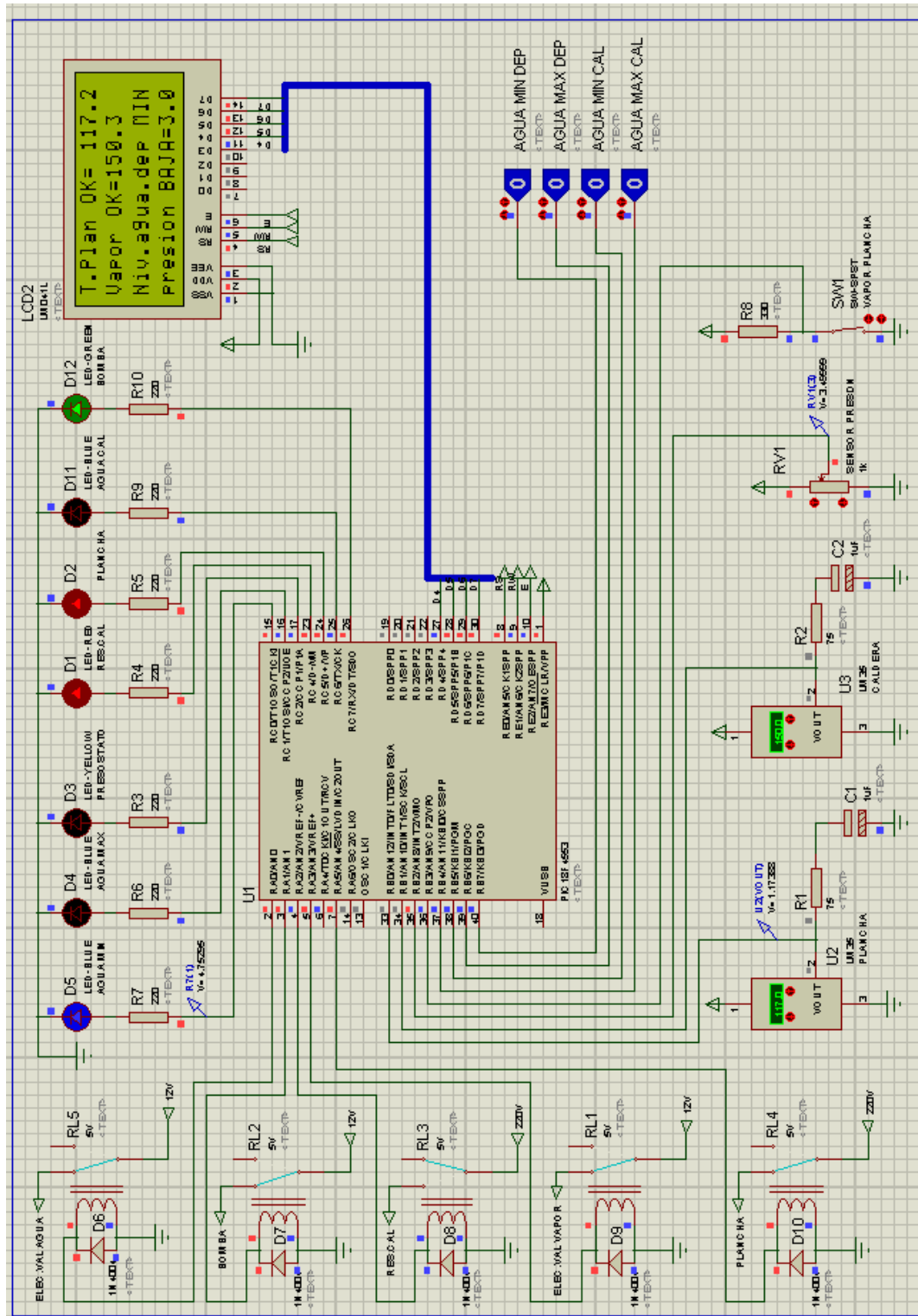


2.7. Capa BOTTOM de la placa de la tarjeta de control del dentro de planchado con la CAPA DE COBRE.



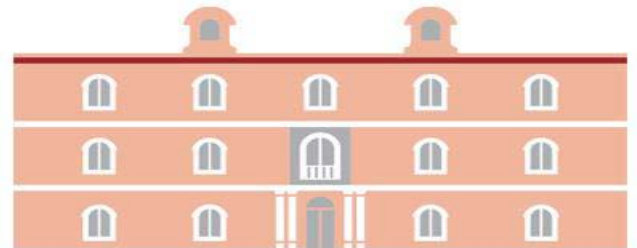


2.8. Esquema electrónico de simulación de la tarjeta de control del centro de planchado en Proteus.





Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Pliego de condiciones

Titulación: Ingeniería técnica industrial

Intensificación: Electrónica industrial

Alumno/a: Francisco José López Llorente

Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



1. Objetivo del pliego.

El objeto de éste pliego de condiciones es el definir y valorar los distintos materiales y elementos que vamos a utilizar en nuestro sistema, así como citar las normas jurídicas generales que regularán la ejecución de la instalación de "*Tarjeta de control de un sistema de planchado industrial*".

También se explicará el funcionamiento del sistema, especificando las características más importantes de los elementos del centro de planchado con la ayuda de los datos de sus hojas técnicas. Se mostrará las conexiones entre ellos y por último explicará la simulación de la tarjeta de control del centro de planchado y el código de programación del PIC que controlará el sistema.

2. Normas de obligado cumplimiento.

El presente proyecto deberá seguir ciertas normas para su desarrollo, reguladas por los organismos competentes, y que serán de obligado cumplimiento para que se encuentre dentro de la legalidad. Son las siguientes:

2.1. Normas para recipientes a presión.

Los recipientes a presión son regulados por el *REAL DECRETO 560/2010, de 7 de Mayo*, dónde se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

En concreto, nos interesa la instrucción técnica *ITC EP-1* sobre calderas.

La caldera de nuestro proyecto, la instalación de la misma, la puesta en servicio, la prescripción de seguridad y los sistemas de vigilancia han sido elegidos cumpliendo con esta *ITC EP-1*.

La instrucción técnica complementaria sobre calderas se adjunta en el *ANEXO I*.

Se destaca de forma general de esta instrucción los siguientes aspectos para este proyecto:

2.1.1. Materiales a utilizar.

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.



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 del diseño; características que garantizará el fabricante.

El material de las juntas deberá ser resistente a la acción del agua y vapor, así como resistir la temperatura de servicio sin modificación alguna.

2.1.2. Tuberías

Según normativa, el diámetro de las tuberías debe ser tal que impida que la velocidad de circulación exceda determinadas velocidades máximas:

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

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

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

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

2.1.3. Conexiones

Se pueden realizar uniones de elementos tanto por soldadura, embridadas o roscadas.

Las soldaduras de uniones de tuberías con presiones de diseño mayores que 13 kg/cm² deberán realizarlas soldadores profesionales con certificado de calificación.



En las uniones embridadas, las bridas deben cumplir la norma UNE y las características de presión y temperatura de servicio serán como mínimo las de diseño.

2.1.4. Ensayos y pruebas:

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.

2.1.5. Instalación:

Según la norma UNE, las tuberías podrán ser aéreas y subterráneas, pero en todos los casos deben ser accesibles, por lo que las subterráneas serán colocadas en canales cubiertos o en túneles de servicio.

Las pérdidas caloríficas deben reducirse al mínimo, por lo que las tuberías deberán estar convenientemente aisladas, según Decreto 1490/1975.

Para evitar los esfuerzos de dilatación se deberán prever los puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar totalmente de sollicitaciones a estos aparatos.

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. Deberán disponer en su lado de impulsión de un manómetro.

La alimentación de agua a calderas mediante bomba se hará a través de un depósito, quedando totalmente prohibida 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.



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

El vaciado directo al alcantarillado de las descargas de agua de las calderas no se permite.

2.2. Normas de electricidad.

La instalación eléctrica de nuestro sistema cumple con las normativas que nos impone el "*Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*" y sus instrucciones Técnicas Complementarias. (ITC) BT 01 a BT 51.

Este reglamento ha sido estudiado minuciosamente para el desarrollo de este proyecto en la página web oficial del Ministerio de industria, energía y turismo.

<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt guia.aspx>

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

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

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

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

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

RESOLUCIÓN de 18 de enero 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial B.O.E.: 19-FEB-1988.

Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales. REAL



DECRETO 2267/2004, de 3 Diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio
B.O.E.: 17-DIC-2004.

Corrección errores: 05-MAR-2005

Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego REAL DECRETO 312/2005, de 18 de marzo , del Ministerio de la Presidencia B.O.E.: 02-ABR-2005

MODIFICADO POR:

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

REAL DECRETO 110/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia B.O.E.: 12-FEB-2008.

2.2.1. Cableado.

1. Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.
2. Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.
3. Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.
4. Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

2.2.2. Protecciones y puesta a tierra.

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



2. El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.
3. La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magneto-térmico u otro elemento que cumpla con esta función.

2.2.3. Sección de los conductores.

- Los hilos que unen los sensores con la tarjeta de control tendrán una sección de 1mm^2 .
- El cableado que une la tarjeta de control con la resistencia de la caldera y con la plancha tendrán una sección de 4 mm^2 y $2,5\text{ mm}^2$ respectivamente.
- La conexión de los interruptores diferencial y magnetotérmico se hará con un hilo de 4mm^2 de sección.
- La conexión de las bobinas de las electroválvulas con la tarjeta de control se hará con hilo de $1,5\text{mm}^2$.

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



3. Descripción de los elementos del sistema de planchado industrial

3.1. Electroválvula para el paso de agua

El primer elemento de nuestro sistema de planchado industrial será una electroválvula que controlará la entrada de agua desde el suministro de agua hasta el ablandador de aguas.

Dicha electroválvula estará controlada por nuestro microcontrolador PIC, que será el encargado de gestionar el nivel de agua del depósito. Así pues, de una manera resumida, esta se abrirá cuando se llegue el depósito a su nivel mínimo permitiendo el paso de agua y se cerrará cuando se alcance el nivel máximo en dicho depósito.

La electroválvula elegida para este proyecto es la siguiente:



denominación VFG-MAX-S220-3/8-NG-12V=

descripción 2/2 paso electroválvula maxi -mando servo NC en posición de reposo cerrado, membrana de NBR

He elegido esta electroválvula ya que funciona a 12 V, que es un nivel de tensión con el que contaremos en nuestra fuente de alimentación. Para controlarla deberemos utilizar un relé entre la salida de nuestro microcontrolador PIC y la electroválvula.



3.2. Ablandador de agua.

Lo primero que debemos hacer en nuestro centro de planchado industrial es ocuparnos del tratamiento del agua con la que nuestro sistema trabajará, de esta tarea se ocupará el ablandador de aguas. El agua que viene del suministro general se hace pasar por el ablandador para que adquiera un grado de pureza superior que evite problemas en el funcionamiento del sistema.

Se ha elegido un "Ablandador de Agua Oceanic", elemento cilíndrico cuyas dimensiones son 210 x 260 x 440.

Con su sencilla colocación conseguiremos:

- Prolongar la vida de las resistencias.
- Reducir la necesidad de descalcificación.



Ablandador de Agua Oceanic

Instalación:

El ablandador contiene dos grifos, uno de entrada y uno de salida. Habrá que conectar la salida de la electroválvula al grifo superior, y el grifo inferior por el que saldrá el agua purificada a nuestro depósito, que acumulará nuestra agua baja en impurezas para ser usada posteriormente. Estas conexiones se realizarán con las tuberías adecuadas.



Funcionamiento

Los iones de magnesio y calcio se encuentran como minerales naturales en el agua que sale de nuestros grifos. El agua con grandes cantidades de estos iones es llamada “Agua dura” y se concentra en diferentes partes del planeta.

Cuando el agua hierve dentro del generador de vapor, éste deposita el magnesio y el calcio dentro del generador y alrededor de las resistencias durante un periodo de tiempo considerable. Esto puede provocar que la cal se asiente rápidamente sobre las resistencias, haciendo que éstas se sobrecalienten y funcionen de manera errónea fallando prematuramente.

El magnesio y el calcio se encuentran cargados positivamente cuando están en el agua.

En el interior del ablandador de agua hay perlas de resina que están cargadas negativamente.

Cuando el agua pasa a través de éste, el ablandador evita que el magnesio y el calcio pasen.

Mantenimiento:

Cuando las perlas se llenan de magnesio y calcio necesitan ser limpiadas, a esto se le llama “Regeneración”, usando sal para lavar las perlas y eliminar el magnesio y el calcio de ellas. La sal también tiene carga positiva que empuja a estos dos elementos fuera de las perlas. El ablandador de agua estará listo para ser usado nuevamente.

3.3.Sistema de ósmosis inversa

La **ósmosis inversa**, es un método natural, que no utiliza productos químicos para obtener agua potable muy pura para beber y cocinar y para usos específicos como cuidar plantas de interior, criar peces o **usar en planchas de vapor**.

Un *equipo de osmosis* es un tubo que contiene una membrana, cuyos poros minúsculos, funcionan como filtro, no dejando pasar más que las moléculas de agua.

Un poro de membrana mide 0.1 mm. Para graficar esto, si un poro fuera un grano de arena, un virus sería una pelota de golf y una bacteria una pelota de tenis. Nitratos, fosfatos, pero igualmente todos los minerales, así como la mayoría de las bacterias, hongos y otros organismos patógenos son también detenidos por la membrana osmótica.



Las membranas sintéticas son relativamente sensibles al cloro. Es por esta razón que se utiliza un prefiltro de carbón activo para eliminar esta sustancia. Otro prefiltro permite capturar los sedimentos mayores de 5 micras. La utilización de estos prefiltros permite alargar la vida de la membrana e impide que la membrana se tapone.

En este proyecto se utilizará este equipo de ósmosis *Proline Plus*, a continuación vemos una imagen de este producto y sus características técnicas:



CARACTERÍSTICAS	Proline Plus	Proline Pump Plus
Altura x ancho x fondo	400mm x 410mm x 140m	480mm x 380mm x 210mm
Depósito diámetro x altura	260 mm x 400 mm	260 mm x 400 mm
Peso	13 kg	15 kg
Temperatura entrada (máxima / mínima)	40°C / 2°C	40°C / 2°C
TDS entrada (máximo)	2000 ppm**	2000 ppm
Presión entrada (mínima / máxima)	2,5 / 6 bares. 250-600 kPa	1 / 2,5 bares. 100-250 kPa
Producción Nominal	150 LPD *	
Membrana	Tipo: 1 x 1812 50 PRODUCCIÓN MEMBRANA: 175 LPD * Agua descalcificada con 250ppm. T=25°C. 15% recovery. Presión sobre membrana = 3,4 bares, sin contrapresión.	
Bomba	-	Bomba booster
Acumulación Max. (Tanque Precargado a 7 PSI)	19 litros	
Alimentación eléctrica	-	220-240V 50Hz. 30W
Adaptador eléctrico	-	100-240V 50Hz. / 24Vdc 1A. Homologado UL, TUV

* Los Caudales pueden variar un +/- 20%

** Según presiones de entrada

COMPONENTES

3 portacartuchos 10" blancos (prefiltro polipropileno 5µm)
 + cartucho carbón GAC + cartucho carbón block.
 1 postcarbón en línea 2".
 Grifo cromado.
 Restrictor con válvula manual de limpieza incorporada.

Incorpora válvula antirretorno en la producción de agua osmotizada.
 Kit conexión desagüe.
 Adaptador pared y válvula de bola para agua de entrada.
 Llave portafiltras.
 Tubo ¼"

En este proyecto no se utilizará el depósito de este producto, ya que se ha diseñado a parte y en el siguiente apartado se describirá.

- Consultando el anexo II de este proyecto sobre el tratamiento de aguas para calderas veremos la utilidad de utilizar el ablandador de aguas y el equipo de ósmosis.



3.4. Depósito

El depósito de agua será el dispositivo encargado de almacenar el agua tratada de nuestro sistema, para su posterior suministro de agua a la caldera.

En las especificaciones del sistema se pedía un depósito de 5 litros, para una mejora del funcionamiento del centro de planchado **la capacidad del depósito será de 50 litros**. Con esta medida se garantiza el funcionamiento del sistema ante un corte de agua en la red general. Nuestra plancha podrá expulsar 100 mg/min de vapor de agua, con lo cual, este dispositivo asegura una autonomía en el abastecimiento de agua de 8 horas.

Las **dimensiones** del depósito serán:

- Alto: 450 mm
- Largo: 420 mm
- Ancho: 300 mm

Así pues, su capacidad será de 56,7 litros; existiendo un margen de capacidad para que el depósito no se encuentre completamente lleno.

Estará fabricado de poliéster y constará de los siguientes elementos:

- **Entrada de agua:** Con un racor para su unión a la tubería procedente de la electroválvula.
- **Salida de agua:** Con otro racor para su unión a la tubería que conectaremos a la bomba.
- **Salida de rebosadero:** Con un racor para su unión a la tubería que conduciremos a un desagüe. Es una medida de seguridad, para que en caso de que el sensor de máximo nivel o la electroválvula de entrada funcionarán incorrectamente, suministrando agua sin parar al depósito; el agua tuviese una salida sin causar desperfectos en la instalación.
- **Boca de hombre:** Para una inspección visual del agua, o para suministrar agua al depósito manualmente.
- **Sensor de nivel mínimo:** Mandará una señal al controlador cuando el nivel de agua sea mínimo.
- **Sensor de nivel máximo:** Mandará una señal al controlador cuando el nivel de agua sea máximo.
- **Indicador de nivel visual:** Nos permitirá ver el nivel de agua de manera visual para cualquier revisión.



En la siguiente figura observamos el aspecto y colocación de los elementos en el depósito.

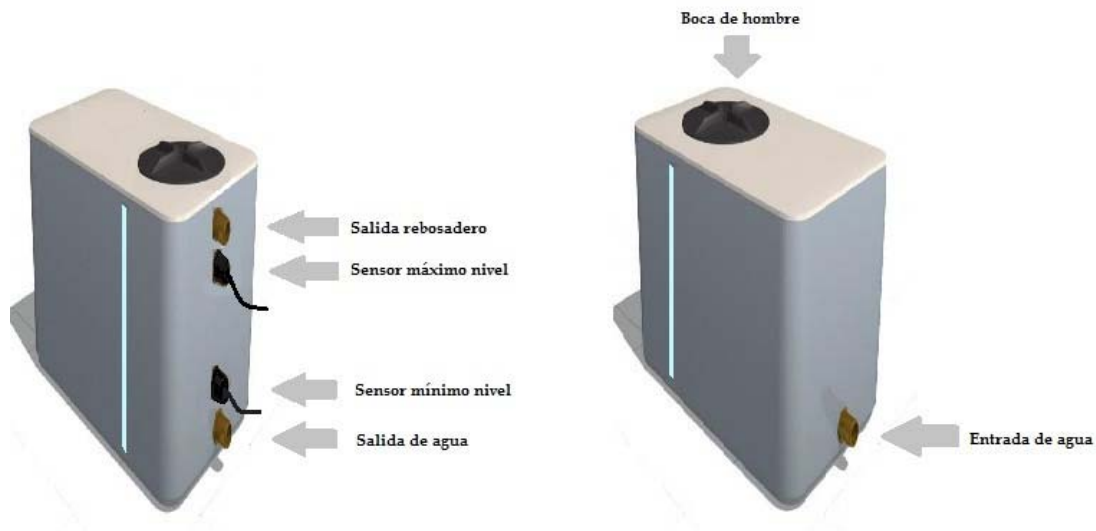


Figura: Depósito de agua.

Nota:

No hemos provisto el depósito de una salida inferior de drenaje o purga, ya que el agua que contendrá estará tratada, en caso de que se deba limpiar, tendremos que vaciarlo por la salida de agua y desmontarlo.



3.4.1. Control del nivel de agua del depósito

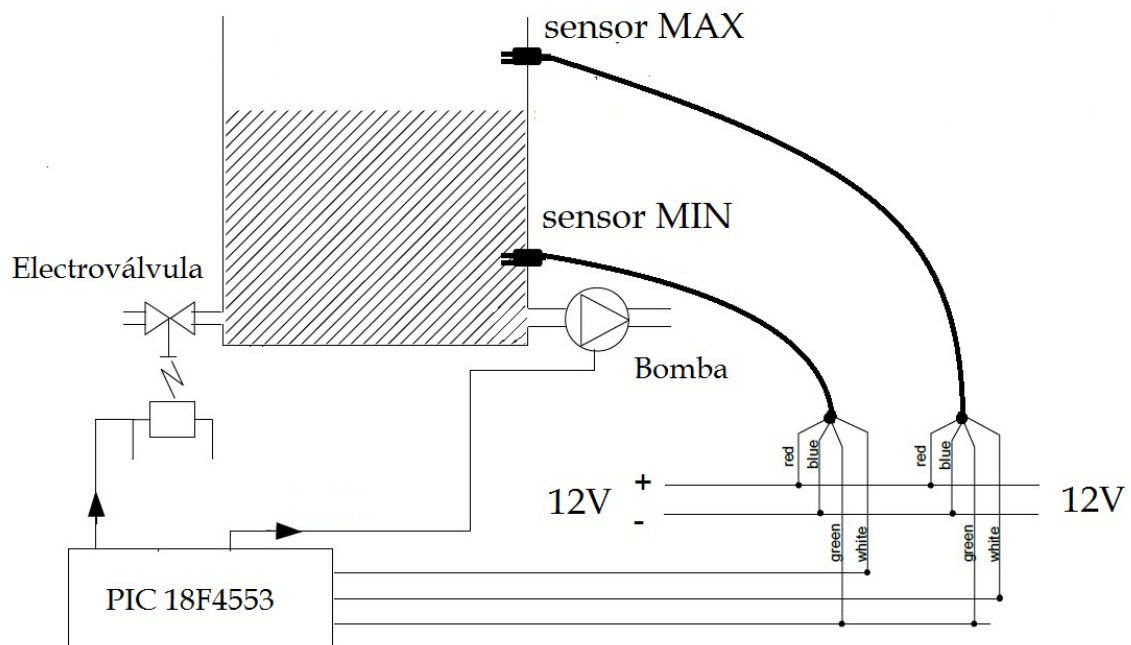
Una de los factores fundamentales para que nuestro centro de planchado industrial funcione de forma adecuada y continuada es que disponga de agua en todo momento. Por lo tanto, se deberá controlar el nivel de agua en nuestro depósito. A continuación se describen las características de los dispositivos necesarios, se explica su funcionamiento y su conexión.

- **Elementos para el control de nivel de agua del depósito.**

Los elementos del control de nivel del agua del depósito son:

1. Sensores: 2 Sensores de presencia de agua DRS-30X de Simex
2. Microcontrolador: PIC 18F4553
3. Actuadores: Electroválvula, Relé
4. Indicadores: 2 LEDs azules, pantalla LCD

- **Conexión de los elementos para el control de nivel del depósito.**





3.4.1.1. Sensor de presencia de agua DRS-30X de Simex

El *Sensor de presencia de agua DRS-30X de Simex* está diseñado para la detección de presencia de agua. Los parámetros del detector han sido fijados para permitir la detección de presencia real de líquido sobre sus electrodos y ser resistente para las superficies de baja impedancia. Un electrodo adicional de referencia previene la detección contra falsas señales cuando el líquido cubre su superficie solamente. Las salidas PUSH-PULL da la oportunidad de conexión con otros dispositivos equipados con entradas lógicas directas o indirectas. El rango de su tensión de alimentación (12 – 30 V DC) y el rango de temperatura de operación (-40°C ÷ $+85^{\circ}\text{C}$) permite el uso del sensor en muchos sistemas.



3. TECHNICAL DATA

Power supply voltage	12V...24...30V DC
Current consumption about Output	5mA (+ output load) PUSH-PULL
Output max. load	50mA (sink and source)
Output delay	< 100ms
Detection threshold	12k Ω \pm 20%
Protection level	IP 67
Material of electrodes	Stainless still, acid resistant
Filling material	polyurethane
Mounting method	thread
Connection cable	4 x 0.5, polyurethane
Cable length	1...3 m (depending on device version)
Housing type gland	M20x1,5 LAPKABEL
Housing dimensions	28 x 33 mm, thread M20x1,5x9
Weight	50 g
Operating temperature	-40°C do +85°C
Storage temperatura	-40°C do +85°C



En las siguientes imágenes se explica el montaje del sensor, así como las medidas mínimas que se deben adoptar. También podemos apreciar los cables de conexión del sensor con el PIC y su alimentación.

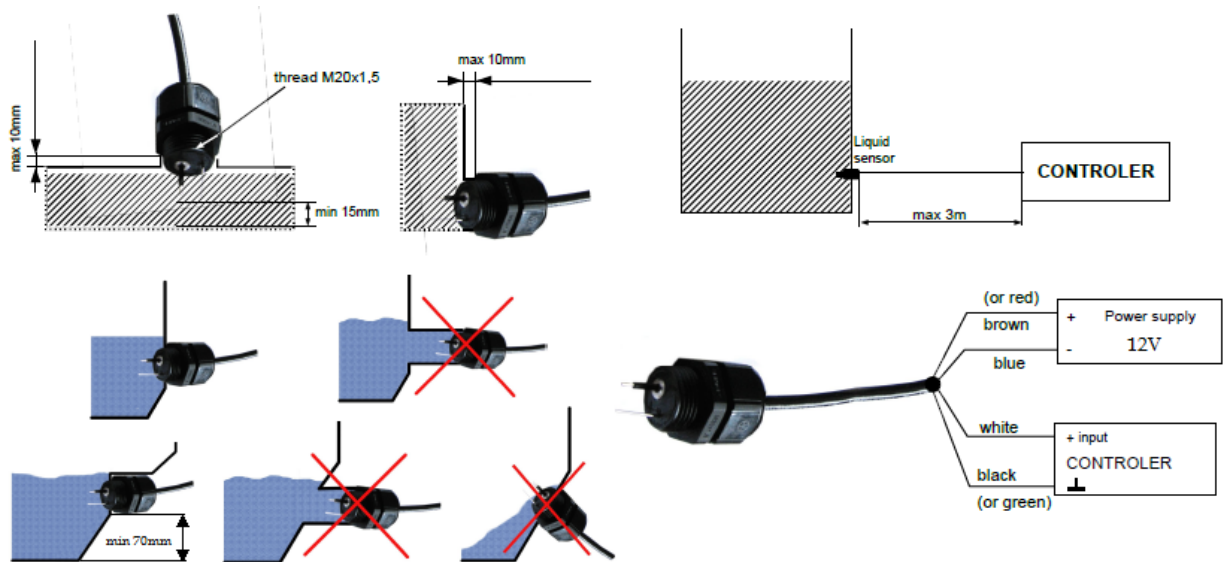


Figura. Instalación y conexiones del sensor de presencia de agua

PIC 18F4553

Será el dispositivo encargado de recibir la información de los sensores, procesar esa información y mandar las señales oportunas a la electroválvula y los leds. Usaremos dos entradas del PIC, una para cada sensor de presencia de agua. Dos salidas, una para el led que nos indicará el nivel mínimo y otra para el led que nos indicará el máximo nivel de agua. Por último usaremos otra salida para activar la electroválvula.

Electroválvula.

Este dispositivo se abrirá cuando se llegue el depósito a su nivel mínimo permitiendo el paso de agua y se cerrará cuando se alcance el nivel máximo en dicho depósito.

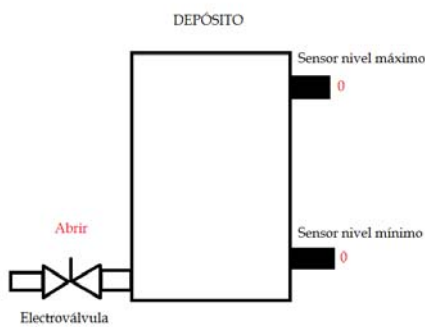
LED azul

Serán dos indicadores de alarma, que señalarán los estados del depósito y posibles fallos.



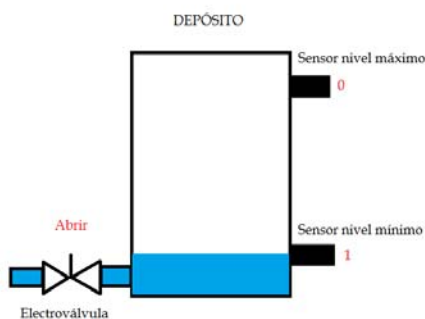
3.4.1.2. Funcionamiento del control de nivel en el depósito.

El sistema contará con dos sensores de presencia de agua, uno que nos indicará el nivel mínimo y otro que indicará el nivel máximo. Cuando el sensor *DRS-30X* detecte agua enviará un 1 lógico a una entrada del PIC 18F4553, cuando no detecta presencia de agua enviará un 0 lógico a la misma entrada. El PIC procesará esta información y mandará orden de apertura o cierre a la electroválvula de entrada del depósito. Por otra parte encenderá el led de máximo nivel o de mínimo nivel y mandará un mensaje a la pantalla LCD. Podemos ver de forma gráfica el funcionamiento en las siguientes imágenes y tablas.



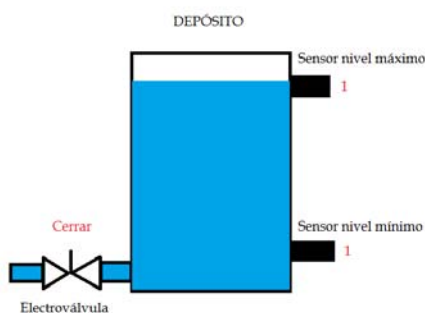
DEPÓSITO VACIO:

Sensor máximo	0
Sensor mínimo	0
Electroválvula	Abrir
Led máximo nivel	Apagado
Led mínimo nivel	Encendido
Pantalla LCD	NIV.AGUA.DEP MIN



DEPÓSITO NIVEL MÍNIMO

Sensor máximo	0
Sensor mínimo	1
Electroválvula	Abrir
Led máximo nivel	Apagado
Led mínimo nivel	Apagado
Pantalla LCD	NIV.AGUA.DEP OK



DEPÓSITO NIVEL MÁXIMO

Sensor máximo	1
Sensor mínimo	1
Electroválvula	Cerrar
Led máximo nivel	Encendido
Led mínimo nivel	Apagado
Pantalla LCD	NIV.AGUA.DEP MAX



3.5. Bomba de agua.

Para este proyecto se ha elegido la bomba presión Shurflo 2088-443 de 12V



La bomba de presión Shurflo 2088 de 12V son ideales para aplicaciones con un alto volumen de transferencia de agua. Permite el bombeo de 13,2 litros/minuto (792 litros/hora).

Características:

- Ideal para aplicaciones con un alto volumen de transferencia de agua.
- Diseñado para trabajos duros en aplicaciones de riego por aspersión.
- Funcionamiento silencioso.
- Auto cebado a 3,6 metros.
- Puede funcionar en seco sin riesgo alguno.
- La serie 2088 es la ideal para aplicaciones de alto fluido con bajo consumo.
- Pueden ser montadas en cualquier posición, son compactas.
- Válvulas testadas a 13.8 kg./m (200 PSI).
- Con presostato ajustable.
- Piezas fácilmente reemplazables con disponibilidad.
- Aprobadas por las normativas: UL, CSA, NSF, FDA y IAPMO

Aplicaciones:

- Extracción de agua de pozos.
- Suministro de agua a viviendas
- Circulación de fluidos
- Riegos



Especificaciones Técnicas:

- Diseño de bomba: desplazamiento positivo 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
- Interruptor de presión: Apagado ajustable en rango de 2.07 a 3.45 Kg. /m²
- 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. /m² (2.1 Bar 30 PSI)
- Puertos: 1/2" - 14 cable macho paralelo
- Materiales de construcción:
 - Plástico: polipropileno
 - Válvulas: Epdm
 - Diafragma: Santoprene principalmente, Buna (el interruptor)
 - Cierres: acero recubierto de zinc
- Peso neto: 2.18 Kg. (4.8 libras)
- Consumo de 5,3A a 9,9A en 12V
- Ciclo de trabajo: Intermitente (ver el cuadro de incremento de temperatura)

3.5.1. Normas de obligado cumplimiento.

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

El sistema de alimentación de agua deberá poder inyectar una cantidad de agua que deberá ser igual, como mínimo, a 1,1 veces la máxima que pueda evaporarse, más la pérdida de agua por purgas. Para las calderas con nivel de agua definido, en las que está automatizada la aportación de agua, el sistema de alimentación estará controlado por un dispositivo que detecte, al menos, el nivel de agua. Este sistema de alimentación podrá ser de acción continua o discontinua. En el caso de acción continua, la bomba de alimentación de agua estará continuamente en servicio, y el caudal introducido, vendrá regulado por una válvula automatizada y mandada por la acción del sistema controlador de nivel, dicho sistema actuará de forma que la válvula que controla la alimentación de agua, quede en posición abierta, si se producen fallos del fluido de accionamiento (corriente eléctrica, aire, etc.). En el caso de acción discontinua (nuestro caso), el sistema detector de nivel situado en el calderin, actuará sobre la bomba de alimentación, parándola, y/o poniéndola de nuevo en servicio, según las necesidades. Al tratarse de una caldera de nivel definido, el sistema de alimentación de agua será automático.

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



3.5.2. Funcionamiento:

La bomba será el dispositivo encargado de suministrar agua a la caldera desde el depósito. Nuestra plancha podrá expulsar 100 mg/por minuto y la bomba podrá suministrar 13,2 litros/min, con lo cual, el aporte de agua a la caldera será mayor. Evitando así riesgos de no cumplir con la demanda de agua de la caldera.

La activación o desactivación de la bomba dependerá, del nivel de agua que haya en la caldera, siempre teniendo en cuenta que hay agua en el depósito, aunque la bomba puede trabajar en seco.

Para el control de este dispositivo la caldera cuenta con dos sensores de presencia de agua, uno para detectar el nivel mínimo y otro para detectar el nivel máximo. Estos sensores mandarán una señal al PIC de nuestra tarjeta de control, este gestionará la información y mandará una señal de activación o desactivación a la bomba, a través de un relé. De tal forma que, cuando se detecte el nivel mínimo la bomba se pondrá en marcha y cuando se detecte el nivel máximo la bomba se parará. Este es el denominado control de nivel on-off, será explicado en el apartado control de nivel de agua de la caldera.

Consideración:

Como la bomba dispone *de comprobación de válvula: funcionamiento en un sentido, previene el fluido inverso CAM: 3.5 grados* no pondremos una válvula anti retorno entre la bomba y la caldera, aunque se podría poner.

3.5.3. Manómetro.

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. Deberán disponer en su lado de impulsión de un manómetro según el Reglamento vigente de aparatos a presión.





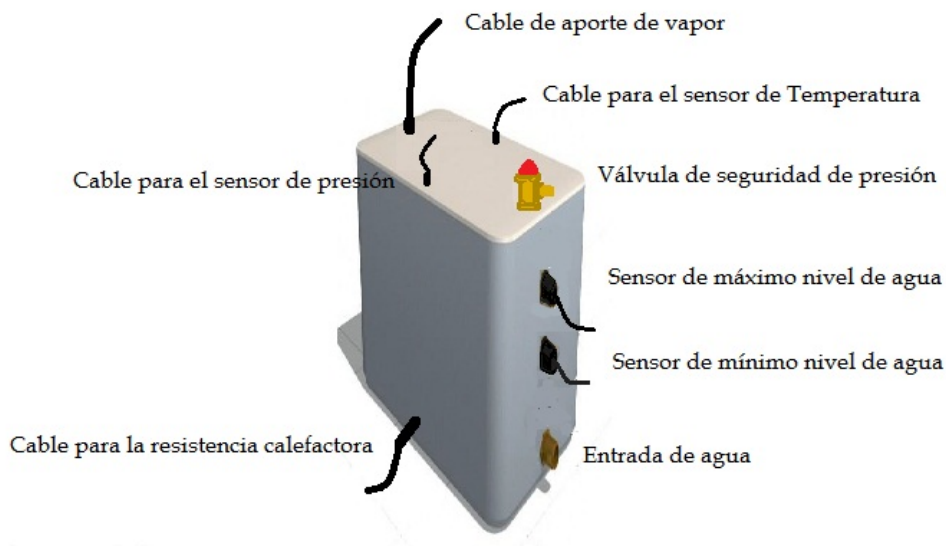
3.6. Caldera

La caldera será el elemento encargado de generar vapor para nuestro centro de planchado industrial. Primero se llenará de agua hasta un nivel determinado que variará desde un nivel mínimo a uno máximo. Después se calentará el agua mediante una resistencia calefactora hasta producir vapor.

Los elementos de los que consta la caldera para generar vapor de una manera segura de acuerdo al reglamento vigente son:

1. Sensor de nivel mínimo.
2. Sensor de nivel máximo.
3. Resistencia calefactora.
4. Sensor de temperatura.
5. Sensor de presión.
6. Válvula de seguridad de presión.

En la siguiente figura se representa de forma gráfica el aspecto de la caldera.



Notas:

No se ha añadido economizador para calentar el agua de aporte al tratarse de una caldera de un volumen muy reducido.

En la parte inferior de la caldera se colocará una válvula de purga.



3.6.1. Aislamiento térmico de la caldera.

El aislamiento térmico debe ser estudiado, tanto su composición como su espesor. Un gran espesor de aislante es ideal para obtener una máxima resistencia a la transmisión de calor, aunque esto repercutirá negativamente sobre el coste de la caldera de manera innecesaria. Para que esto no ocurra calcularemos el espesor óptimo de aislante.

Las razones por las que se debe aislar la caldera son las siguientes:

- Contribuir a que el ambiente de trabajo en las proximidades de la caldera sea soportable para los operarios.
- Impedir que las zonas accesibles por la caldera alcancen temperaturas excesivas que pudieran provocar accidentes.
- Evitar entradas y salidas de aire incontroladas en las zonas de presión, actuando en este caso a modo de elemento de sellado.
- Disminuir el consumo de energía, reduciendo las pérdidas de calor a través de las paredes de la caldera.

Para lograr esto se realiza la siguiente elección de aislamiento y pintura:

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

Para conocer el espesor óptimo de aislante, los fabricantes disponen de programas informáticos con los que calcular el espesor más adecuado. En este proyecto el espesor será de 20 mm del material aislante.

Características del aislante elegido

- Descripción

Manta de lana de roca sin aglomerar y con soporte de malla de acero galvanizado.



- Aplicaciones
 - Calderas.
 - Depósitos.
 - Tuberías de gran diámetro.
 - Hornos.
 - Equipos.

- Reacción al fuego

Clasificación MO (no combustible). Según UNE-23727

- Comportamiento al agua

Tendrá un comportamiento no hidrófilo.

- Dilatación y contracción

Este material es totalmente estable a la dilatación y a la contracción.

- Densidad aproximada

La densidad aproximada será de 50 Kg/m³.

3.6.2. Dimensiones de la caldera

Se ha diseñado una caldera para contener 5 litros de agua, aunque su volumen será mayor para contener también el vapor de agua generado. Así pues, su volumen será de 8 dm³.

Por tanto sus dimensiones serán:

- Alto: 25 cm.
- Ancho: 15 cm.
- Largo: 20cm.



3.6.3. Descripción de los elementos de la caldera.

3.6.3.1. Sensor de presencia de agua para detectar el nivel mínimo y máximo

En este proyecto se ha elegido el sensor de presencia de agua DRS-30X de Simex.

El *Sensor de presencia de agua DRS-30X de Simex* está diseñado para la detección de presencia de agua. Los parámetros del detector han sido fijados para permitir la detección de presencia real de líquido sobre sus electrodos y ser resistente para las superficies de baja impedancia. Un electrodo adicional de referencia previene la detección contra falsas señales cuando el líquido cubre su superficie solamente. Las salidas PUSH-PULL da la oportunidad de conexión con otros dispositivos equipados con entradas lógicas directas o indirectas. El rango de su tensión de alimentación (12 - 30 V DC) y el rango de temperatura de operación (-40°C ÷ +85°C) permite el uso del sensor en muchos sistemas.



3. TECHNICAL DATA

Power supply voltage	12V...24...30V DC
Current consumption about	5mA (+ output load)
Output	PUSH-PULL
Output max. load	50mA (sink and source)
Output delay	< 100ms
Detection threshold	12kΩ ± 20%
Protection level	IP 67
Material of electrodes	Stainless still, acid resistant
Filling material	polyurethane
Mounting method	thread
Connection cable	4 x 0.5, polyurethane
Cable length	1...3 m (depending on device version)
Housing type gland	M20x1,5 LAPKABEL
Housing dimensions	28 x 33 mm, thread M20x1,5x9
Weight	50 g
Operating temperature	-40°C do +85°C
Storage temperatura	-40°C do +85°C



3.6.3.2. Sensor de temperatura

Para este proyecto se ha elegido como sensor de temperatura de la caldera el LM35. Podemos verlo en la siguiente figura:



Descripción:

- El LM35 es un circuito integrado sensor de temperatura cuyo voltaje de salida es linealmente proporcional a la temperatura en grados Centígrados. (-55 a 150), 10mV/°C. O dicho de otra manera, el LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1° C y un rango que abarca desde -55° a +150° C.
- La salida es lineal y equivale a 10mV/°C por lo tanto:
 - +1500mV = 150° C
 - +250mV = 25° C
 - -550mV = -55° C

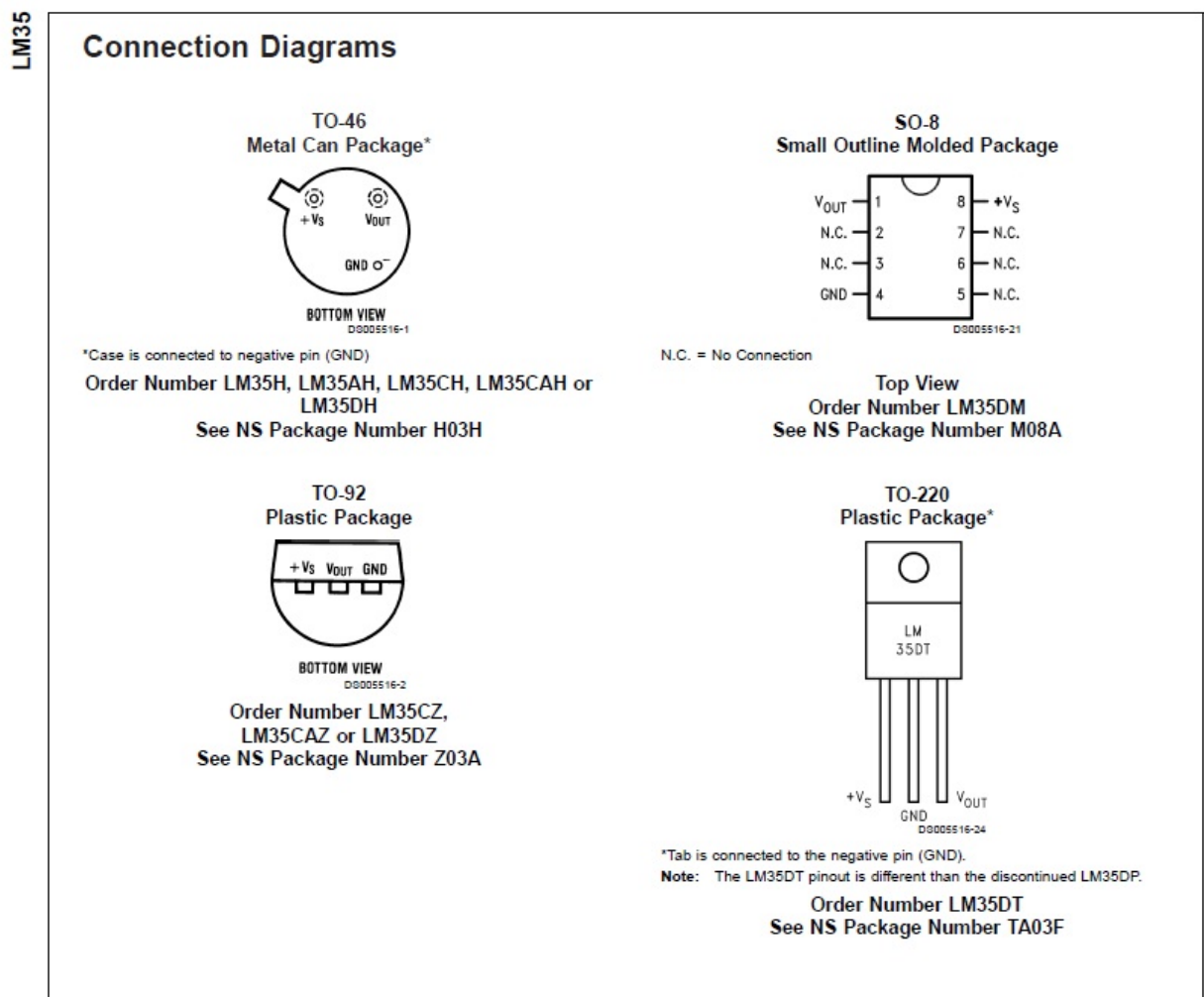
- El LM35 no requiere de una calibración externa.
- El LM35 se puede alimentar desde 4 hasta 30 V.
- Consume < 60μA.
- Autocalentamiento de 0.1° C
- La precisión es de 0.5° C
- Baja impedancia de salida: 0.1Ω for 1 mA load

Protección para medida en líquidos:

El LM35 es el sensor de temperatura. Tiene la forma de un transistor tipo BC. Si se lo protege de alguna forma, se puede usar para medir la temperatura de líquidos. Si se quiere que el sensor este fuera del circuito, se puede conectar con un *cable mallado* estéreo. Donde la malla irá conectada al negativo del LM35. Al LM35 se lo puede recubrir con *poxilina* y *termocontraíble* para que quede aislado y protegido y así poder introducirlo en líquidos.



El sensor se presenta en diferentes encapsulados pero el más común es el to-92 de igual forma que un típico transistor con 3 patas, dos de ellas para alimentarlo y la tercera nos entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo. Con el LM35 sobre la mesa las patillas hacia nosotros y las letras del encapsulado hacia arriba tenemos que de izquierda a derecha los pines son: VCC - Vout - GND.



Nota:

- En el proyecto en forma digital se adjunta el datasheet del LM35 para cualquier otra consulta.



3.6.3.3. Sensor de presión

Para este proyecto se ha elegido el sensor de *presión hm4100 de agua sensor de presión*. Representado en la siguiente imagen.



- **Especificaciones:**

Bajo costo de agua sensor de presión (transductor) especialmente diseñados a juego para el interior de la pared- hung calderas.

Este sensor de presión está especialmente diseñado para la coincidencia de la pared interior- hung calderas, y su carcasa está hecha de pa66-gf30, de alta resistencia de plástico de ingeniería. Combinando la última digital de la indemnización y la Profesional de la tecnología del sensor, este sensor de presión es adecuado para la medición de la presión de no- gases corrosivos y líquidos. Y el de fugas a prueba de concebir en su construcción se puede garantizar su seguridad.



○ **Datos técnicos:**

Rango de presión:	0~4bar (opcional 6~10bar)
Precisión estática & plusmn:	1.5% fs(típico)
La temperatura de funcionamiento:	- 40& deg; c~100& deg; c
La temperatura compensada:	0& deg; c ~ 80& deg; c
Temperatura de almacenamiento:	- 40& deg; c~80& deg; c
(Vcc) de suministro de voltaje:	5 & plusmn; vdc 0.5
(Vout) de voltaje de salida:	0.5~4.5v (vout=0.2vcc(p+0.5))
La presión de sobrecarga:	1 mpa
Puerto de presión:	g1/4-19
Material de la casa:	pa66-gf30
La clase de protección:	ip65
La compatibilidad de los medios de comunicación no- corrosivos de gas líquido.	

○ **Características de funcionamiento**

1. Tecnología mems.
2. Alta asic programable que mejora la fiabilidad.
3. La señal amplificada y compensación de temperatura.
4. Protección emi.
5. De alta calidad con precio competitivo.

○ **Aplicación típica.**

1. *De pared- hung calderas.*
2. Máquina expendedora de agua.
3. Titular de gas.
4. De gas del horno.
5. Central aire- acondicionado.
6. De tratamiento de agua equipmen.
7. Bomba de agua.



3.6.3.4. Resistencia calefactora

La función de la caldera es la de producir vapor a presión mediante el calentamiento del agua a alta temperatura. Para llevar esto a cabo, la caldera tendrá en su interior una resistencia calefactora.

Según las especificaciones del proyecto el consumo máximo de la caldera podrá ser de 4 KW, teniendo en cuenta que este elemento será el que más consumo tenga y las dimensiones de la caldera, se ha elegido la resistencia calefactora.

Para este proyecto se ha elegido una resistencia eléctrica para calderas eléctricas DP/ED/ET "con tapón de acoplamiento" de Salvador Escoda, en concreto el modelo ED001.



Características generales:

- Elementos tubulares en cobre niquelado o acero inoxidable AISI 321 de Ø8 mm.
- Cabezales roscados en latón estampado.
- Caperuzas de protección de poliéster con fibra de vidrio o de acero bicromatizado, con grado de protección contra la humedad IP-40.
- Opcionalmente, todos los modelos con tapón roscado de 1-1/2", 2" y 2-1/2" pueden suministrarse con caja de conexiones de aluminio IP-66.
- Soldadas con aleación de plata para tubo inox. Y con aleación de cobre para tubo de cobre.
- Tensión normalizada 3Ø230 V Δ, 3~400 V
- Bajo pedido pueden fabricarse resistencias a medida según sus especificaciones:
 - Elementos tubulares en: AISI 316L, Incoloy®-800 e Incoloy®-825 y Titanio.
 - Cabezales en acero inoxidable o Titanio.



CALEFACTOR CON TAPÓN DE ACOPLAMIENTO EN LATÓN, FORMA "3U" CON DOBLE VUELTA:

Modelo	L en mm	Rosca tapón pulg. GAS	Wattios	W/cm ²	Material tubo
ED001	140	2"	1800	7,1	Inox

Aplicaciones:

- Calentamiento de líquidos en general.
- **Calderas de vapor.**
- Baños María.
- Recalentamiento de fuel.
- Termos.
- Cámaras de aceite.
- Destilación.
- Limpieza.
- Tintes.
- Radiadores de calor por convección líquida.
- Secadores de toallas.
- Desengrase.
- Calefacción por circulación de líquidos.
- Piscifactorías.
- Hervidores.
- Cocederos.
- Instalaciones industriales de calor.

Para más información consultar el catálogo de la resistencia calefactora añadido en el proyecto digital.

3.6.3.5. Válvula de seguridad de presión

La válvula de seguridad estará tarada a 5 bares de presión. Por encima de esta presión, el sistema expulsará al aire el exceso de presión, para evitar la rotura de manguitos o agrietamiento/explosión de la caldera.

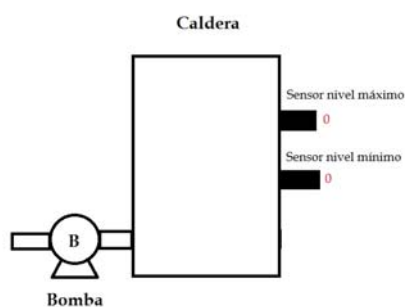
La presión nominal de la válvula de seguridad deberá ser superior al 110% de la presión máxima de servicio, ya que es la que se alcanzará en el interior del equipo, pero previamente sería conveniente que fuera, al menos, dos veces la presión máxima de servicio, es decir que ésta soportara como mínimo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

En este proyecto elegiremos la válvula de seguridad comercial con referencia : 309400_VALV. SEG. TEMPERTURA Y PRESION- 1/2" 10BAR



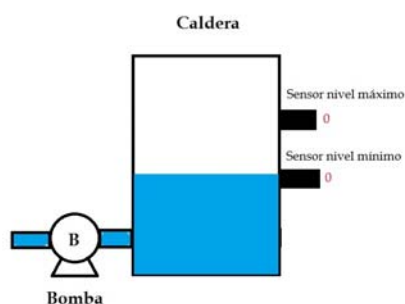
3.6.4. Control del nivel de agua en la caldera.

El sistema contará con dos sensores de presencia de agua, uno que nos indicará el nivel mínimo y otro que indicará el nivel máximo. Cuando el sensor *DRS-30X* detecte agua enviará un 1 lógico a una entrada del PIC 18F4553, cuando no detecta presencia de agua enviará un 0 lógico a la misma entrada. El PIC procesará esta información y mandará orden de apertura o cierre a la bomba de aporte de agua. Por otra parte encenderá el led de nivel, lo apagará o pondrá en estado intermitente según el nivel de agua de la caldera. Es el mismo tipo de control de nivel que el utilizado para el depósito principal, la diferencia radica en la posición más próxima entre los sensores para mantener un cierto nivel de agua, que en la parte superior de la caldera dejamos más espacio para el vapor y que sólo utilizamos un led y no utilizamos la pantalla LCD. Podemos ver de forma gráfica el funcionamiento en las siguientes imágenes y tablas.



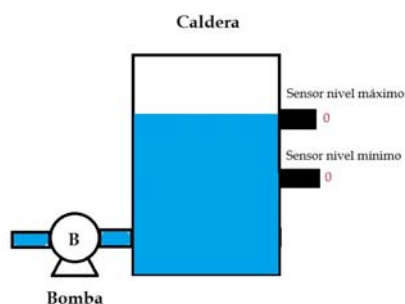
DEPÓSITO VACIO:

Sensor máximo	0
Sensor mínimo	0
Bomba	Abrir
Led nivel de agua	Apagado



DEPÓSITO NIVEL MÍNIMO

Sensor máximo	0
Sensor mínimo	1
Bomba	Abrir
Led nivel de agua	Encendido



DEPÓSITO NIVEL MÁXIMO

Sensor máximo	1
Sensor mínimo	1
Bomba	Cerrar
Led nivel de agua	Parpadeando



3.6.5. Control de la temperatura en la caldera.

El sistema contará con un sensor de temperatura LM35 debidamente colocado en el interior de la caldera, protegido para estar introducido en el agua como se indicó en el apartado de sus características.

Este sensor se conectará a la tarjeta de control con el PIC18F4553 mediante cables a las regleta especificadas en el esquema electrónico. Desde esta regleta se alimentará y su salida irá a una entrada del PIC especificada en el esquema. En esta entrada se ha colocado un condensador de retención del voltaje de entrada al PIC necesario para el tiempo de adquisición y una resistencia de protección.

Como se ha explicado en el apartado del sensor de temperatura, el sensor LM35 proporcionará una salida analógica proporcional a la temperatura. La salida es lineal y equivale a 10mV/°C.

Una vez que tenemos la información del sensor en la entrada del PIC, mediante el voltaje correspondiente a la temperatura que hay en ese instante el PIC18F4553 convertirá esa información mediante su convertidor analógico digital y la procesará supeditado al código que se ha programado, para mandar mediante una salida especificada en el esquema, una orden de actuación.

Para está programación hemos tenido en cuenta que la resolución del convertidor que se calcula con la fórmula:

$Resolución = V_{ref+} - V_{ref-} / 2eN$, siendo N=número de bits

En el código del programa se explica cómo se han calculado los valores.

Una vez calculado el valor de temperatura, dependiendo de este valor, pondremos la salida correspondiente del PIC a un nivel lógico alto o bajo, activando o desactivando el relé que controla la resistencia calefactora.

Se mandarían mensajes a la pantalla LCD que visualizarán la temperatura de la caldera y se utilizará un led como alarma.

En el apartado de la simulación de la tarjeta de control se explica con más detalle y de forma gráfica el control de temperatura de la caldera, mostrando los mensajes de la pantalla LCD, el led de la caldera y la posición del relé.

De forma resumida, el relé estará cerrado y activará la resistencia calefactora mientras la temperatura sea menor de 100°C y una vez que haya vapor y se sobrepase esta temperatura se desactivará el relé y se desconectará la resistencia calefactora.



3.6.6. Control de la presión en la caldera.

Según las especificaciones del sistema el presostato de la caldera estará tarado a 3.5 bares de presión. Al alcanzar esta presión estará preparado para su funcionamiento.

Para el diseño del presostato contamos con los siguientes elementos:

- *Sensor de presión hm4100.* Será el encargado de medir la presión en el interior de la caldera. La tensión de salida de este sensor vendrá determinada según la fórmula: $V_{out}=0.5\sim 4.5v$ ($v_{out}=0.2v_{cc}(p+0.5)$). Así pues, según la presión de la caldera este sensor nos dará un voltaje determinado por dicha fórmula.
- *PIC 18F4553.* Será el encargado de recibir la señal de salida del sensor y procesarla. Usaremos el convertidor analógico-digital del PIC para procesar esta señal analógica. Mediante el código que hemos programado en este PIC controlaremos la presión de la caldera de la siguiente forma:
 - Si la presión es menor de 3.4967 bares: En la pantalla se mostrará un mensaje que nos avisará de que la presión es baja y el led de la presión de la caldera estará apagado.
 - Si la presión está comprendida entre 3.4967 y 3.6 bares: En la pantalla se mostrará un mensaje que nos indicará que la presión es correcta y el led de la presión de caldera estará encendido.
 - Si la presión es mayor de 3.6 bares: En la pantalla se mostrará un mensaje que nos avisará de que la presión es alta y el led de la presión de la caldera parpadeará como mensaje de alerta. Se procederá a desconectar la resistencia calefactora. El PIC mandará una señal de salida al relé de la resistencia calefactora para desconectarla en este caso.
- *La válvula de seguridad 309400_VALV. SEG. TEMPERTURA Y PRESION- 1/2" 10BAR* estará tarada a 5 bares de presión. Por encima de esta presión, el sistema expulsará al aire el exceso de presión, para evitar la rotura de manguitos o agrietamiento/explosión de la caldera.



3.7. Electroválvula de aporte de vapor a la plancha

Esta electroválvula controlará el flujo de vapor desde la caldera hasta la plancha.

Dicha electroválvula estará controlada por el pulsador de la plancha y nuestro microcontrolador PIC, que será el encargado de gestionar la información sobre el estado del vapor. Así pues, ésta se abrirá cuando presionemos el pulsador de la plancha y se cerrará cuando no presionemos dicho pulsador. Podemos ver en su descripción que es una electroválvula normalmente cerrada (NC) en estado de reposo.

La electroválvula elegida para este proyecto es la siguiente:



denominación VFG-MAX-S220-3/8-NG-12V=

descripción 2/2 paso electroválvula maxi -mando servo NC en posición de reposo cerrado, membrana de NBR

He elegido esta electroválvula ya que funciona a 12 V, que es un nivel de tensión con el que contaremos en nuestra fuente de alimentación. Para controlarla deberemos utilizar un relé entre la salida de nuestro microcontrolador PIC y la electroválvula.



3.8. Plancha y mesa de planchado.

El centro de planchado, podría tener un aspecto similar al mostrado en esta imagen.

Destacar, que la plancha podrá ser cualquiera comercial a la que deberemos adaptar nuestro sensor de temperatura LM35 en la parte que entra en contacto con el tejido, o sea el pie de plancha y el pulsador que controlará mediante el PIC el aporte de vapor.

Como se puede apreciar, se colocará el panel de control con la pantalla LCD y los led en un lugar donde el operario pueda verlos con comodidad.

La tarjeta de control se encontrará debidamente sujeta en el interior de la estructura del centro de planchado. Las conexiones entre los diferentes elementos del centro de planchado y la tarjeta de control se explicarán en los correspondientes apartados.





3.8.1. Control de la temperatura de la plancha.

El sistema contará con un sensor de temperatura LM35 debidamente colocado en la plancha. Este sensor se conectará a la tarjeta de control con el PIC18F4553 mediante cables a las regleta especificadas en el esquema electrónico. Desde esta regleta se alimentará y su salida irá a una entrada del PIC especificada en el esquema. En esta entrada se ha colocado un condensador de retención del voltaje de entrada al PIC necesario para el tiempo de adquisición y una resistencia de protección. Como se ha explicado en el apartado del sensor de temperatura, el sensor LM35 proporcionará una salida analógica proporcional a la temperatura. La salida es lineal y equivale a 10mV/°C.

Una vez que tenemos la información del sensor en la entrada del PIC, mediante el voltaje correspondiente a la temperatura que hay en ese instante el PIC18F4553 convertirá esa información mediante su convertidor analógico digital y la procesará supeditado al código que se ha programado, para mandar mediante una salida especificada en el esquema, una orden de actuación.

Para está programación hemos tenido en cuenta que la resolución del convertidor que se calcula con la fórmula: $Resolución = \frac{V_{ref+} - V_{ref-}}{2eN}$, siendo N=número de bits. En el código del programa se explica cómo se han calculado los valores.

Una vez calculado el valor de temperatura, dependiendo de este valor, pondremos la salida correspondiente del PIC a un nivel lógico alto o bajo, activando o desactivando el relé que controla la plancha.

El control de la temperatura de la plancha contará con tres estados:

1. La temperatura de la plancha estará comprendida entre 0°C y 70°C, en este estado el relé estará cerrado, por tanto, alimentará a la plancha con 220 voltios y empezará a calentarse. En la pantalla LCD se mostrará un mensaje indicando que la plancha tiene una temperatura baja y el led de la plancha estará apagado.
2. La temperatura de la plancha estará comprendida entre 70°C y 140°C, en este estado el relé estará cerrado, por tanto, seguirá alimentando a la plancha con 220 voltios y seguirá calentándose. En la pantalla LCD se mostrará un mensaje indicando que la plancha tiene una temperatura correcta y el led de la plancha estará encendido.
3. La temperatura de la plancha será mayor de 140°C, en este estado el relé estará abierto, por tanto, dejará de alimentar a la plancha con 220 voltios y dejará de calentarse. En la pantalla LCD se mostrará un mensaje indicando que la plancha tiene una temperatura alta y el led de la plancha estará parpadeando.



3.9. Tuberías

Todas las tuberías para servicios a presión se diseñan para resistir una presión hidrostática interna específica. Esta es la presión nominal PN, que indica la máxima presión de trabajo a la cual la línea (sistema) completa puede ser sometida en operación continua a una determinada temperatura. Cuando la tubería es sometida a una presión interna, se induce una tensión hidrostática en la pared de la cañería.

De acuerdo a la normativa ISO, la designación del material se relaciona con el nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS (Minimum Required Strength) que se debe considerar en el diseño de tuberías para la conducción de agua a 20°C, por un tiempo de servicio de al menos 50 años.

3.9.1. Tubería desde depósito de agua a la caldera:

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

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

Es de importancia destacar que las tuberías de polietileno pueden soportar líquidos y gases a baja temperatura.

Designación del material	MRS a 50 años y 20°C	Tensión de diseño, σ_s
	MP a	MPa
PE 100	10	8,0
PE 80	8	6,3
PE 63	6,3	5,0

1 Tabla de características PE100



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

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

Donde:

PN = presión nominal, MPa

D = diámetro externo de la tubería, mm

σ_s = tensión de diseño, MPa \rightarrow (1 MPa = 10 bar \approx 10 Kgf/cm²)

En este proyecto se elegirán tuberías de diámetro externo de 100 mm aproximadamente, por lo tanto, aplicando la ecuación anterior podremos calcular el espesor de la tubería:

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

Donde el valor de σ_s lo hemos sacado de la tabla de características del PE100.

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.



Una vez conocida la presión nominal en la tubería, se puede conocer el espesor de la tubería:

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

Por lo tanto, para la comunicación entre la caldera y el depósito de agua, utilizaremos tuberías de polietileno de 100 mm de diámetro y de espesor 3.14 mm.

3.9.2. Tuberías de la caldera a la plancha

Como comentábamos anteriormente, las tuberías de polietileno no soportan altas temperaturas, por lo que no serán las adecuadas para comunicar el vapor que suministra la caldera a la plancha.

En este caso utilizaremos tuberías de polipropileno. Éste material presenta diversas características:

- En primer lugar, destaca su alta resistencia a las temperaturas extremas, y al impacto, lo que le otorga la ventaja de ser un material de larga vida.
- Las tuberías fabricadas de este material son inalterables ante la corrosión y los productos químicos.
- Se caracteriza por ser un buen aislante del calor.
- Son tuberías de fácil colocación, flexibles.
- La soldadura en este tipo de tuberías es producida por medio de fusión, lo cual hace que la tubería sea de una única pieza, sin juntas.

Para la comunicación entre la caldera y la plancha elegiremos una tubería de polipropileno de diámetro 100 mm y con un espesor de 3.14 mm aproximadamente.



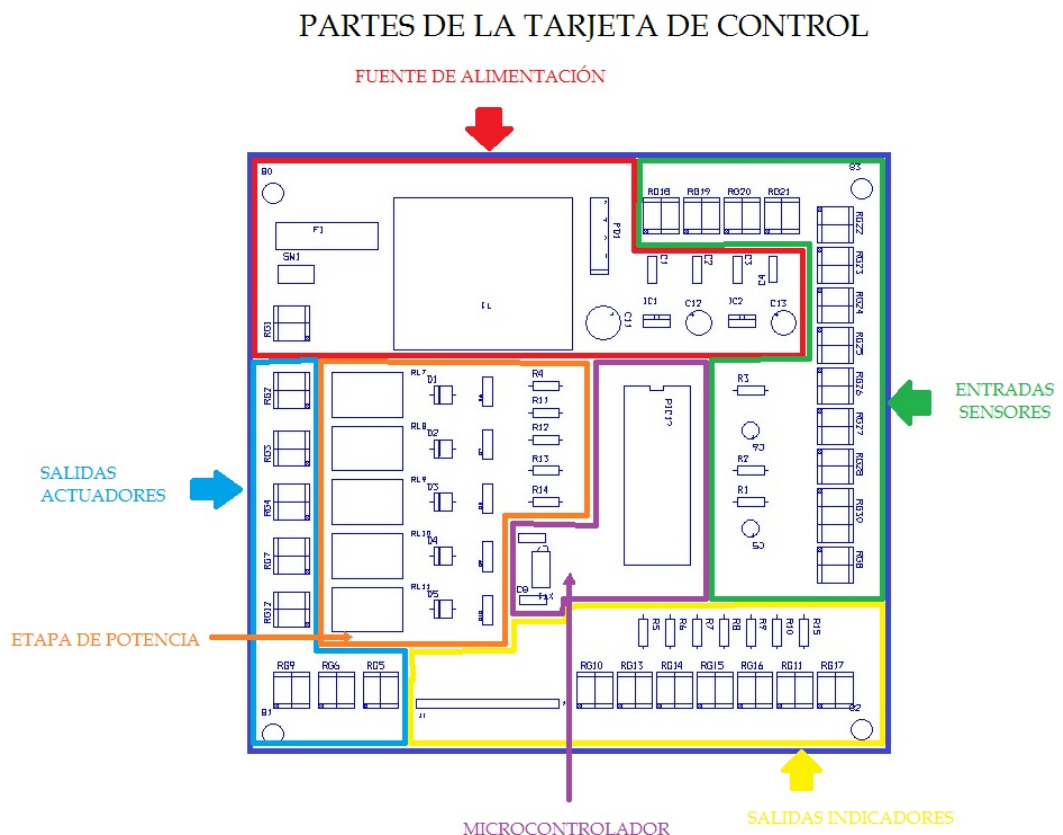
4. Tarjeta de control

La tarjeta de control será el elemento que controlará el funcionamiento del centro de planchado industrial.

Sus funciones serán:

1. Recibir las señales de los sensores del sistema.
2. Procesar esta información y tomar decisiones.
3. Mandar las señales de control a los actuadores del sistema.
4. Generar las tensiones de corriente continua adecuadas para cada dispositivo.
5. Adaptar las corrientes para cada elemento.
6. Mandar las señales a los indicadores del sistema.

La tarjeta de control ha diseñado con el programa de diseño electrónico ORCAD, en la siguiente imagen se muestra su aspecto y se indica cada parte y su función correspondiente será explicada posteriormente.

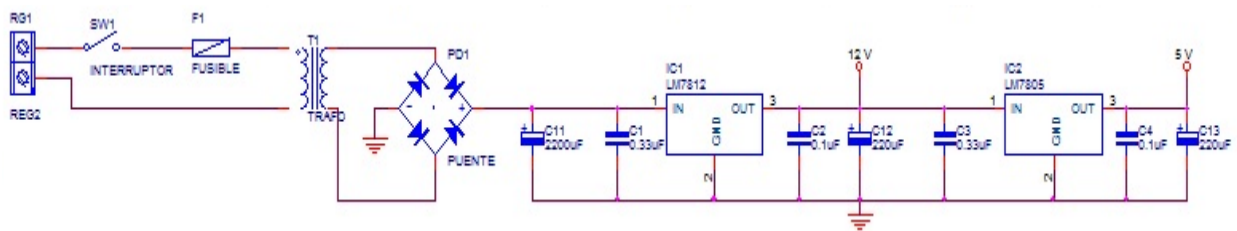




4.1. Elementos de la tarjeta de control.

4.1.1. Fuente de alimentación

En este proyecto se ha diseñado una fuente de alimentación regulada con dos niveles de tensión de corriente continua, 5 y 12 voltios, que alimentarán todos los elementos de la tarjeta de control de forma adecuada. A continuación vemos una imagen de la fuente de alimentación.



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

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 o 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.

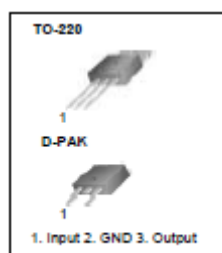
En el circuito está protegido por un fusible de 80mA incorporado este sobre la placa de circuito de control.

Además se ha incorporado un interruptor, que será el interruptor general de marcha o paro del sistema. Este estará conectado en un lugar cómodo para el operario y conectado mediante cables a una regleta de la tarjeta 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 2200µF para alisar la corriente continua a la salida del rectificador, además de dos condensadores más electrolíticos de 220µF. Los condensadores cerámicos son los recomendados en el datasheet de los integrados 7812 y 7805.



Los dos reguladores de tensión LM7812 y LM7805 proporcionarán las dos tensiones de trabajo estabilizadas de la circuitería de este centro de planchado y los demás dispositivos alimentados con corriente continua. En la siguiente figura podemos ver sus características técnicas, para más información revisar el proyecto electrónico donde se adjunta el datasheet completo.



MC78XXLM78XX/MC78XXA

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I V_{I1}	35 40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

(Refer to test circuit, $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note 1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note 1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1A$, $T_J = +25^{\circ}C$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1KHz$	-	15	-	m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.



MC78XX/LM78XX/MC78XXA

Electrical Characteristics (MC7812)

(Refer to test circuit ,0°C < T_J < 125°C, I_O = 500mA, V_I = 19V, C_I = 0.33μF, C_O = 0.1μF, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7812			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V _O	T _J = +25 °C	11.5	12	12.5	V	
		5.0mA ≤ I _O ≤ 1.0A, P _O ≤ 15W V _I = 14.5V to 27V	11.4	12	12.6		
Line Regulation (Note1)	Regline	T _J = +25 °C	V _I = 14.5V to 30V	-	10	240	mV
			V _I = 16V to 22V	-	3.0	120	
Load Regulation (Note1)	Regload	T _J = +25 °C	I _O = 5mA to 1.5A	-	11	240	mV
			I _O = 250mA to 750mA	-	5.0	120	
Quiescent Current	I _Q	T _J = +25 °C	-	5.1	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI _Q	I _O = 5mA to 1.0A	-	0.1	0.5	mA	
		V _I = 14.5V to 30V	-	0.5	1.0		
Output Voltage Drift	ΔV _O /ΔT	I _O = 5mA	-	-1	-	mV/°C	
Output Noise Voltage	V _N	f = 10Hz to 100KHz, T _A = +25 °C	-	76	-	μV/V _O	
Ripple Rejection	RR	f = 120Hz V _I = 15V to 25V	55	71	-	dB	
Dropout Voltage	V _{Drop}	I _O = 1A, T _J = +25 °C	-	2	-	V	
Output Resistance	r _O	f = 1KHz	-	18	-	mΩ	
Short Circuit Current	I _{SC}	V _I = 35V, T _A = +25 °C	-	230	-	mA	
Peak Current	I _{PK}	T _J = +25 °C	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

MC78XX/LM78XX/MC78XXA

Typical Applications

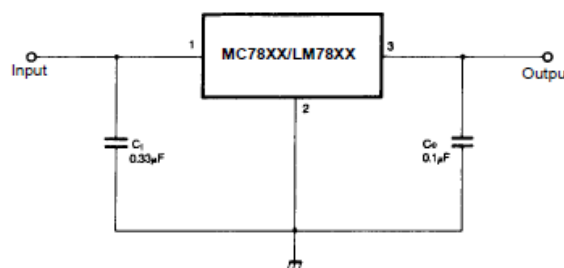


Figure 5. DC Parameters



4.1.2. PIC18F4553

El PIC18F4553 es el elemento central y más importante de nuestra placa de control, ya que es el que procesará toda la información que proviene de los sensores y tomará las decisiones adecuadas mandando las señales oportunas a los actuadores e indicadores del sistema, dependiendo del estado en el que se encuentre.

Entre sus ventajas a la hora de elegir este microcontrolador podemos citar que es más rápido, económico y versátil que un PLC.

A continuación se muestra información sobre la Familia PIC, gama mejorada PIC18F:

- Tecnología nanoWat
 - Reduce considerablemente el consumo de energía
 - Se pueden activar modos de bajo consumo en cualquier parte del programa
- Compatibilidad HW
 - Independientemente de la memoria todos los modelos comparten periféricos y poseen una distribución de patillas similar
- Orientado al lenguaje C
 - El aumento de la memoria y el direccionamiento facilita el empleo de compiladores de C
- Autoprogramabilidad
 - Capacidad para escribir en la memoria de programa bajo el control de un sw interno (*bootloader*)

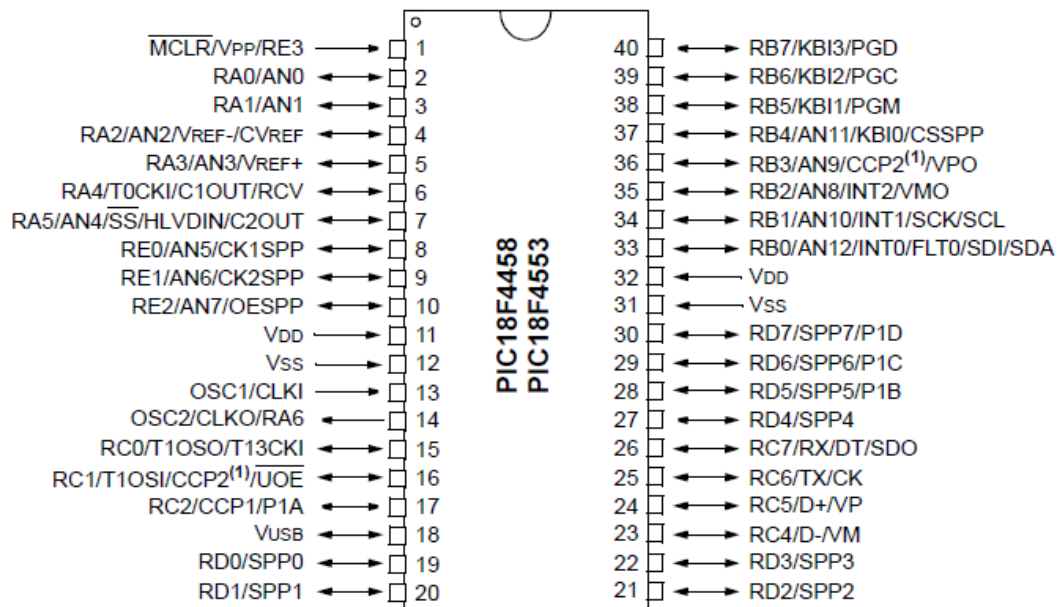
- 77 instrucciones máquina de 16 bits
- Pila con 31 niveles
- 2 vectores de interrupción con diferente prioridad
- Gama con mayor número de modelos
- Gran diversidad de memoria y periféricos especializados
 - ADC de 10 bits, 12-16 canales
 - CCP / PWM
 - Hasta 5 temporizadores
 - Periféricos de comunicaciones: USART, I2C, SPI, SSP, LIN, CAN, USB
 - Multiplicador HW rápido (1 ciclo)



Entre sus características principales podemos citar:

- 48 MHz CPU
- 32 KB de FlashROM
- 256 Bytes de Eeprom
- 2KB de RAM
- 35 Entradas/Salidas Digitales
- 13 Entradas Analógicas
- Convertidor A/D 12 bits

40-Pin PDIP



Para nuestro diseño hemos tenido en cuenta que este PIC cuenta con la cantidad suficiente de entradas y salidas para controlar el sistema, así pues se han utilizado:

5. Del puerto A: 5 salidas para los actuadores del sistema.
6. Del puerto B: 8 entradas para las señales de los sensores del sistema.
7. Del puerto C: 7 salidas para los leds del sistema.
8. Del puerto D: 4 salidas para mandar datos a la pantalla LCD.
9. Del puerto E: 3 salidas para la configuración de la pantalla LCD.

Por lo tanto, nuestro sistema para controlar el centro de planchado industrial necesita 27 entradas/salidas.



A parte alimentaremos el PIC a 5 V en las patillas correspondientes, como viene en el esquema electrónico. Para configurar el oscilador, hemos añadido un cristal de cuarzo de 48 MHz con los condensadores recomendados. A parte, se han programado los “fuses” en el código. Se adjunta un fichero en el proyecto digital para más información.

Otro factor, decisivo a la hora de elegir este PIC es la posibilidad de trabajar con su convertidor analógico digital, pudiendo procesar la información que nos mandan sensores con una salida analógica como es el sensor de temperatura LM35 o el sensor de presión. Así pues, mediante un código bien programado nos ahorraremos el empleo de circuitería estándar (SSI/MSI).

La siguiente imagen nos ofrece las características principales.

PIC18F2458/2553/4458/4553

4.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Absolute Maximum Ratings (†)

Ambient temperature under bias.....	-40°C to +125°C
Storage temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any pin with respect to V _{SS} (except V _{DD} and $\overline{\text{MCLR}}$)	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)
Voltage on V _{DD} with respect to V _{SS}	-0.3V to +7.5V
Voltage on $\overline{\text{MCLR}}$ with respect to V _{SS} (Note 2)	0V to +13.25V
Total power dissipation (Note 1)	1.0W
Maximum current out of V _{SS} pin	300 mA
Maximum current into V _{DD} pin	250 mA
Input clamp current, I _{IK} (V _I < 0 or V _I > V _{DD}).....	±20 mA
Output clamp current, I _{OK} (V _O < 0 or V _O > V _{DD}).....	±20 mA
Maximum output current sunk by any I/O pin.....	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin	25 mA
Maximum current sunk by all ports	200 mA
Maximum current sourced by all ports	200 mA


Note 1: Power dissipation is calculated as follows:

$$P_{dis} = V_{DD} \times (I_{DD} - \sum I_{OH}) + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$$

- 2:** Voltage spikes below V_{SS} at the $\overline{\text{MCLR}}$ /V_{PP}/RE3 pin, inducing currents greater than 80 mA, may cause latch-up. Thus, a series resistor of 50-100Ω should be used when applying a “low” level to the $\overline{\text{MCLR}}$ /V_{PP}/RE3 pin, rather than pulling this pin directly to V_{SS}.

† **NOTICE:** Stresses above those listed under “Absolute Maximum Ratings” may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.




MICROCHIP PIC18F2458/2553/4458/4553

**28/40/44-Pin High-Performance, Enhanced Flash, USB
Microcontrollers with 12-Bit A/D and nanoWatt Technology**

Universal Serial Bus Features:

- USB V2.0 Compliant
- Low Speed (1.5 Mb/s) and Full Speed (12 Mb/s)
- Supports Control, Interrupt, Isochronous and Bulk Transfers
- Supports up to 32 Endpoints (16 bidirectional)
- 1-Kbyte Dual Access RAM for USB
- On-Chip USB Transceiver with On-Chip Voltage Regulator
- Interface for Off-Chip USB Transceiver
- Streaming Parallel Port (SPP) for USB Streaming Transfers (40/44-pin devices only)

Power-Managed Modes:

- Run: CPU On, Peripherals On
- Idle: CPU Off, Peripherals On
- Sleep: CPU Off, Peripherals Off
- Idle mode Currents Down to 5.8 μ A Typical
- Sleep mode Currents Down to 0.1 μ A Typical
- Timer1 Oscillator: 1.1 μ A Typical, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2.1 μ A Typical
- Two-Speed Oscillator Start-up

Special Microcontroller Features:

- C Compiler Optimized Architecture with Optional Extended Instruction Set
- 100,000 Erase/Write Cycle Enhanced Flash Program Memory Typical
- 1,000,000 Erase/Write Cycle Data EEPROM Memory Typical
- Flash/Data EEPROM Retention: > 40 Years
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
 - Programmable period from 41 ms to 131s
- Programmable Code Protection
- Single-Supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug (ICD) via Two Pins
- Optional Dedicated ICD/ICSP Port (44-pin TQFP package only)
- Wide Operating Voltage Range (2.0V to 5.5V)

Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes, Including High-Precision PLL for USB
- Two External Clock modes, up to 48 MHz
- Internal Oscillator Block:
 - 8 user-selectable frequencies, from 31 kHz to 8 MHz
 - User-tunable to compensate for frequency drift
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Dual Oscillator Options allow Microcontroller and USB module to Run at Different Clock Speeds
- Fail-Safe Clock Monitor:
 - Allows for safe shutdown if any clock stops

Peripheral Highlights:

- High-Current Sink/Source: 25 mA/25 mA
- Three External Interrupts
- Four Timer modules (Timer0 to Timer3)
- Up to 2 Capture/Compare/PWM (CCP) modules:
 - Capture is 16-bit, max. resolution 5.2 ns ($T_{OV}/16$)
 - Compare is 16-bit, max. resolution 83.3 ns (T_{OV})
 - PWM output: PWM resolution is 1 to 10-bits
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module:
 - Multiple output modes
 - Selectable polarity
 - Programmable dead time
 - Auto-shutdown and auto-restart
- Enhanced USART module:
 - LIN bus support
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module supporting 3-wire SPI (all 4 modes) and I²C™ Master and Slave modes
- 12-Bit, up to 13-Channel Analog-to-Digital Converter module (A/D) with Programmable Acquisition Time
- Dual Analog Comparators with Input Multiplexing

Note: This document is supplemented by the "PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet" (DS39532). See Section 1.0 "Device Overview".

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	12-Bit A/D (oh)	CCP/ECCP (PWM)	SPP	MSSP		USART	Comp	Timers: 8/16-Bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					SPI	Master I ² C™			
PIC18F2458	24K	12288	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F2553	32K	16384											
PIC18F4458	24K	12288			35	13	1/1	Yes	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4553	32K	16384											

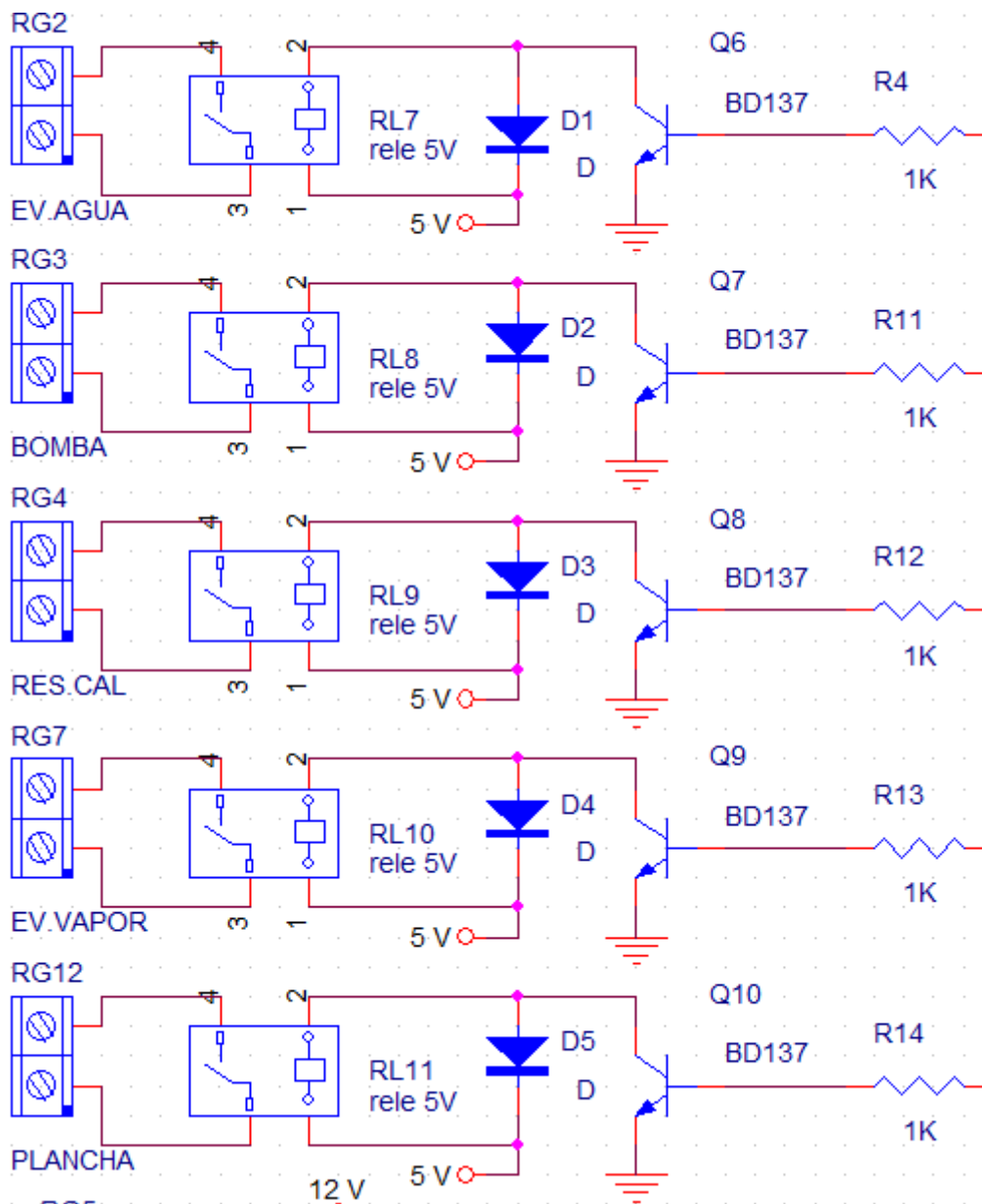
Nota:

Para más información consultar el datasheet del PIC18F4553 que se adjunta en el proyecto digital.



4.1.3. Circuito de potencia

Como hemos visto anteriormente en las características eléctricas del PIC18F4553, la corriente de salida de cualquier pin del integrado es de 25mA. Por lo tanto, para controlar los distintos actuadores del sistema se ha añadido una etapa de potencia y control que consta de transistores NPN BD137 y relés JZC-11F. En la siguiente imagen podemos verla:





A continuación se muestran las características del relé:

Shaanxi Qunli Electric Co., Ltd Add.:No. 1 Qunli Road,Baoji City,Shaanxi,China



**JZC-11F(785)
SUBMINIATURE DC
ELECTROMAGNETIC RELAY**



FEATURES:

1. UL,CUL(E151736),TUV,CQC safety approval.
2. 1 Form A.
3. Rated Load: 1H1: 5A 250VAC/30VDC, 1H1L:3A 250VAC/30VDC.
4. Temperature Range: -40~+85 °C.

ORDERING INFORMATION:

- JZC-11F / 012 -- 1H 1 L H
1 2 3 4 5 6
1. Model;
 2. Part No. (Rated Voltage);
 3. Contact Form: 1H=1A;
 4. Terminal Type: 1=PCB
 5. L=Sensitive; Nil=Common part.
 6. H=With RoHS; Nil=Without RoHS.

SPECIFICATIONS:

Part No.	Rated Voltage (V)	20 °C				Nominal Current (mA)(±10%)
		Coil Resistance (Ω)±10%	Pick-up Voltage(V)	Drop-out Voltage(V)		
003-1H1L/1H1	3	45/20	2.25	0.21	66.7 / 150.00	
005-1H1L/1H1	5	125/55	3.75	0.35	40 / 91.00	
006-1H1L/1H1	6	180/80	4.50	0.42	33.3 / 75.00	
009-1H1L/1H1	9	400/180	6.75	0.63	22.5 / 50.00	
012-1H1L/1H1	12	720/320	9.00	0.84	16.7 / 37.5	
018-1H1L/1H1	18	1620±15% / 720	13.50	1.26	11.1 / 25.00	
024-1H1L/1H1	24	2800±15% / 1280±15%	18.00	1.68	8.6 / 18.8	
048-1H1	48	5100±15%	36.00	3.36	9.4	

CONTACT RATINGS:

Contact Arrangement	1 Form A(SPST-NO)
Max. Switching Power	1200VA/ 300W
Max. Switching Voltage	120VAC/ 30VDC
Max. Switching Current	10A
Contact Resistance	100m Ω
Initial Contact Resistance	100m Ω
Rating Load	5A/250VAC 30VDC
Contact Material	Ag-CdO

ENVIRONMENTAL CONDITIONS:

Temperature Range	-40~+85 °C
Relative Humidity	Up to 45~85% at +20 °C
Atmospheric Pressure	86~106kPa
Vibration	10~55Hz Dual Amplitude 1.5mm
Shock	98m/s ²
Operating Position	Optional

TECHNICAL REQUIREMENTS:

Coil Source	DC
Coil Dissipation	1H1:0.45W; 1H1L:0.2W
Insulation Resistance	100MΩ
Dielectric Withstanding Voltage (RMS/50Hz)	750VAC(between contacts) 3000VAC(between coil and contacts)
Electrical Life	1x10 ⁷ Operations
Mechanical Life	2x10 ⁷ Operations
Contact Form	1A(SPST-NO).
Operate Time	10ms
Release Time	2ms
Outline and dimension	18.2mm x 10.5mm x 15mm
Weight	9g
Approved standard	UL,CUL(E151736),TUV,CQC

Contact:Jiangong Lei Tel:+86-917-6293906 Fax:+86-917-6297928 xqlljd@hotmail.com 1

Como podemos observar la corriente en la bobina debe ser de 40 a 91 mA y la corriente de salida del PIC es de 25mA, esto lo solucionaremos con el uso del transistor. Por otra parte a esta bobina le hemos puesto un diodo 4001 para evitar corrientes inversas indeseables a modo de protección. Este dispositivo nos permitirá que en sus contactos de salida puedan haber 220 V de corriente alterna o 12 V de corriente continua, con lo cual podremos controlar adecuadamente todos los actuadores.



En esta imagen podemos ver las características del transistor:

Philips Semiconductors Product specification

NPN power transistors **BD135; BD137; BD139**

FEATURES

- High current (max. 1.5 A)
- Low voltage (max. 80 V).

APPLICATIONS

- Driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

DESCRIPTION

NPN power transistor in a TO-18; SOT32 plastic package. PNP complements: BD136, BD138 and BD140.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

Fig.1 Simplified outline (TO-18; SOT32) and symbol.

LIMITING VALUES
In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter	—	45	V
	BD135		—	60	V
	BD137 BD139		—	100	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base	—	45	V
	BD135		—	60	V
	BD137 BD139		—	80	V
V_{EB0}	emitter-base voltage	open collector	—	5	V
I_C	collector current (DC)		—	1.5	A
I_{CM}	peak collector current		—	2	A
I_{BM}	peak base current		—	1	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 70^\circ\text{C}$	—	8	W
T_{stg}	storage temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$
T_J	junction temperature		—	150	$^\circ\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$

Con este transistor conseguiremos suministrar la corriente adecuada al relé. Ya que como podemos ver, la corriente de colector es de 1,5 A. Funcionará como amplificador. Para calcular la resistencia de base del transistor se ha utilizado la fórmula:

$$R = \frac{(Tensión - 0,7)}{corriente \cdot h_{Fe}}$$

Donde Tensión es la tensión que proporciona el PIC, corriente es la corriente que consumirá el relé y h_{Fe} es la ganancia de corriente del transistor.



10. Entradas para sensores

En esta parte, se han utilizado doce regletas de dos contactos y una de tres contactos para introducir las señales de los distintos sensores del sistema y para alimentar cada sensor con la tensión adecuada para cada uno, ya que unos funcionarán a 5 voltios y otros a 12 voltios.

En las correspondientes a los sensores de temperatura se han colocado entre las regletas y las entradas del PIC una resistencia de 75 ohmios y un condensador de 1 micro Faradio como condensador de retención para controlar el tiempo de adquisición de datos del convertidor analógico-digital del PIC.

La resistencia colocada en la entrada correspondiente al control de vapor en la plancha es una resistencia de pull up que tiene como objetivo controlar la corriente de entrada al PIC.

Las salidas de los sensores de presencia de agua, son de tipo PUSH-PULL, así pues irán directamente conectadas a las entradas del PIC.

11. Salidas para indicadores

Esta parte de la placa consta de siete reguetas de dos contactos cada una, siete resistencias de 220 ohmios y el conector de 16 pines para la conectar la pantalla LCD.

Se han colocado estas resistencias, ya que se considera que con una intensidad de 20 a 25 miliamperios que obtendremos la iluminación de los diodos será adecuada.

Se ha decidido poner las regletas y el conector para la pantalla LCD, en la placa de circuito impreso, para poder colocar los diodos y la pantalla LCD en la posición adecuada en la mesa de planchado mediante cables.

12. Salidas para actuadores

En esta parte de la placa se han colocado 5 regletas para conectar la placa de control con la electroválvula de aporte de agua al depósito, la bomba, la resistencia calefactora, la electroválvula de aporte de vapor a la plancha y la plancha mediante cables. A parte se han colocado tres regletas para alimentar a doce voltios las electroválvulas y la bomba.



5. Indicadores

Para la indicación de los diversos estados del funcionamiento de nuestro centro de planchado industrial y para la señalización de alarmas que detectan anomalías en el sistema se utilizarán diodos LEDs y una pantalla LCD.

5.1. Diodos LED

A continuación se describen los diferentes LEDs del sistema:

- **LED AZUL:** *Led indicador de mínimo nivel de agua en el depósito.*
Se encenderá cuando no haya agua en el depósito.
- **LED AZUL:** *Led indicador de máximo nivel de agua en el depósito.*
Se encenderá cuando el agua en el depósito sea máxima.
- **LED AMARILLO:** *Led indicador de presión en la caldera.*
Se encenderá cuando la presión en la caldera alcance los 3.5 bares y parpadeará cuando se sobrepase esta presión.
- **LED ROJO:** *Led indicador de la temperatura de la caldera.*
Se encenderá cuando la temperatura de la caldera sea superior a 100°C.
- **LED ROJO:** *Led indicador de la temperatura de la plancha.*
Se encenderá cuando la temperatura de la plancha alcance los 70°C y parpadeará cuando supere los 140°C.
- **LED AZUL:** *Led indicador del nivel de agua en la caldera.*
Se encenderá cuando el agua en la caldera este por encima del nivel mínimo y parpadeará cuando llegue al nivel máximo.
- **LED VERDE:** *Led indicador de la activación de la bomba de agua.*
Se encenderá cuando la bomba de agua esté en funcionamiento.

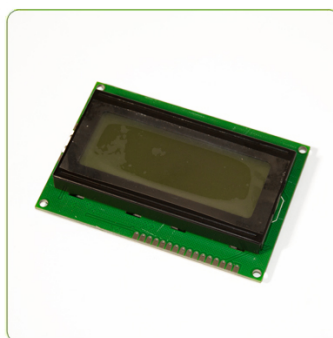
Estos diodos Led irán conectados al Puerto C del PIC18F4553, con una resistencia de 220 ohmios entre su ánodo y el PIC y su cátodo conectado a masa. Se ha calculado esta resistencia teniendo en cuenta la corriente de salida del PIC para una iluminación correcta.



5.2. Pantalla LCD

Una pantalla LCD tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico permitiendo representar de forma fácil y económica cualquier tipo de información que genere un equipo electrónico. Este elemento permitirá visualizar el estado del sistema.

Para este proyecto hemos escogido una *pantalla LCD 4x16 GMB-ACE-066*. Esta pantalla está compuesta de un microcontrolador capaz de representar 4 líneas de 16 caracteres.



A partir de 8 líneas de datos (4 líneas en este diseño) se le envía el carácter ASCII que se desea visualizar, así como ciertos códigos de control, que permiten realizar diferentes efectos de visualización.

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

Número de Pin	Símbolo	Función	
1	GND	Alimentación	0V Masa
2	VCC		+5V
3	VS		Contraste LCD
4	RS	Selección de Registro ("1" para datos, "0" para instrucciones)	
5	R/W	Lectura/Escritura ("1" para lectura, "0" para escritura)	
6	E	Habilitación	
7	DB0	Bus de datos Bit 0	
8	DB1	Bus de datos Bit 1	
9	DB2	Bus de datos Bit 2	
10	DB3	Bus de datos Bit 3	
11	DB4	Bus de datos Bit 4	
12	DB5	Bus de datos Bit 5	
13	DB6	Bus de datos Bit 6	
14	DB7	Bus de datos Bit 7	
15	A	Ánodo del led de retroiluminación	
16	K	Cátodo del led de retroiluminación	

www.tallerarduino.wordpress.com



Zonas de la memoria RAM de la pantalla LCD

- **DDRAM**

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

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

- **CGROM**

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

- **CGRAM**

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

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

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

Secuencia de inicialización.

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



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

La secuencia de inicio ejecutada es la siguiente:

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

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

Mensajes de la pantalla LCD

Los mensajes de la pantalla LCD mostrarán los diferentes estados del sistema. En este proyecto se visualizará los siguientes parámetros:

- Temperatura de la plancha.
- Temperatura de la caldera.
- Nivel de agua en el depósito de agua.
- Presión de la caldera.

El aspecto de los mensajes en la pantalla LCD será el representado en la siguiente imagen:





Los mensajes de la pantalla LCD serán los siguientes dependiendo del estado en que se encuentre nuestro sistema:

Línea	MENSAJE	MENSAJE VARIABLE TEXTO	VALOR NUMÉRICO DE LA VARIABLE
1	T. Plan	BAJA	0 a 70
		OK	70 a 140
		ALTA	Mayor de 140
2	T. Cal	BAJA	Menor de 100
	Vapor	OK	Mayor o igual 100
3	Niv.agua.dep	MIN	
		OK	
		MAX	
4	presión	BAJA	0 a 3.5
		OK	3.5
		ALTA	Mayor de 3.5

Nota:

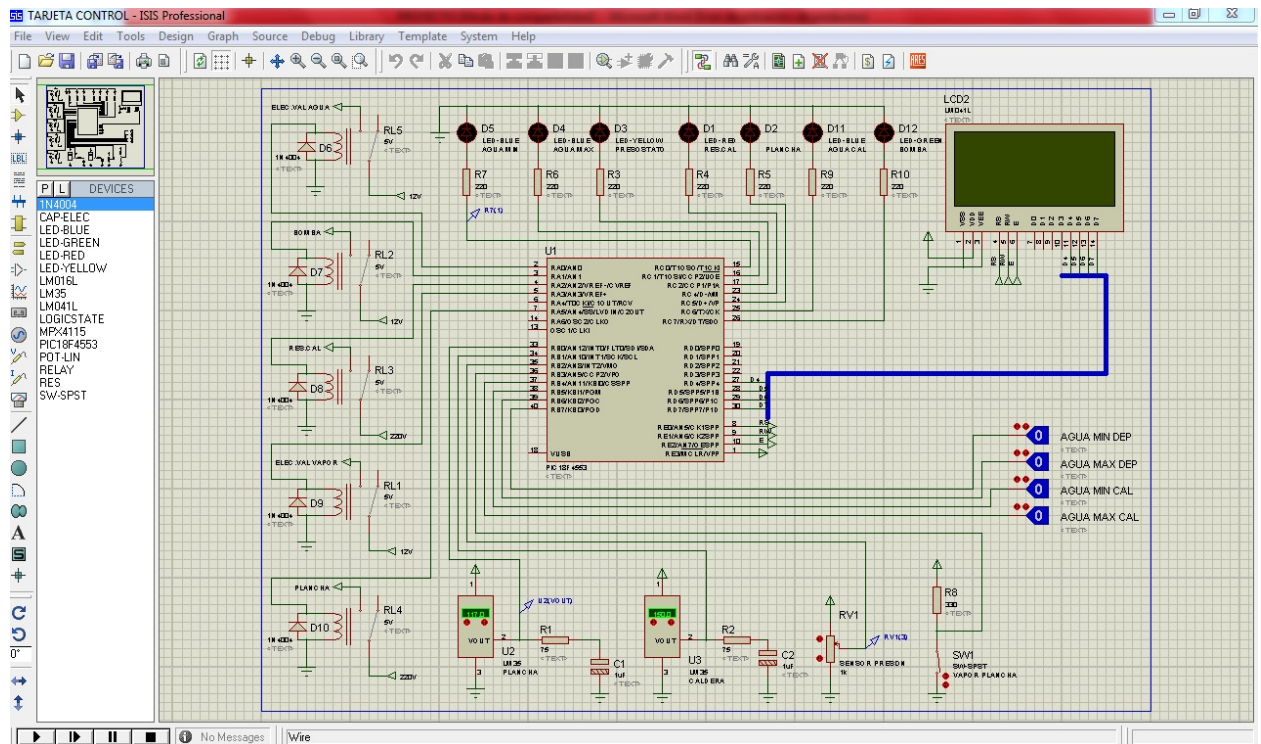
La unidad de temperatura de la plancha y la caldera será el grado centígrado.

La unidad de presión será el Bar.



6. Explicación del funcionamiento de la tarjeta de control del centro de planchado mediante la simulación en Proteus.

Esquema de la tarjeta de control.



En este esquema vemos los siguientes elementos:

1. Controlador:

1.1. PIC18F4553.

2. Sensores:

2.1. Sensores de nivel de agua. Representados con estados lógicos, ya que, dichos sensores tienen una salida PUSH-PULL.

2.1.1. AGUA MIN DEP: representa el sensor que detecta el mínimo nivel de agua en el depósito.

2.1.2. AGUA MAX DEP: representa el sensor que detecta el máximo nivel de agua en el depósito.

2.1.3. AGUA MIN CAL: representa el sensor que detecta el mínimo nivel de agua en la caldera.

2.1.4. AGUA MAX CAL: representa el sensor que detecta el máximo nivel de agua en la caldera.

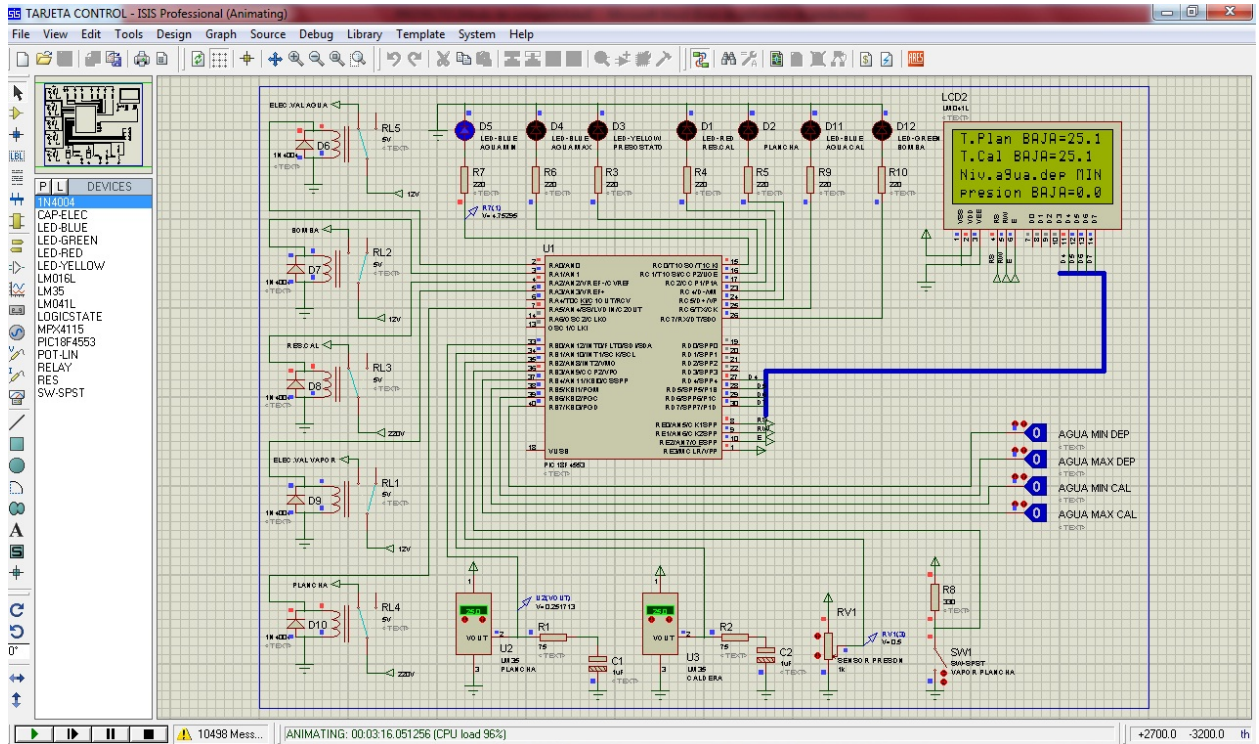


- 2.2. Sensor de temperatura de la plancha. Representado con un LM35 (U2).
 - 2.3. Sensor de temperatura de la caldera. Representado con un LM35 (U3).
 - 2.4. Sensor de presión en la caldera. Representado con una resistencia variable (RV1) y una fuente de corriente continua de 5V, ya que, el sensor de presión tendrá una salida de 0 a 5 V.
3. **Interruptor** de vapor a la plancha. Representado con un interruptor (SW1).
4. **Actuadores.** Representados con relés.
 - 4.1. Relé que activa la electroválvula que permite el paso de agua o no al depósito. (RL5).
 - 4.2. Relé que activa la bomba que suministra agua del depósito a la caldera (RL2).
 - 4.3. Relé que activa la resistencia calefactora de la caldera (RL3).
 - 4.4. Relé que activa la electroválvula que permite el paso de vapor o no a la plancha (RL1)
 - 4.5. Relé que activa la plancha (RL4).
5. **Indicadores.** Representados con diodos LED y una pantalla LCD.
 - 5.1. Led indicador de mínimo nivel de agua en el depósito (D5).
 - 5.2. Led indicador de máximo nivel de agua en el depósito (D4).
 - 5.3. Led indicador de presión en la caldera (D3).
 - 5.4. Led indicador de la temperatura de la resistencia calefactora de la caldera (D1).
 - 5.5. Led indicador de la temperatura de la plancha (D2).
 - 5.6. Led indicador del nivel de agua en la caldera (D11).
 - 5.7. Led indicador de la activación de la bomba de agua (D12).
 - 5.8. Pantalla LCD. Indicadora de los estados del sistema más importantes.
6. **Interruptor** general. Representado con el play del programa, hará la función del interruptor general de la fuente de alimentación, ya que, cuando activamos este interruptor alimentaremos el circuito y se pondrá en marcha.

A continuación se representarán y explicarán los diferentes estados del sistema de planchado industrial.



➤ Estado I.

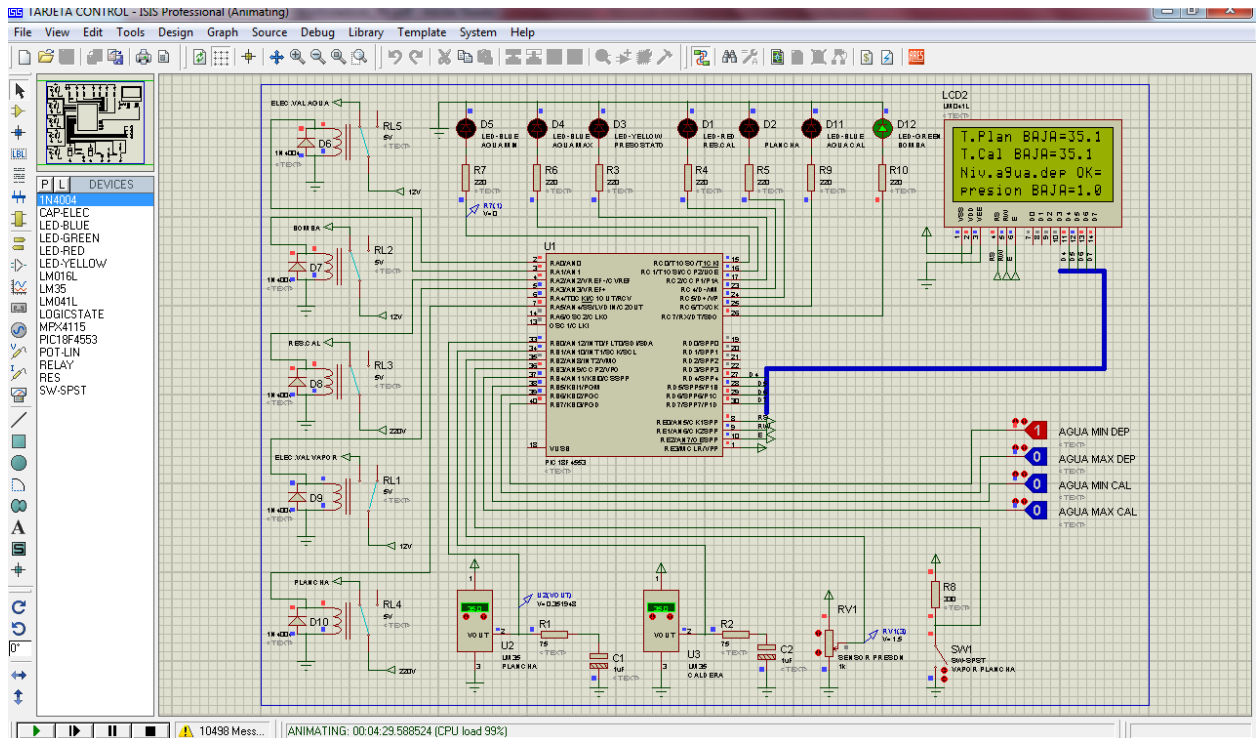


En el estado I o estado inicial:

- El depósito no tendrá agua, por lo que ningún sensor detectará agua enviando un cero al PIC. Como consecuencia de esto se encenderá el led D5, avisando de la falta de agua. El PIC recibirá esta información y activará el relé RL5 de la electroválvula de paso de agua al depósito. Con lo que el depósito de agua comenzará a llenarse.
- El LM35 de la plancha estará a temperatura ambiente ($t=25^{\circ}\text{C}$) por lo que se activará el relé RL4 para que aumente su temperatura para poder planchar.
- El LM35 de la caldera estará a temperatura ambiente ($t=25^{\circ}\text{C}$) por lo que se activará el relé RL3 para que se active la resistencia calefactora y generar vapor.
- Como se observa el relé de la bomba está desactivado porque debe permanecer parada hasta que haya agua en el depósito y el relé de la electroválvula de vapor está desactivado porque no hay vapor y el interruptor no está activado.
- Los demás Led están apagados en este estado.
- Los mensajes en la pantalla LCD son los siguientes:
T.Plan BAJA=25.1 (Temperatura de la plancha baja y la temperatura).
T.Cal BAJA=25.1 (Temperatura de la caldera baja y la temperatura).
Nivel.agua.dep MIN (Nivel de agua en el depósito mínimo).
Presión baja=0.0 (Presión baja en la caldera y la presión).



➤ Estado II.



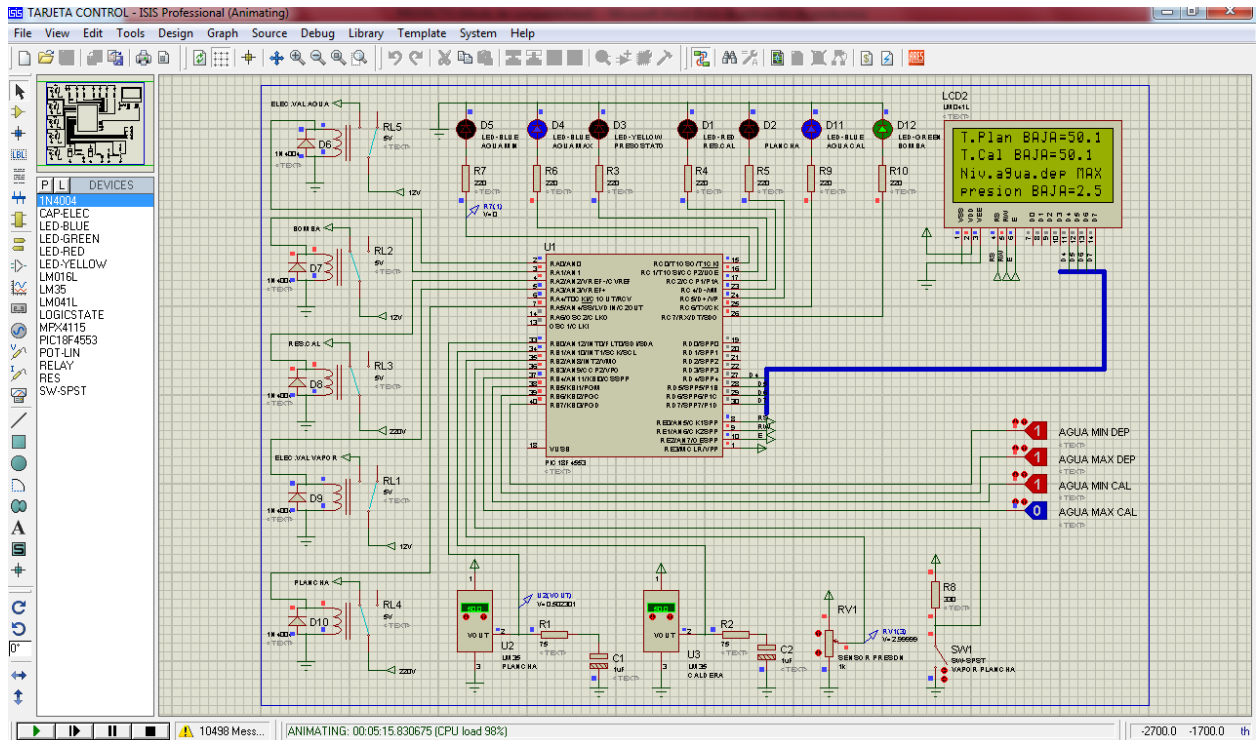
En el estado II:

- El sensor AGUA MIN DEP ha detectado agua, por lo que enviará un "1" lógico al PIC, en este momento, se apagará el led de alarma de AGUA MIN (D5), la electroválvula del depósito seguirá abierta para continuar llenando el depósito y se activará la bomba para aportar agua a la caldera, mediante el relé RL2, encendiéndose a su vez el led D12 de activación de la bomba.
- La resistencia calefactora de la caldera y de la plancha siguen activadas y por tanto estos dos elementos incrementan su temperatura.
- Los demás relés siguen igual que en el anterior estado.
- Los demás led están apagados en este estado.
- Los mensajes en la pantalla LCD son:

T.Plan BAJA=35.1	(Temperatura de la plancha baja y la temperatura).
T.Cal BAJA=35.1	(Temperatura de la caldera baja y la temperatura).
Nivel.agua.dep OK	(Nivel de agua en el depósito correcto).
Presión baja=1.0	(Presión baja en la caldera y la presión).



➤ Estado III.



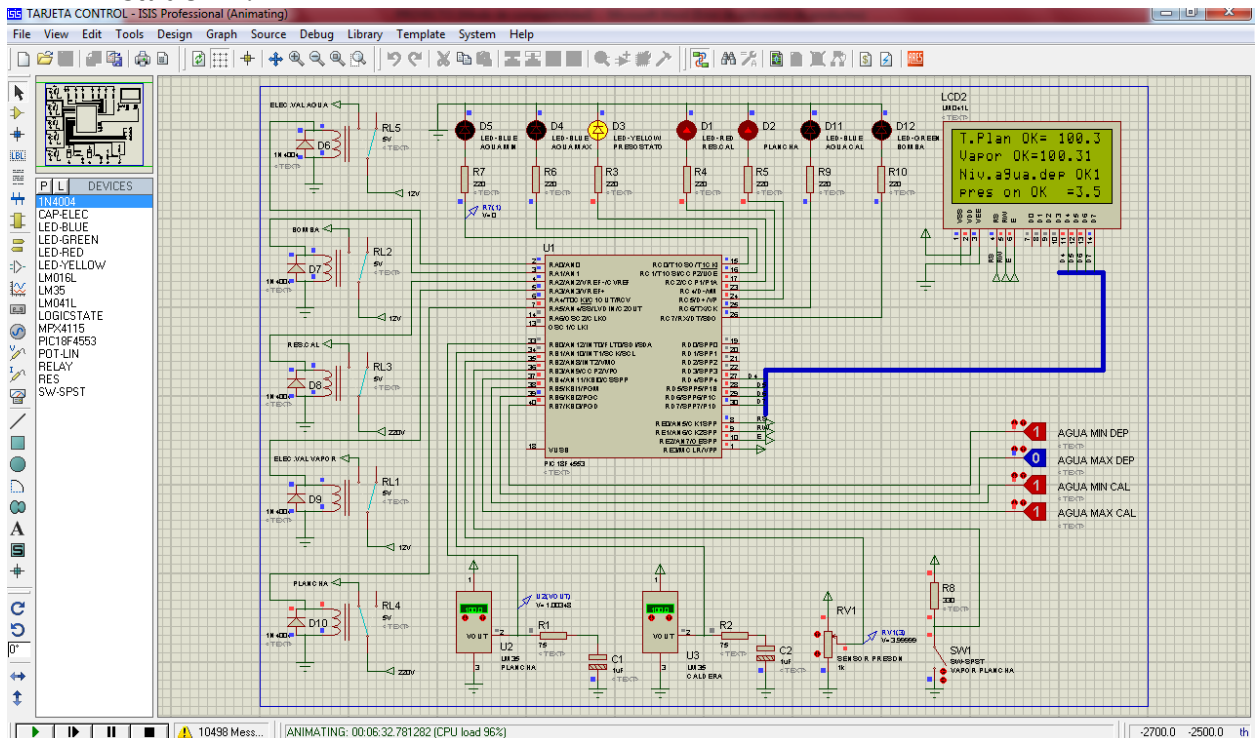
En el estado III:

- El sensor AGUA MAX DEP detecta agua, por tanto, el depósito ha llegado a su nivel máximo permitido, con lo cual se cerrará la electroválvula de aporte al depósito (relé RL5 desactivado), a su vez se encenderá el led D4 de alerta de máximo nivel en el depósito.
- El sensor AGUA MIN CAL detecta agua, por lo que enviará un “1” lógico al PIC, y se encenderá el led D11 que indica que hay agua en la caldera por encima del nivel permitido. La bomba sigue activa y aportando agua a la caldera.
- La resistencia calefactora de la caldera y de la plancha siguen activadas y por tanto estos dos elementos incrementan su temperatura.
- Los demás relés siguen igual que en el anterior estado.
- Los demás led están apagados en este estado.
- Los mensajes en la pantalla LCD son:

T.Plan BAJA=50.1 (Temperatura de la plancha baja y la temperatura).
T.Cal BAJA=50.1 (Temperatura de la caldera baja y la temperatura).
Nivel.agua.dep MAX (Nivel de agua en el depósito máximo).
Presión baja=2.5 (Presión baja en la caldera y la presión).



➤ Estado IV.



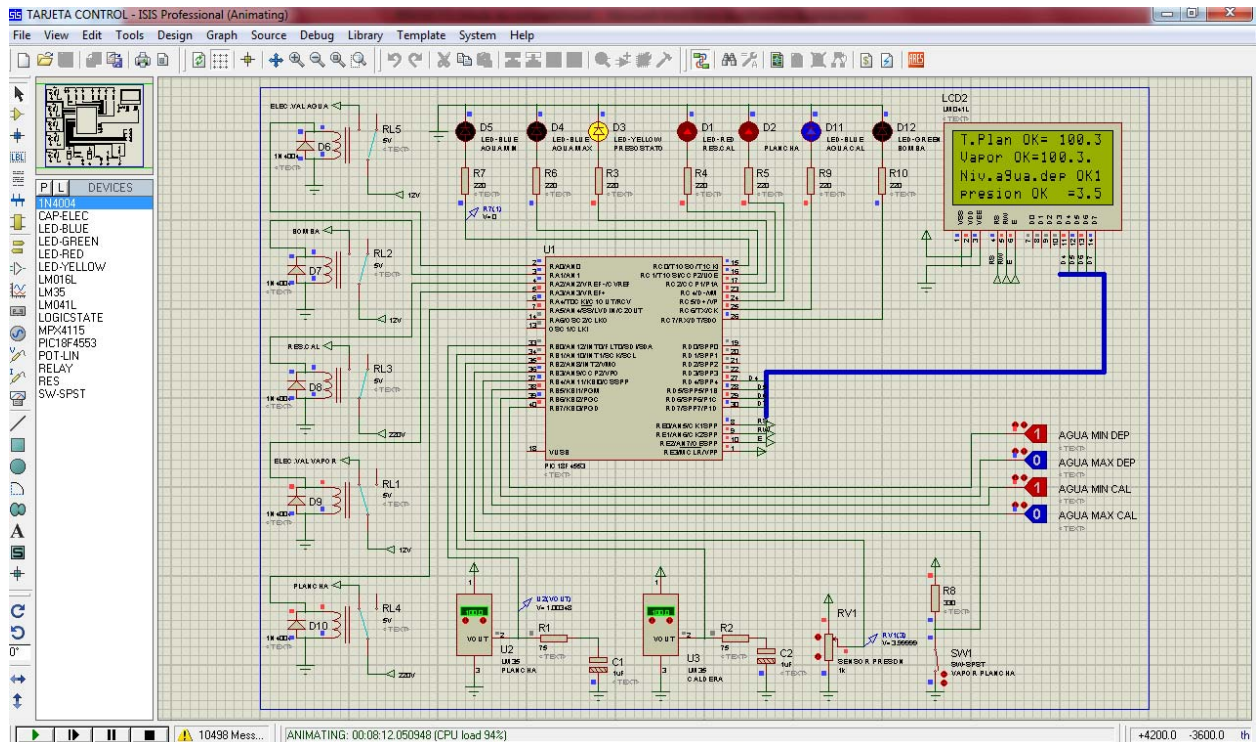
En el estado IV:

- Al estar la electroválvula de aporte al depósito cerrada y la bomba activada el nivel en el depósito descenderá y por tanto el sensor AGUA MAX DEP no detectará agua, apagándose el diodo D4. El sensor AGUA MAX CAL detecta agua, esto quiere decir que hemos llegado al nivel máximo de agua permitido en la caldera, este sensor enviará un "1" lógico al PIC, este procesará la información y mandará desactivar la bomba de aporte de agua, desactivando el relé RL2. Se apagará el led D12 de señalización de la activación de la bomba y el led D11 que señala el agua de la caldera parpadeará como señal de alarma.
- Cuando el sensor LM35 de la plancha detecte 70°C de temperatura, marcará en la pantalla LCD que la temperatura es correcta para planchar. Se encenderá el led D2, indicándonos que la temperatura es correcta para planchar.
- Cuando el sensor LM35 de la caldera detecte 100°C de temperatura, marcará en la pantalla LCD que hay vapor en la caldera. Se encenderá el led D1 indicando que la temperatura de la resistencia calefactora ha alcanzado los 100°C.
- El sensor de presión, marca 3.5 bares, que es la consigna adecuada que hemos fijado por lo que se encenderá el led D3.
- Los mensajes en la pantalla LCD son los siguientes:

T.Plan OK=100.3	(Temperatura de la plancha correcta y la temperatura).
Vapor OK=100.31	(Hay vapor en la caldera y la temperatura).
Nivel.agua.dep OK	(Nivel de agua en el depósito correcto).
Presión baja=3.5	(Presión correcta en la caldera y la presión).



➤ Estado V



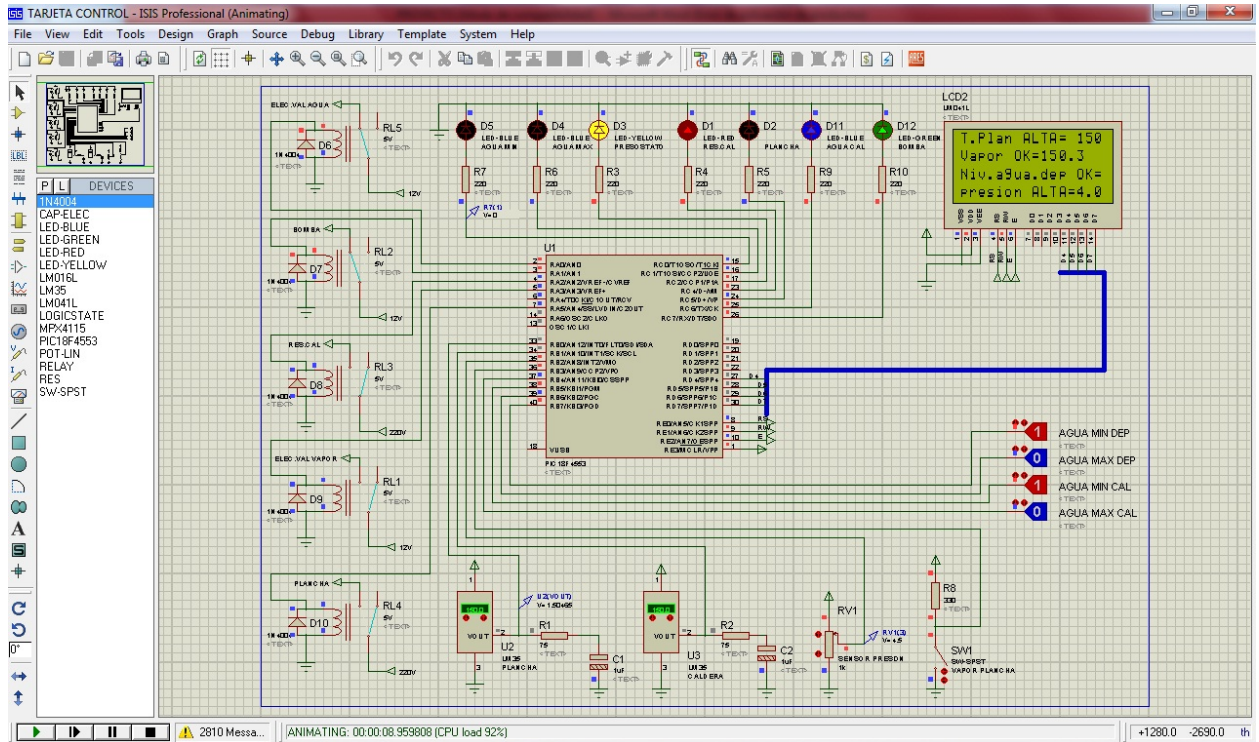
En el estado V o estado de planchado correcto:

- Al tener vapor en la caldera el usuario puede presionar el pulsador de vapor en la plancha (SW1). Se activará el relé de la electroválvula de aporte de vapor a la plancha, abriéndose dicha electroválvula y permitiendo el paso de vapor de la caldera a la plancha.
- Al expulsar vapor el agua en la caldera descenderá, el sensor AGUA MAX CAL ya no detectará agua y el led D11 dejará de parpadear y quedará encendido.
- No habrá cambios en el resto de elementos con respecto al estado anterior.
- Los mensajes en la pantalla LCD son los siguientes:

T.Plan OK=100.3	(Temperatura de la plancha correcta y la temperatura).
Vapor OK=100.3	(Hay vapor en la caldera y la temperatura).
Nivel.agua.dep OK	(Nivel de agua en el depósito correcto).
Presión baja=3.5	(Presión correcta en la caldera y la presión).



➤ Estado VI.



En el estado VI o estado de alarmas:

- El LM35 de la plancha estará a temperatura alta ($t=150^{\circ}\text{C}$) por lo que se desactivará el relé RL4, ya que hemos programado el PIC para que se desactive a una temperatura de 140°C . Por otra parte el led D2 estará parpadeando a partir de esta temperatura como señal de alarma.
- El LM35 de la caldera estará a temperatura alta ($t=150^{\circ}\text{C}$) por lo que el relé RL3 debería estar apagado desde la temperatura $t=100^{\circ}\text{C}$, por lo tanto es un estado imposible, a no ser que no funcione el relé RL3 encargado de desconectar la resistencia calefactora. El diodo D1 al estar encendido nos avisará como señal de alarma a parte del mensaje en la pantalla LCD.
- El sensor de presión capta una presión superior a la de consigna (3.5 bares), el diodo D3 parpadeará como señal de alarma, si se llegarán a los 5 bares de presión la válvula de seguridad se activaría.
- No habrá cambios en el resto de elementos con respecto al estado anterior.
- Los mensajes en la pantalla LCD son los siguientes:
T.Plan ALTA=150 (Temperatura de la plancha alta y la temperatura).
Vapor OK=150.3 (Temperatura de la caldera OK y la temperatura).
Nivel.agua.dep OK (Nivel de agua en el depósito correcto).
Presión ALTA=4.0 (Presión alta en la caldera y la presión).



7. Programación del PIC 18F4553.

El estudio del microcontrolador PIC no consiste sólo en dominar su arquitectura interna o el código máquina sino también en conocer programas auxiliares que facilitan el diseño del sistema de planchado industrial.

Entre los muchos programas para el desarrollo de sistemas con PIC desatacan, por su potencia, el PROTEUS VSM de Labcenter Electronics y el compilador C de Custom Computer Services Incorporated (CCS).

El programa PROTEUS VSM es una herramienta para la verificación vía software que permite comprobar, prácticamente en cualquier diseño, la eficacia del programa desarrollado. Su combinación de simulación de código de programación y simulación mixta SPICE permite verificaciones analógico-digitales de sistemas basados en microcontroladores. Su potencia de trabajo es magnífica.

Por otra parte, tenemos el compilador C de CCS, ya que después de conocer el lenguaje ensamblador es muy útil aprender a programar con un lenguaje de alto nivel como el C. El compilador CCS C permite desarrollar programas en C enfocado a PIC con las ventajas que supone tener un lenguaje desarrollado específicamente para un microcontrolador concreto. Su facilidad de uso, su cuidado entorno de trabajo y la posibilidad de compilar en las tres familias de gamas baja, media y alta, le confieren una versatilidad y potencia muy elevadas.

A continuación se muestra el código para el control del centro de planchado, para su programación se han configurado las patillas actuarán como entradas y como salidas, para determinar el estado de cada salida dependiendo del estado de las entradas. Se han configurado los fuses. En definitiva, se han utilizado las variables, operadores, funciones, declaraciones de control y el control de los puertos para un correcto funcionamiento del centro de planchado industrial. Ya que se ha basado este proyecto en el control de los diferentes elementos del centro de planchado por parte del PIC18F4553.



```
////////// PROGRAMA CENTRO DE PLANCHADO INDUSTRIAL//////////

#include <18F4553.h>
#DEVICE ADC=12
#fuses HSPLL,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NOBROWNOUT,USBDIV,PLL3,CPUDI
V1,VREGEN,PUT,MCLR,NODEBUG,NOPBADEN
#use delay (clock=48000000)
#use fast_io(A)
#use fast_io(B)
#use fast_io(C)

#include "lcd\LCD420B.c"

void main(void)
{
    int16 valor; //DECLARACIÓN DE VARIABLES
    int16 valor1;
    int16 muestra;

    set_tris_a(0x00); //DECLARAMOS EL PUERTO A COMO SALIDAS
    set_tris_b(0xFF); //DECLARAMOS EL PUERTO A COMO ENTRADAS
    set_tris_c(0x00); //DECLARAMOS EL PUERTO A COMO SALIDAS

    lcd_init(); //inicializa lcd

    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL); //HABILITA EL MODULO A/D Y ACTIVA EL RELOJ INTERNO
    setup_adc_ports(AN0); //PONE AN0 COMO ENTRADA ANALOGICA

    while (TRUE)
    {

        ////////////CONTROL DEL NIVEL DE AGUA DEL DEPOSITO//////////

        //SENSOR DE MIN ENTRADA PIN_B7
        //SENSOR DE MAX ENTRADA PIN_B6
        //LED MIN SALIDA PIN_C0
        //LED MAX SALIDA PIN_C1
        //RELE ELECTROV SALIDA PIN_A0

        if(input(PIN_B7)==0) //EL SENSOR DE MINIMO NIVEL NO DETECTA AGUA
        {
            output_high(PIN_C0); //ENCENDER LED MIN
        }
    }
}
```




```
output_high(PIN_A0); //ABRIR ELECTROVALVULA
lcd_gotoxy(17,1);
printf(lcd_putc, "Niv.agua.dep MIN"); //MENSAJE LCD
}
else //EL SENSOR DE MINIMO NIVEL DETECTA AGUA
{
output_low(PIN_C0); //APAGAR LED MIN
lcd_gotoxy(17,1);
printf(lcd_putc, "Niv.agua.dep OK"); //MENSAJE LCD
}

if(input(PIN_B6)==0) //EL SENSOR DE MAXIMO NIVEL NO DETECTA AGUA
output_low(PIN_C1); //APAGAMOS LED MAX
else //EL SENSOR DE MAXIMO NIVEL DETECTA AGUA
{
output_high(PIN_C1); //ENCENDER LED MAX
output_low(PIN_A0); //CERRAR ELECTROVALVULA
lcd_gotoxy(17,1);
printf(lcd_putc, "Niv.agua.dep MAX"); //MENSAJE LCD
}

////////////////////////////////////CONTROL CALDERA////////////////////////////////////

/////CONTROL DEL NIVEL DE AGUA DE LA CALDERA Y DE LA BOMBA/////

//SENSOR DE MIN ENTRADA PIN_B5
//SENSOR DE MAX ENTRADA PIN_B4
//LED AGUA CALDERA SALIDA PIN_C0
//RELE BOMBA SALIDA PIN_A0

if(input(PIN_B5)==0) //EL SENSOR DE MINIMO NIVEL NO DETECTA AGUA
{
output_low(PIN_C6); //APAGAR LED AGUA CALDERA
output_high(PIN_A1); //ABRIR BOMBA
output_high(PIN_C7); //ENCENDER LED BOMBA
}
else //EL SENSOR DE MINIMO NIVEL DETECTA AGUA
{
output_high(PIN_C6); //ENCENDER LED AGUA CALDERA
}
```



```
if(input(PIN_B4)==1)          //EL SENSOR DE MAXIMO NIVEL DETECTA AGUA
{
  output_toggle(PIN_C6);      //EL LED AGUA CALDERA PARPADEA
  output_low(PIN_A1);         //CERRAR BOMBA
  output_low(PIN_C7);        //APAGAR LED BOMBA
}

////////////////////////////////////TEMPERATURA DE LA CALDERA////////////////////////////////////

// SENSOR DE TEMPERATURA      ENTRADA AN10
// LED TEMPERATURA CALDEA     SALIDA PIN_C4
// RELE RESISTENCIA CALEFACTORA SALIDA PIN_A2

set_adc_channel(10) //LA PROXIMA LLAMADA A read_adc LEERA EL CANAL 10
delay_us(10);      //PEQUEÑO RETARDO REQUERIDO DESPUES DE ACTIVAR EL CANAL
valor1 = read_adc(); //ALMACENAMOS EL VALOR DEL ADC EN LA VARIABLE VALOR1
float voltaje1=0.00122; //voltaje=5*valor1/4096 ; 4096=es 2 elevado a 12
float temp1= 0.122 * valor1; // Si 0.01 V son 1 °C, voltaje es x

if(temp1>=100.284) //SI LA TEMPERATURA ES MAYOR DE 100° HABRA VAPOR
{
  lcd_gotoxy(1,2);
  printf(lcd_putc, "Vapor OK=%2.1g", temp1); //MENSAJE LCD
  output_high(PIN_C4) //ENCEDAMOS EL LED DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DE LA CALDERA
  output_low(PIN_A2); //APAGAMOS LA RESISTENCIA CALEFACTORA DE LA CALDERA
}
else //SI LA TEMPERATURA ES MENOR DE 100° NO HABRA VAPOR
{
  lcd_gotoxy(1,2);
  printf(lcd_putc, "T.Cal BAJA=%2.1g", temp1); //MENSAJE LCD
  output_low(PIN_C4); //APAGAMOS EL LED DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DE LA CALDERA
  output_high(PIN_A2); //ENCENDEMOS LA RESISTENCIA CALEFACTORA DE LA CALDERA
}

////////////////////////////////////PRESIÓN EN LA CALDERA////////////////////////////////////

// SENSOR DE PRESIÓN          ENTRADA AN_8
// LED DE PRESIÓN             SALIDA PIN_C2
// RELE RESISTENCIA CALEFACTORA SALIDA PIN_A2

set_adc_channel(8); //LA PROXIMA LLAMADA A read_adc LEERA EL CANAL 8
delay_us(10);      //PEQUEÑO RETARDO REQUERIDO DESPUES DE ACTIVAR EL CANAL
```



```
muestra=read_adc(); //ALMACENAMOS EL VALOR DEL ADC EN LA VARIABLE MUESTRA

float vol= 0.00122 * muestra; //ALMACENAMOS EN LA VARIABLE VOL EL VALOR QUE MANDA
//EL SENSOR Y HACEMOS LA CONVERSIÓN
float pre=(vol-0.5); //CONVERTIMOS EL VALOR DE VOLTAJE EN UN VALOR DE PRESIÓN

if(pre<=3.4967) //SI LA PRESIÓN ES MENOR DE 3.4967 BARES
{
output_low(PIN_C2); //APAGAMOS EL LED DE LA PRESIÓN DE LA CALDERA
lcd_gotoxy(16,2);
printf(lcd_putc," presion BAJA=%2.1g \n ",pre); //MENSAJE LCD
}
else if(pre<=3.6) //SI LA PRESIÓN ESTÁ EN EL MARGEN 3.4967 A 3.6 BARES
{
output_high(PIN_C2); //ENCENDEMOS EL LED DE LA PRESIÓN DE LA CALDERA
lcd_gotoxy(16,2);
printf(lcd_putc," presion OK =%2.1g \n ",pre); //MENSAJE LCD
}
else //LA PRESIÓN EN LA CALDERA SERÁ ALTA
{
output_toggle(PIN_C2); //EL LED DE LA PRESIÓN DE LA CALDERA PARPADEARA
output_low(PIN_A2); //APAGAMOS LA RESISTENCIA CALEFACTORA DE LA CALDERA
lcd_gotoxy(16,2);
printf(lcd_putc," presion ALTA=%2.1g \n ",pre); //MENSAJE LCD
}

/////////////////////////////////CONTROL DE LA PLANCHA/////////////////////////////////

// SENSOR DE TEMPERATURA PLANCHA ENTRADA AN12
// LED TEMPERATURA PLANCHA SALIDA PIN_C5
// RELE PLANCHA SALIDA PIN_A5

set_adc_channel(12); //LA PROXIMA LLAMADA A read_adc LEERA EL CANAL 0
delay_us(10); //PEQUEÑO RETARDO REQUERIDO DESPUES DE ACTIVAR EL CANAL
valor = read_adc(); //ALMACENAMOS EL VALOR DEL ADC EN LA VARIABLE MUESTRA
float voltaje=0.00122; //voltaje=5*valor/4096 ; 4096=es 2 elevado a 12
float temp= 0.122 * valor; //Si 0.01 V son 1 °C, voltaje es x

if(temp<=70.000) //SI LA TEMPERATURA ES MENOR O IGUAL A 70°C
{
lcd_gotoxy(1,4);
printf(lcd_putc, "\nT.Plan BAJA=%2.1g", temp); //MENSAJE LCD
output_high(PIN_A5); //ENCENDEMOS LA PLANCHA
```



```
    output_low(PIN_C5);                // APAGAMOS EL LED DE LA PLANCHA
}
else if(temp<=140.000)                // SI LA TEMPERATURA ES MENOR O IGUAL A 140°C
{
    lcd_gotoxy(1,4);
    printf lcd_putc, "\nT.Plan OK= %2.1g", temp);                // MENSAJE LCD
    output_high(PIN_A5);                // SIGUE ENCENDIDA LA PLANCHA
    output_high(PIN_C5);                // ENCENDEMOS LED DE LA PLANCHA
}
else                                    // SI LA TEMPERATURA ES MAYOR DE 140°C
{
    lcd_gotoxy(1,4);
    printf lcd_putc, "\nT.Plan ALTA= %2.1g", temp);                // MENSAJE LCD
    output_low(PIN_A5);                // APAGAMOS LA PLANCHA
    output_toggle(PIN_C5);                // EL LED DE LA PLANCHA PARPADEA
}

/////////////////////////////////CONTROL VAPOR EN PLANCHA/////////////////////////////////

// INTERRUPTOR DE LA PLANCHA                ENTRADA PIN_B3
// RELE DE LA ELECTROVÁLVULA DEL VAPOR    SALIDA PIN_A3

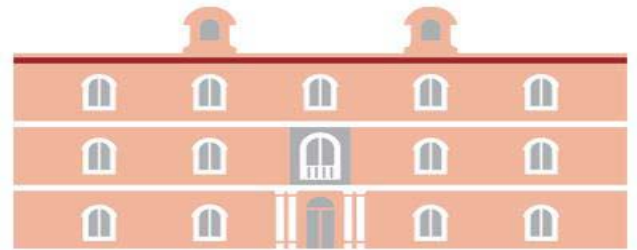
if(input(PIN_B3)==0)                    // SI INTERRUPTOR PULSADO
    output_high(PIN_A3);                // ABRIMOS ELECTROVÁLVULA DE VAPOR
else
    output_low(PIN_A3);                // CERRAMOS ELECTROVÁLVULA DE VAPOR

}                                        // FIN BUCLE WHILE()

}                                        // FIN PROGRAMA MAIN()
```



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Presupuesto

Titulación: Ingeniería técnica industrial
Intensificación: Electrónica industrial
Alumno/a: Francisco José López Llorente
Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



➤ Presupuesto de la tarjeta de control.

Concepto	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total(€)
PIC18F4553	1	8	8
Pantalla LCD 4x16	1	32	32
Diodos LED	7	0.5	3.5
Regletas	29	0.25	7.25
Cristal de cuarzo	1	0.65	0.65
Interruptor	1	3	3
Fusible	1	1	1
Zócalo	1	1	1
Conector	2	1	2
Resistencias	15	0.2	3
Condensadores	11	0.5	5.5
Transistores	5	0.5	2.5
Relé	5	2.5	12.5
Puente de diodos	1	0.5	0.5
Diodos	5	0.2	1
Reguladores de tensión	2	2	4
Transformador	1	5	5
Placa de baquelita	1	10	10
Cables		10	10
Varios construcción	1	37.6	37.6
TOTAL			150



➤ **Presupuesto de los elementos del centro de planchado industrial.**

Concepto	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
Electroválvula	2	25	50
Ablandador de agua	1	171	171
Sistema de ósmosis inversa	1	100	100
Depósito	1	58	58
Sensor de presencia de agua	4	25	100
Bomba de agua	1	125	125
Manómetro	1	6	6
Caldera	1	150	150
Sensor de presión	1	117	117
Sensor de temperatura	2	2	4
Válvula de seguridad de presión	1	55	55
Resistencia calefactora	1	30	36
Plancha	1	50	50
Mesa de planchar	1	150	150
Tuberías	10 m	1	10
Llave de paso	6	3	18
Varios construcción	1	1	100
TOTAL			1300

El **precio total** presupuestado del proyecto del centro de planchado industrial es de **1450 euros**.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Anexo I

Instrucción técnica complementaria ITC EP-1 CALDERAS

Titulación: Ingeniería técnica industrial
Intensificación: Electrónica industrial
Alumno/a: Francisco José López Llorente
Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA

ITC

EP-1 CALDERAS

ÍNDICE

CAPÍTULO I. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y DEFINICIONES.

Artículo 1. Ámbito de aplicación.

Artículo 2. Definiciones.

CAPÍTULO II. INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO.

Artículo 3. Clasificación de las calderas.

Artículo 4. Instalación.

Artículo 5. Puesta en servicio.

Artículo 6. Prescripciones de seguridad de la instalación.

Artículo 7. Sistemas de vigilancia de las calderas.

Artículo 8. Agua de alimentación y agua de la caldera.

CAPÍTULO III. INSPECCIONES PERIÓDICAS, REPARACIONES Y MODIFICACIONES.

Artículo 9. Inspecciones periódicas.

Artículo 10. Reparaciones.

Artículo 11. Modificaciones.

CAPÍTULO IV. OTRAS DISPOSICIONES.

Artículo 12. Obligaciones de los usuarios.

Artículo 13. Operadores de calderas.

CAPÍTULO VI. NORMAS.

Artículo 15. Normas UNE para la aplicación de la ITC.

ANEXO I. Inspecciones y pruebas periódicas de calderas.

ANEXO II. Operadores industriales de calderas.

ANEXO III. Libro de la instalación.

ANEXO IV. Normas UNE



CAPÍTULO I Ámbito de aplicación y definiciones

Artículo 1. Ámbito de aplicación.

1. La presente Instrucción Técnica Complementaria (ITC) se aplica a la instalación, reparación e inspecciones periódicas de calderas y sus elementos asociados (economizadores, sobrecalentadores, etc.), contemplados en el Reglamento de equipos a presión.
2. Se exceptúan de la aplicación de los preceptos de la presente ITC las siguientes calderas y sus elementos asociados:
 - a. Las integradas en centrales generadoras de energía eléctrica incluidas en la ITC EP-2.
 - b. Las integradas en refinerías y plantas petroquímicas incluidas en la ITC EP-3.
 - c. Las de vapor y agua sobrecalentada clasificadas en el artículo 3.3 y en la categoría I de las previstas en el artículo 9 y anexo II del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, sobre equipos a presión.
 - d. Las de agua caliente de uso industrial con $P_{ms} \times V_T < 10.000$ (P_{ms} : presión máxima de servicio en la instalación expresada en bar y V_T : volumen total en litros de la caldera) y las incluidas en el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
 - e. Las de fluido térmico con $P_{ms} \times V_i < 200$ si $T_{ms} > 120$ °C o con $P_{ms} \times V_i < 2.000$ si $T_{ms} \leq 120$ °C (P_{ms} : presión máxima de servicio en la instalación expresada en bar, V_i : volumen total en litros de la instalación y T_{ms} : temperatura máxima de servicio).

Artículo 2. Definiciones.

Sin perjuicio de la terminología que figura en el artículo 2 del Reglamento de equipos a presión y en la norma UNE 9-001, a los efectos de esta ITC se estará a las siguientes definiciones:

1. «Caldera», todo aparato a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable, en forma de calorías, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.
2. «Caldera de vapor», la que utiliza como fluido caloriportante o medio de transporte el vapor de agua.
3. «Caldera de agua sobrecalentada», toda caldera en la que el medio de transporte es agua a temperatura superior a 110 °C.
4. «Caldera de agua caliente», toda caldera en la que el medio de transporte es agua a temperatura igual o inferior a 110 °C.
5. «Caldera de fluido térmico», toda caldera en la que el medio de transporte de calor es un líquido distinto del agua.
6. «Caldera automática», caldera que realiza su ciclo normal de funcionamiento sin precisar de acción manual alguna, salvo para su puesta inicial en funcionamiento o en el caso de haber actuado alguno de los dispositivos de seguridad que hayan bloqueado la aportación calorífica.



7. «Caldera manual», la que precisa de una acción manual para realizar algunas de las funciones de su ciclo normal de funcionamiento.
8. «Caldera móvil», la que está en servicio mientras se desplaza.

Se adoptarán además las definiciones siguientes:

9. «Caldera con emplazamiento variable», aquella que se monta sobre un bastidor para facilitar su cambio de ubicación.
10. «Riesgo ajeno», el que afecta a viviendas, locales de pública concurrencia, calles, plazas y demás vías públicas y talleres o salas de trabajo ajenas al usuario.
11. «Sala de calderas», local cerrado de uso exclusivo e independiente de otros servicios, en el que se encuentra instalada la caldera.
12. «Recinto de calderas», espacio protegido por cercado, que podrá ser interior a un local o abierto al exterior.
13. «Caldera de recuperación de lejías negras», caldera de vapor que utiliza como combustible las lejías negras concentradas que se generan en el proceso de fabricación de pasta de papel al sulfato.

CAPÍTULO II

Instalación y puesta en servicio

Artículo 3. Clasificación de las calderas.

A efectos de las condiciones exigibles, las instalaciones se clasificarán en función del tipo de caldera en:

1. Clase primera:
 - a. Calderas pirotubulares cuyo $P_{ms} \times V_T < 15.000$.
 - b. Calderas acuotubulares cuyo $P_{ms} \times V_T < 50.000$. En caso de calderas de fluido térmico, las que tengan un $P_{ms} \times V_i < 15.000$.
Siendo:
 - P_{ms} : La presión máxima de servicio en la instalación expresada en bar. Para calderas de agua caliente, agua sobrecalentada y de fluido térmico, la presión máxima de servicio se compone de:
 - La presión debida a la altura geométrica del líquido.
 - La tensión de vapor del portador térmico a la temperatura máxima de servicio.
 - La presión dinámica producida por la bomba de circulación.
 - V_t : volumen total en litros de la caldera, más el volumen del sobrecalentador si lo tuviere.
 - V_i : volumen total en litros de la instalación completa.
2. Clase segunda: Calderas que igualen o superen los valores indicados en el apartado anterior.

Artículo 4. Instalación.

1. Calderas de clase primera.

Las instalaciones deberán ser realizadas por empresas instaladoras de la categoría EIP-2.



La instalación se considera de menor riesgo, por lo que no requerirá la presentación de proyecto de instalación, debiendo presentarse, además de lo indicado en el apartado 4 del anexo II del Reglamento de equipos a presión, una memoria técnica de la empresa instaladora, en la que se incluya:

- o Plano de situación de la instalación o del establecimiento, con indicación de referencias invariables (carretera, punto kilométrico, río,...) y escala aproximada de 1/10.000 a 1/50.000.

- o Plano de situación de la sala de calderas en el establecimiento.

- o Plano de la sala de calderas con indicación de las dimensiones generales, situación de los distintos elementos de la instalación, distancias a riesgos, características y espesores de los muros de protección si procede.

- o Descripción y características de los equipos consumidores.

- o Sistema de vigilancia indicado por el fabricante en las instrucciones de funcionamiento. En caso de vigilancia indirecta, deberán indicarse los periodos de comprobación de los diferentes elementos de control y seguridad y, en su caso, las normas de recocido prestigio utilizadas.

2. Calderas de clase segunda.

Las instalaciones deberán realizarse por empresas instaladoras de la categoría EIP-2.

La instalación requerirá la presentación de un proyecto que incluya, como mínimo, lo indicado en el apartado 2 del anexo II del Reglamento de equipos a presión, añadiendo además:

- o Los equipos consumidores, así como la tubería de distribución, que se reflejarán en la memoria.

- o En relación con los requisitos reglamentarios, deberá indicarse el sistema de vigilancia indicado por el fabricante en las instrucciones de funcionamiento. En caso de vigilancia indirecta, se identificarán los periodos de comprobación de los diferentes elementos de control y seguridad y, en su caso, las normas de reconocido prestigio utilizadas.

- o Los planos indicados en el anterior apartado 4.1.

3. Otros requisitos.

En las calderas de vapor, si la presión máxima de servicio (Pms) es inferior en más de un 10 % de la presión máxima admisible (PS), será necesario la presentación de un certificado extendido por el fabricante o por un organismo de control autorizado, en el que conste la adecuación del equipo a la presión, especialmente en lo que concierne a las velocidades de salida del vapor y a la capacidad de descarga de las válvulas de seguridad.

Artículo 5. Puesta en servicio.

La puesta en servicio requerirá la presentación de la documentación que para cada caso se determina en el artículo 5 de Reglamento de equipos a presión

Artículo 6. Prescripciones de seguridad de la instalación.

1. Prescripciones generales.

Deberán adoptarse las medidas de seguridad, de rendimiento o medioambientales indicadas en las correspondientes disposiciones específicas.

La chimenea de evacuación de los productos de combustión deberá diseñarse según los criterios indicados en la norma UNE 123.001 o en otra norma de reconocido prestigio. El aislamiento de la chimenea solamente será obligatorio para las partes accesibles.

Para la ubicación de las calderas, se tendrá en cuenta la clasificación de acuerdo con el artículo 3,



considerando la clase de la mayor caldera en ella instalada y con independencia de su número.

2. Condiciones de emplazamiento de las calderas.

Las calderas deberán situarse en una sala o recinto, que cumpla los siguientes requisitos:

- a. Ser de dimensiones suficientes para que todas las operaciones de mantenimiento, inspección y control puedan efectuarse en condiciones seguras, debiendo disponerse de al menos 1 m de distancia a las paredes o cercado. En las zonas donde no existan elementos de seguridad ni se impida el manejo o el mantenimiento, esta distancia podrá reducirse a 0,2 m.
- b. Deberán estar permanentemente ventiladas, con llegada continua de aire tanto para su renovación como para la combustión, y cumplir con los requisitos específicos en relación con el combustible empleado. Si la sala o recinto de calderas linda con el exterior (patios, solares, etc.), deberá disponer de unas aberturas en su parte inferior para entrada de aire, distantes como máximo a 20 cm. del suelo, y en la parte superior, en posición opuesta a las anteriores, unas aberturas para salida de aire. La sección mínima total de las aberturas, en ambos casos, vendrá dada por la siguiente expresión $S = Q_t / 0,58$; siendo S la sección neta de ventilación requerida, expresada en cm^2 y Q_t la potencia calorífica total instalada de los equipos de combustión o de la fuente de calor, expresada en kW. No se admitirán valores de S menores de 0,5 m^2 para las salas con calderas de Clase segunda, ni menores de 0,1 m^2 para las salas con calderas de Clase primera.
En el caso de locales aislados, sin posibilidad de llegada de aire por circulación natural, se dispondrán llegadas de aire canalizadas, con un caudal mínimo de 2,5 Nm^3/hora por kW de potencia total calorífica instalada de los equipos de combustión. Las calderas que como fuente de energía no utilicen la combustión podrán reducir la ventilación de la sala a la mitad.
- c. Toda sala o recinto de calderas deberá estar totalmente limpia y libre de polvo, gases o vapores inflamables.
- d. En la sala o recinto de calderas se prohíbe todo trabajo no relacionado con los aparatos contenidos en la misma, y en todos los accesos existirá un cartel con la prohibición expresa de entrada de personal ajeno al servicio de las calderas.
Sólo podrán instalarse los elementos correspondientes a sus servicios, no permitiéndose el almacenamiento de productos, con la excepción del depósito nodriza del combustible y los necesarios para el servicio de la caldera.
- e. Deberá disponerse del Manual de funcionamiento de las calderas allí instaladas y de los procedimientos de actuación en caso de activación de las seguridades.
En lugar fácilmente visible de la sala o recinto de calderas, se colocará un cuadro con las instrucciones para casos de emergencia.

3. Condiciones de emplazamiento de las calderas de Clase primera.

Las calderas de Clase primera podrán estar situadas en un recinto, pero el espacio necesario para los servicios de mantenimiento e inspección se encontrará debidamente delimitada por cerca metálica de 1,20 m de altura, con el fin de impedir el acceso de personal ajeno al servicio de las mismas. Para



las calderas de vapor o de agua sobrecalentada cuyo $Pms \times VT = 10.000$, la distancia mínima que deberá existir entre la caldera y el riesgo ajeno será de 5 m. Alternativamente, podrá disponerse de un muro de protección con la resistencia indicada en el apartado 4.b.2 del presente artículo. La distancia mínima señalada se entiende desde la superficie exterior de las partes a presión de la caldera más cercana al riesgo y dicho riesgo.

4. Condiciones de emplazamiento para calderas de Clase segunda.

a) Estas calderas deben estar situadas dentro de una sala con dos salidas de fácil acceso situadas, cada una de ellas, en muros diferentes. En caso de que las distancias a los riesgos propios y ajenos sean mayores de 10 y 14 m, respectivamente, no será necesario disponer de muro de protección.

b) Los muros de protección de la sala deberán cumplir las siguientes condiciones:

b.1 La altura alcanzará, como mínimo, un metro por encima de la parte más alta sometida a presión de la caldera.

b.2 Se realizarán de hormigón armado con un espesor mínimo de 20 cm y con al menos 60 kilogramos de acero y 300 kilogramos de cemento por metro cúbico. En cualquier caso, podrán utilizarse muros con un momento flector equivalente.

Las aberturas en los muros de protección deberán cumplir las siguientes condiciones:

c.1 Las puertas serán metálicas, con unas dimensiones máximas de 1,60 m de ancho por 2,50 m de alto. Pueden incorporar rejillas en celosía para ventilación.

c.2 Las dimensiones mínimas de al menos uno de los accesos deberán ser tales que permitan el paso de los equipos y elementos accesorios a la caldera (tales como quemadores, bombas, etc.), debiéndose respetar un mínimo de 0,80 m de ancho por 2 m de alto.

c.3 Las puertas de las salas de calderas deberán abrirse en el sentido de la salida de la sala y estarán provistas de dispositivo de fácil apertura desde el interior.

c.4 Toda abertura de medidas superiores a 1,60 m de ancho y 2,50 m de alto estará cerrada mediante paneles, desmontables o no, uno de los cuales podrá estar provisto de una puertecilla libre, hábil para el servicio. Los paneles ofrecerán una resistencia igual a la del muro en que estén instalados, resistencia que será debidamente justificada.

c.5 Las aberturas de los muros de protección destinadas a ventanas estarán situadas a un metro, como mínimo, sobre el punto más alto sometido a presión de la caldera.

c.6 Toda puerta o abertura de ventilación situada frente a un quemador, conteniendo el eje del mismo, dispondrá de una protección eficaz con un módulo resistente de 250 cm³, con el fin de poder resistir el posible impacto de aquél en caso de accidente.

d) El techo de la sala deberá cumplir las siguientes condiciones

d.1 La altura de los techos no será nunca inferior a los 3 m sobre el nivel del suelo y deberá rebasar en un



metro, como mínimo, la cota del punto más alto entre los sometidos a presión de la caldera y, al menos, a 1,80 m sobre las plataformas de la caldera, si existen.

d.2 El techo del recinto será de construcción ligera (fibrocemento, plástico, etc.), con una superficie mínima del 25 % del total de la sala y no tendrá encima pisos habitables o locales de pública concurrencia; solamente podrán autorizarse las superestructuras que soporten aparatos ajenos a las calderas, que se consideren formando parte de la instalación, tales como depuradoras de agua de alimentación, desgasificadores, etc., entendiéndose que dichos aparatos no podrán instalarse sobre la superficie ocupada por la caldera.

5. Condiciones específicas para las calderas de fluido térmico.

Las calderas de fluido térmico deberán cumplir los requisitos de instalación de la norma UNE 9-310. o cualquier otra norma equivalente. Así mismo, podrá utilizarse cualquier otra norma que aporte seguridad equivalente, debiéndose en este caso acompañarse un informe favorable de un organismo de control autorizado. Las calderas de fluido térmico de la clase segunda podrán instalarse en local independiente o al aire libre, no siendo necesario cumplir los requisitos del anterior apartado 4.

Artículo 7. Sistemas de vigilancia de las calderas.

Las calderas incluidas en el ámbito de aplicación de la presente ITC dispondrán del sistema de vigilancia indicado por el fabricante en las instrucciones de funcionamiento.

El operador de la caldera deberá realizar las comprobaciones adecuadas de los controles, elementos de seguridad y de la calidad del agua de alimentación para asegurarse del buen estado de la caldera.

El sistema de vigilancia cumplirá los siguientes requisitos:

1. Vigilancia directa.

El operador de la caldera debe asegurar su presencia en la sala de calderas o en sala con repetición de las señales de seguridades, para poder actuar de forma inmediata en caso de anomalía. En dicho local, debe existir un pulsador de emergencia que pare inmediata-mente el sistema de aporte calorífico de forma segura y que active los sistemas de disipación de energía que hayan sido diseñados.

Si el fabricante no ha indicado instrucciones para la vigilancia de la caldera, se considerará como de vigilancia directa.

2. Vigilancia indirecta.

Los intervalos de comprobación de los sistemas de control y seguridad para que el funcionamiento de la instalación sea seguro serán indicados por el fabricante de la caldera. El sistema de vigilancia de la caldera estará relacionado con los dispositivos de control de los que disponga.

En las calderas que, de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento del fabricante, puedan funcionar de forma automática, sin presencia del personal de conducción en la sala de calderas, el operador deberá realizar comprobaciones funcionales para asegurar la operatividad de sus sistemas de control y



seguridad

Se consideran adecuados los sistemas de control y seguridad indicados en las normas UNE-EN 12953 y 12952 o cualquier otra norma equivalente que pueda utilizar el fabricante.

En caso de fallo de controles o seguridades requerirá la utilización de las instrucciones de emergencia, debiéndose pasar a vigilancia directa hasta la subsanación de la anomalía.

Artículo 8. Agua de alimentación y agua de la caldera.

Para todas las calderas de vapor y de agua sobrecalentada deberá existir un tratamiento de agua eficiente que asegure la calidad de la misma, así como de un régimen adecuado de controles, purgas y extracciones.

Se considera adecuado el indicado en las normas UNE-EN 12953-10 y 12952-12. Así mismo, podrá utilizarse cualquier otra norma que aporte seguridad equivalente, debiéndose en este caso acompañarse un informe favorable de un organismo de control autorizado.

Será obligación del usuario mantener el agua de las calderas, como mínimo, dentro de las especificaciones de las normas citadas en el párrafo anterior.

A estos efectos, el usuario realizará o hará realizar los análisis pertinentes y, si es necesario, instalará el sistema de depuración que le indique el fabricante, una empresa especializada en tratamiento de agua, o el diseñador de la instalación.

CAPÍTULO III

Inspecciones periódicas, reparaciones y modificaciones

Artículo 9. Inspecciones periódicas.

Todas las calderas incluidas en la presente ITC deberán ser inspeccionadas periódicamente según lo indicado en su anexo I de la presente ITC, teniendo en cuenta que las inspecciones de nivel A y B podrán ser realizadas por el fabricante, si acredita disponer de los medios técnicos y humanos que se determinan en el anexo I del Reglamento para las empresas instaladoras de la categoría EIP-2.

En el anexo I.1, se indica el alcance y las condiciones de las inspecciones.

Además de las inspecciones periódicas, el usuario deberá tener en cuenta las informaciones e instrucciones facilitadas por el fabricante del equipo o conjunto, y realizar los controles que se indiquen por el mismo.

Artículo 10. Reparaciones.

Las reparaciones de las partes sometidas a presión de los equipos o conjuntos comprendidos en la presente Instrucción Técnica Complementaria deberán realizarse por empresas reparadoras habilitadas, según el artículo 7 del Reglamento de equipos a presión.



Modificado según REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo

No se considerarán como reparaciones de la caldera las siguientes:

- Sustitución de hasta un 15 % del haz tubular en calderas pirotubulares (incluidos tubos soldados y mandrinados), que no supongan más de 5 tubos.
- Sustitución de las tubuladuras de la caldera, siempre que se mantengan las condiciones originales de diseño y que no haya sufrido originalmente un tratamiento térmico.

Artículo 11. Modificaciones.

1. Las modificaciones deberán atenerse a lo indicado en el artículo 8 del Reglamento de equipos a presión.
2. Para el cambio de combustible se deberá atender a la reglamentación específica en relación con el nuevo combustible.

En cualquier caso, en las transformaciones por cambio de combustible se deberá presentar un proyecto de un técnico titulado competente, y el correspondiente certificado de modificación, en donde se justifique la idoneidad del nuevo quemador, de la cámara de combustión y que en la placa tubular de los tubos del primer paso de gases en las calderas pirotubulares, o en la pantalla trasera del hogar en las acuotubulares, no se sobrepase la temperatura límite del material permitida por el código de diseño. Asimismo, en las calderas pirotubulares, se adecuará el método de unión de tubo a placa tubular, según se indique en el código de diseño para las nuevas condiciones de funcionamiento.

Modificado según REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo

Deberá tenerse en cuenta que no podrá superarse la potencia calorífica ni cualquier otra de las características de diseño.

Antes de su puesta en servicio, se realizará una inspección de nivel C.

No obstante lo anterior, no será necesario el proyecto, si en la documentación original del fabricante del equipo se acredita que la caldera es apta para el nuevo combustible. En este caso, se realizará una inspección de nivel B.

3. La modificación del sistema de vigilancia o de los sistemas de control y seguridad deberá ser considerada como modificación importante si se incorporan sistemas no previstos por el fabricante, requiriendo una nueva evaluación de la conformidad por un organismo notificado.

CAPÍTULO IV Otras disposiciones

Artículo 12. Obligaciones de los usuarios.

Además de las obligaciones indicadas en el artículo 9 del Reglamento de equipos a presión, en las instalaciones incluidas en la presente ITC, deberán cumplirse las siguientes:

1. Operación de la caldera.

El usuario deberá designar a una persona capacitada para realizar la operación de la caldera, mientras esté en funcionamiento, cumpliéndose en todo momento lo indicado en el artículo 13 sobre operadores



de calderas.

2. Mantenimiento de la caldera.

El usuario deberá realizar un mantenimiento adecuado de todos los sistemas de la instalación, prestando una dedicación especial a los órganos limitadores o reguladores para que mantengan su fiabilidad, procediendo a la comprobación de su funcionamiento durante las verificaciones. De igual forma, prestará una atención especial con respecto a las obligaciones indicadas en el artículo 8 de esta ITC sobre el tratamiento del agua de alimentación.

3. Vigilancia de la caldera.

En caso de que se produzca un fallo de alguno de los elementos de control o seguridad, deberá adecuarse el sistema de vigilancia de la caldera, pasando a vigilancia directa, en tanto no se restablezcan las condiciones iniciales y se compruebe el correcto funcionamiento de los elementos averiados.

4. Documentación.

Deberá disponerse de la siguiente documentación:

a. Libro de la instalación.

El operador de la caldera deberá tener a su disposición un libro en el que se indiquen las características de la instalación y las actuaciones, controles o inspecciones realizadas.

El libro podrá sustituirse por los correspondientes registros que incluyan una información equivalente.

En el anexo III de esta ITC, se indica la información mínima que debe incluirse en el libro o registro correspondiente.

En el libro o registro se anotarán las operaciones efectuadas para el control de las seguridades.

De igual forma, deberán anotarse las comprobaciones del control del agua de alimentación, los posibles fallos de funcionamiento, las inspecciones o controles realizados, así como las reparaciones o modificaciones que puedan realizarse.

b. Documentación de la instalación.

El operador de la caldera dispondrá al menos de la siguiente documentación:

o Manual de instrucciones de la caldera.

o Manual de instrucciones del equipo de combustión.

o Manual de instrucciones del tratamiento de agua.

o Relación de elementos y dispositivos de operación o seguridad.

o Manual de seguridad del operador, redactado por el propio usuario, que contendrá al menos:

- Normativa de seguridad del personal de operación.
- Instrucciones de seguridad para situaciones de emergencia.
- Instrucciones de seguridad para situaciones de fallo de elementos de control o seguridad. Modificación del sistema de vigilancia de la caldera.



- Instrucciones en caso de accidente.
 - Instrucciones en los períodos de inspecciones, mantenimiento y reparación. Equipo de seguridad requerido.
 - Prendas de seguridad personal.
 - Instrucciones para personal ajeno a la propia caldera.
 - Instrucciones de primeros auxilios.
 - Sistema de revisiones del Manual de seguridad.
- o Datos obtenidos en el protocolo de puesta en marcha.
 - o Prescripciones de los niveles de emisiones a la atmósfera.
 - o Dirección del servicio técnico para la asistencia de la caldera y quemador.
 - o Dirección del servicio contra incendios más próximo.

Artículo 13. Operadores de calderas.

1. Capacitación del operador.

La conducción de calderas, debe ser confiada a personal capacitado técnicamente. Los operadores de calderas serán instruidos en la conducción de las mismas por el fabricante, el instalador o por el usuario, si dispone de técnico titulado competente.

2. Responsabilidades.

El operador de la caldera es el responsable de vigilar, supervisar y realizar el control del correcto funcionamiento de la caldera, debiendo ser consciente de los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra, así como un mal entretenimiento o una mala conducción.

Durante el proceso de arranque de la caldera será obligatorio que ésta sea conducida por el operador de la misma, no pudiendo ausentarse hasta que se haya comprobado que el funcionamiento de la caldera es correcto y todos los dispositivos de seguridad, limitadores y controladores funcionan correctamente.

Deberá poder actuar de forma inmediata, manual o remota, en caso de que se dispare la válvula de seguridad o cualquier otra de las seguridades de la instalación, hasta que se restablezcan las condiciones normales de funcionamiento, utilizando los procedimientos escritos indicados en el artículo 5.2.f.

3. Carné de Operador Industrial de calderas.

Modificado según REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo

1. *Las calderas de la clase segunda, a que se hace referencia en el artículo 3.2 de la presente Instrucción Técnica Complementaria, de vapor o de agua sobrecalentada deberán ser conducidas por un operador industrial de calderas.*
2. *Para poder realizar su actividad el operador industrial de calderas deberá cumplir y tendrá que poder acreditar ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control, una de las siguientes situaciones:*
 - a. *Disponer de un título universitario cuyo plan de estudios cubra los contenidos mínimos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.*
 - b. *Disponer de un título de formación profesional o de un certificado de profesionalidad incluido en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, cuyo ámbito competencial*



incluya los contenidos mínimos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.

- c. *Haber superado un examen teórico-práctico ante la comunidad autónoma sobre los contenidos mínimos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.*
- d. *Tener reconocida una competencia profesional adquirida por experiencia laboral, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, en las materias que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria.*
- e. *Poseer una certificación otorgada por entidad acreditada para la certificación de personas, según lo establecido en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, que incluya como mínimo los contenidos que se indican en el anexo II de esta Instrucción Técnica Complementaria*

CAPÍTULO VI

Normas

Artículo 15. Normas UNE para la aplicación de la ITC

En el anexo IV de la presente ITC se indican las referencias de las normas UNE que, de manera total o parcial, se prescriben para el cumplimiento de los requisitos incluidos en el ámbito de aplicación. Las concretas ediciones de las normas UNE que figuran en el anexo seguirán siendo válidas para la correcta aplicación de la ITC, incluso aunque hayan sido aprobadas y publicadas ediciones posteriores de las normas, en tanto no se publique en el “Boletín Oficial del Estado” por el centro directivo competente en materia de seguridad industrial la resolución que actualice estas normas. La misma resolución indicará las nuevas referencias y la fecha a partir de la cual serán de aplicación las nuevas ediciones y, en consecuencia, la fecha en que las antiguas ediciones dejarán de serlo.

ANEXO I

Inspecciones y pruebas periódicas de calderas

1- INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS

Deberán tenerse en cuenta las condiciones indicadas en la norma UNE 9-103.

1.1- Nivel A.

La periodicidad de estas inspecciones será anual.

Se realizará una inspección de la caldera de acuerdo con lo indicado en el apartado 2.1 del anexo III del Reglamento de equipos a presión.



La inspección incluirá además las siguientes comprobaciones:

- a. Existencia y actualización de la documentación correspondiente al mantenimiento y operación de la caldera, así como de la calidad del agua en las calderas de vapor y agua sobrecalentada.
- b. Limpieza e inspección visual del circuito de humos y de las partes sometidas a presión. Para realizar estas operaciones, deberá estar la caldera parada y ser accesibles las partes sometidas a presión, no siendo necesario retirar el calorifugado.
- c. Funcionamiento de los elementos de operación y de las seguridades de la caldera, provocando su intervención.
- d. Mantenimiento de las condiciones de emplazamiento de la caldera y de las instrucciones de seguridad (incluida la protección contra incendios).
- e. Estanquidad del circuito de gases.
- f. Inspección visual de las tuberías y equipos que utilizan el fluido de la caldera. De las actuaciones realizadas se dejará constancia escrita.

1.2- Nivel B.

La periodicidad de estas inspecciones será cada tres años.

Además de lo indicado para la inspección de Nivel A, se realizará una inspección completa de la documentación y del estado de la caldera, de acuerdo con los apartados 4 y 6 de la norma UNE 9-103.

La inspección incluirá las siguientes comprobaciones:

- a. Comprobación de la documentación de la caldera y de la placa de instalación e inspecciones periódicas (certificado de instalación, proyecto, declaración de conformidad o certificado de fabricación, instrucciones de funcionamiento, marcas de la caldera, ...)
- b. Inspección de los elementos de la caldera:
 - o Inspección visual previa y posterior a la limpieza.
 - o Ensayos suplementarios.- Deformaciones.
 - o Cordones de soldadura.
 - o Medición de espesores.
 - o Accesorios y válvulas de seguridad.
 - o Manómetros y termómetros.
 - o Hogar y conductos de humos.
 - o Obra refractaria. o Circuito eléctrico.
 - o Virotillos y tirantes (en calderas pirotubulares).
 - o Cartelas de refuerzo (en calderas pirotubulares).
 - o Tubos, placas tubulares y colectores (en calderas pirotubulares).
 - o Cajas de humos (en calderas pirotubulares).
 - o Estructura y fijaciones de tubos a tambores y colectores (en calderas acuotubulares).
 - o Economizadores, sobrecalentadores y recalentadores (en calderas acuotubulares).
 - o Haces tubulares o serpentines (en calderas acuotubulares).
- c. Ensayo de funcionamiento:
 - o Regulación y precinto de las válvulas de seguridad o de alivio.



- o Comprobación de los automatismos de regulación.
- o Automatismos de seguridad.

1.3- Nivel C.

La periodicidad de estas inspecciones será de seis años.

Además de lo indicado para la inspección de Nivel B, se realizará, para las calderas existentes, la prueba hidrostática de acuerdo con el apartado 5 de la norma UNE 9103.

En las calderas con marcado "CE" la presión de prueba será la que se figura en el punto 2.3 del anexo III del Reglamento de equipos a presión.

La inspección incluirá las siguientes comprobaciones:

- a. Comprobación de la documentación.
- b. Inspección de los elementos de la caldera.

En las calderas pirotubulares se efectuarán los siguientes ensayos no destructivos por medio de líquidos penetrantes o partículas magnéticas de:

- El 100 % de la soldadura unión del hogar con la placa posterior o con la placa tubular de la cámara del hogar.
- El 100 % de las soldaduras del tubo hogar.
- El 50 % de la unión de la placa posterior con los tubos del primer paso, si el combustible es gaseoso y el 10 % para el resto de los combustibles.
- El 100 % de la unión de los virotillos a la cámara del hogar y a la placa tubular posterior, cuando el combustible sea gaseoso y el 50 % en el resto de los combustibles.

En las calderas acuotubulares, excepto las de fluido térmico:

- El 100 % de las soldaduras de unión de los haces tubulares a colectores, recalentadores o sobrecalentadores.
- c. Prueba hidrostática.
- d. Ensayo de funcionamiento.

ANEXO II Operadores industriales de calderas

1. Los operadores industriales de calderas deberán disponer de los siguientes conocimientos:
Modificado según REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo

1.1- Conceptos básicos.

- a. Presión, su medida y unidades
- b. Presión atmosférica
- c. Temperatura, medida y unidades
- d. Cambios de estado, vaporización y condensación



- e. Transmisión del calor: radiación, convección y conducción
- f. Vapor de agua saturado, sobrecalentado y recalentado, expansionado
- g. Volúmenes específicos de vapor
- h. Calor específico
- i. Relación entre la presión y la temperatura del vapor

1.2- Generalidades sobre calderas.

- a. Definiciones
- b. Condiciones exigibles
- c. Elementos que incorporan
- d. Requisitos de seguridad
- e. Partes principales de una caldera
- f. Superficie de calefacción: superficie de radiación y de convección
- g. Transmisión de calor en calderas
- h. Tipos de calderas según su disposición
- i. Tipos de calderas según su circulación
- j. Clasificación de calderas según sus características principales

1.3- Combustión.

- a. Tiro natural y forzado
- b. Hogares en depresión y sobrepresión
- c. Proceso de la combustión. Volúmenes teóricos de aire y humos
- d. Chimeneas

1.4- Disposiciones generales constructivas en calderas pirotubulares.

- a. Hogares. Lisos y ondulados
- b. Cámaras de hogar
- c. Tubos. Tirantes y pasadores
- d. Fijación de tubos a las placas tubulares
- e. Atirantado. Barras tirantes, virotillos, cartelas
- f. Cajas de humosg) Puertas de registro: hombre, cabeza, mano y expansión de gases

1.5- Disposiciones generales constructivas en calderas acuotubulares.

- a. Hogar
- b. Haz vaporizador
- c. Colectores
- d. Tambores y domos
- e. Fijación de tubos a tambores y colectores
- f. Puertas de registro y expansión de gases
- g. Economizadores
- h. Calentadores de aire
- i. Sobrecalentadores
- j. Recalentadores



- k. Calderas verticales. Tubos Field. Tubos pantalla para llamas
- l. Calderas de vaporización instantánea. Serpentes

1.6- Accesorios y elementos adicionales para calderas.

- a. Válvulas de paso. Asiento y compuerta
- a. Válvulas de retención. Asiento, clapeta y disco
- b. Válvulas de seguridad. Válvulas de descarga rápida
- c. Válvulas de purga continua
- d. Indicadores de nivel. Grifos y columna
- e. Controles de nivel por flotador y por electrodos
- f. Limitadores de nivel termostático
- g. Bombas de agua de alimentación
- h. Inyectores de agua
- j. Caballetes y turbinas para agua de alimentación
- k. Manómetros y termómetros
- l. Presostatos y termostatos
- m. Tipos de quemadores
- n. Elementos del equipo de combustión

1.6- Tratamiento de agua para calderas.

- a. Características del agua para calderas
- b. Descalcificadores y desmineralizadores
- c. Desgasificación térmica y por aditivos
- d. Regularización del pH
- e. Recuperación de condensados
- f. Régimen de purgas a realizar

1.7- Conducción de calderas y su mantenimiento.

- a. Primera puesta en marcha: inspecciones
- b. Puesta en servicio
- c. Puesta fuera de servicio
- d. Causas que hacen aumentar o disminuir la presión
- e. Causas que hacen descender bruscamente el nivel
- f. Comunicación o incomunicación de una caldera con otras
- g. Mantenimiento de calderas
- h. Conservación en paro prolongado

1.8- Reglamento de equipos a presión e ITC EP-1.

- a. Parte relativa a calderas, economizadores, sobrecalentadores y recalentadores
- b. Realización de pruebas hidráulicas
- c. Partes diarios de operación



ANEXO III

Libro de la instalación

El libro de la instalación o el registro equivalente deberá incluir al menos la siguiente información:

1. Características de las calderas:
 - o Identificación (fabricante, tipo o modelo, nº de fabricación, año,).
 - o Datos técnicos (límites admisibles de funcionamiento de las calderas, datos del combustible y del equipo de combustión,).
2. Características de la instalación:
 - o Descripción de la instalación.
 - o Identificación de los elementos de la instalación (suministro de combustible, sistema de tratamiento de agua, evacuación de los productos de combustión, tuberías,).
 - o Identificación de los equipos consumidores (fabricante, tipo o modelo, nº de fabricación, año,).
 - o Límites admisibles de funcionamiento de la instalación.
 - o Características del emplazamiento de las calderas (sala o recinto,).
 - o Datos del instalador.
3. Elementos de seguridad de la instalación:
 - o Identificación de todos los elementos de seguridad.
4. Documentación de la instalación:
 - o Descripción de la documentación disponible y su localización.
5. Obligaciones del titular y del operador de la caldera:
 - o Texto del artículo 9 del Reglamento de equipos a presión.
 - o Texto del artículo 12 de la ITC EP-1.
6. Comprobaciones de funcionamiento y de seguridad:
 - o Comprobaciones diarias.
 - o Comprobaciones semanales.
 - o Comprobaciones mensuales.
 - o Otras comprobaciones.

Inspecciones:

- o Nivel A: fechas y responsable.
 - o Nivel B: fechas y responsable.
 - o Nivel C: fechas y responsable.
7. Reparaciones o modificaciones:
 - o Identificación y alcance de las reparaciones de la caldera y la instalación.
 - o Identificación y alcance de las modificaciones de la caldera y la instalación.



ANEXO IV

Normas

UNE 9-001: 1987, Calderas. Términos y definiciones.

UNE 9-103: 1985, Calderas. Revisiones periódicas.

UNE 9-310: 1992, Instalaciones transmisoras de calor mediante líquido diferente al agua.

UNE 123001:2005+UNE 12301:2005/1M: 2006, Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.

UNE EN 12952-7:2003, Parte 7: Requisitos para los equipos de la caldera.

UNE-EN 12952-8:2003, Parte 8: Requisitos para los sistemas de combustión de los combustibles líquidos y gaseosos de la caldera.

UNE-EN 12952-9:2003, Parte 9: Requisitos para los sistemas de combustión de los combustibles sólidos pulverizados para la caldera.

UNE-EN 12952-12:2004, Parte 12: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera.

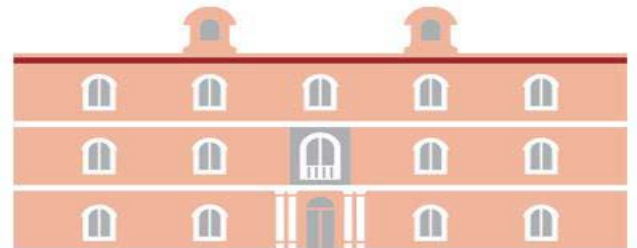
UNE-EN 1293-6:2003, Parte 6: Requisitos para el equipo de la caldera.

UNE-EN 12953-7:2003, Parte 7: Requisitos para los sistemas de combustión de combustibles líquidos y gaseosos para la caldera

UNE-EN 12953-10:2004, Parte 10: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Anexo II

Tratamiento del agua para calderas

Titulación: Ingeniería técnica industrial

Intensificación: Electrónica industrial

Alumno/a: Francisco José López Llorente

Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



1. TRATAMIENTO DE AGUA PARA CALDERAS.

Los principales accidentes que puede provocar el agua de la caldera son:

- La formación de incrustaciones, de las sales poco solubles.
- Arrastre de partículas de agua por el vapor, favorecida por una viscosidad excesiva del agua. Debe mantenerse por tanto, su densidad lo más bajo posible, evitándose siempre la presencia de fangos.
 - Fragilidad acústica o agrietamiento de la chapa de las calderas en las juntas y soldaduras, debida a la elevada alcalinidad del agua.
 - Corrosiones, que por contrario, en la mayoría de los casos se debe a una falta de alcalinidad.

2. CARACTERISTICAS DEL AGUA PARA CALDERAS: DUREZA. PH, OXIGENO. ACEITE, SALINIDAD.

El agua que se introduce en la caldera, para ser convertida en vapor, recibe el nombre de agua de alimentación. Si se trata de condensado que es recirculado, habrá pocos o ningún problema, pero si el agua es cruda habrá necesidad de tratarla, liberándola de oxígeno, precipitados, sales disueltas, sustancias incrustantes y demás elementos incrustantes.

- Dureza.

Por ser las sales de calcio y de magnesio las que producen la incrustación, se las denomina sustancias productoras de dureza. Su concentración en el agua mide la dureza que se expresa en miligramos por litro del contenido de las sales de Ca y Mg, expresados como carbonato de calcio CO_3Ca o en grados de dureza.

La dureza debe ser la menor posible y nula para calderas de presiones medias y altas, de esta forma se evitan las incrustaciones mencionadas, de manera que se produzcan sustancias fangosas y no forme sulfatos y silicatos de calcio y magnesio.

La dureza también es expresada en grados hidrotimétricos. Hay tres clases de graduaciones: Francesa, Alemana e Inglesa.

La graduación Francesa se expresa en partes de carbonato cálcico (CO_3Ca) por 100.000 partes de agua, si una solución contiene n partes de CO_3Ca en 100.000 de agua, posee n grados de dureza. Las determinaciones españolas se refieren a grados franceses °F. Para eliminar la dureza del agua es necesaria la ausencia de los iones de calcio y magnesio.

- Alcalinidad.

La alcalinidad de las aguas puede ser debida, a los bicarbonatos, carbonates, hidróxidos, silicatos y fosfatos.



Se distinguen entre: alcalinidad parcial (p) y alcalinidad total (m).

- Alcalinidad parcial (p).

Expresa la concentración de hidróxidos y la mitad del contenido de carbonates disueltos en el agua.

- Alcalinidad total (m).

Expresa la concentración de hidróxidos carbonates y bicarbonatos disueltos en el agua.

Una elevada alcalinidad del agua puede producir fragilidad acústica en las uniones de chapa, que parece que es debido a concentraciones muy fuertes de hidróxido sódico (Na OH) en una grieta o fisura.

Una falta de alcalinidad del agua puede producir corrosiones.

El agua que se elimina por extracción de caldera es generalmente muy alcalina y cuando se efectúan instalaciones con extracción continua puede utilizarse esta agua además de aprovechar su calor para aumentar el pH del agua de alimentación.

La media de la alcalinidad puede expresarse en una simple sustancia, tal como Ca CO_3 o Na OH.

- pH.

Expresa el grado de acidez o de alcalinidad del agua.

El pH tiene importancia en el agua de calderas ya que si no se mantiene en el valor adecuado se producen corrosiones o roturas por fragilidad acústica, aunque es más conveniente medir la alcalinidad y trabajar dentro de una escala recomendada.

- Salinidad.

Expresa la concentración de sales disueltas en el agua. Su unidad es el miligramo por litro mg/litro ($1\text{mg/l.} = 1\text{ppm}$).

Se puede determinar por tres procedimientos, por desecación, por densidad y por conductividad.

- Conductividad eléctrica.

Mide la propiedad del agua de conducir la corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos. Se admite que cuando un ácido, una base o una sal se disuelve en agua, una parte variable de los mismos se disocia espontáneamente en iones positivos y negativos, pudiendo dichos iones moverse independientemente, dirigiéndose a los electrodos de signo opuesto como consecuencia de la acción de un campo eléctrico. Su unidad es el micro - ohmio por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$).

Los valores de la conductividad indican con bastante exactitud, para determinadas



aplicaciones, la concentración de sólidos disueltos.

- Turbiedad.

Expresa la concentración de materias en suspensión, colonial o no, en el agua. Cualquier tipo de impureza insoluble, finamente dividida, puede estar en el agua disminuyendo su claridad, se denomina turbidez. Es un concepto subjetivo opuesto al de transparencia, que da una buena idea de las impurezas suspendidas en el agua.

Aquellos materiales que, debido a su tamaño, se depositan rápidamente, se denominan sedimentos.

- Total de sales disueltas en el vapor.

Es la suma de las sales incorporadas en el vaporizado como tal y de las que provienen de los arrastres mecánicos. Su concentración se expresa en mg/litro.

El total de las sales disueltas en el vapor saturado, excluido el SiO_2 , viene dado por la cantidad de sodio existente en la concentración (vaporizado y mecánico) en una muestra de condensado según la siguiente ecuación:

$$\text{TSD en vapor} = \frac{\text{TSD en agua de caldera}}{\text{Na en agua de caldera}} \times \text{Na vapor}$$

Arrastres vaporizados. -

- Sílice en el vapor. Esta sílice aparece principalmente en la vaporización de la sílice disuelta en el agua de la caldera y depende de la presión de servicio y del pH de la agua.

- Arrastre en el vapor. Es la suma de los compuestos de sodio contenidos en el vapor saturado.

- Arrastre mecánico. Es la cantidad de materia, disuelta o no, incorporada a las gotas de agua que arrastra el vapor saturado.

- Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es probablemente el factor que mayor influencia tiene sobre fenómenos de corrosión.

Su acción es múltiple y diversa, dependiendo además en su efecto de otros factores como presión, temperatura, etc.

Su corrosión se caracteriza por su forma de "cráter" sobre la superficie y tiene lugar cuando está presente la forma líquida.

- Dióxido de carbono.

El dióxido de carbono disuelto contribuye así mismo de forma extraordinaria a la



corrosión.

La corrosión causada se caracteriza por el ataque uniforme sobre la superficie.

La acción corrosiva del dióxido de carbono es inferior a la del oxígeno.

Al igual que la corrosión por oxígeno, la de dióxido de carbono se produce en líneas donde está presente la fase líquida, es decir, normalmente en líneas de condensado y nunca en líneas de vapor seco.

- Impurezas del agua.

El agua pura químicamente (H_2O) es hidrógeno y oxígeno.

El agua no se encuentra en estado puro, contiene sustancias que la impurifican, como pueden ser sólidos disueltos en suspensión o estado coloidal, gases, microorganismos, etc.

En el cuadro siguiente da una idea general de las principales sustancias y elementos que pueden estar contenidos en el agua.

Las características de las principales impurezas del agua a considerar en las calderas por sus efectos perjudiciales, se exponen a la siguiente tabla, recogiendo su forma y efectos:

IMPUREZA	FORMULA	FORMA	EFECTOS
Dióxido de carbono	CO_2	Gas	Corrosión
Oxígeno	O_2	Gas	Corrosión
Materias en suspensión		Sólidos no disueltos (turbiedad)	Depósitos, espumas y arrastres en el vapor
Materia orgánica		Sólidos disueltos y no disueltos	Depósitos, espumas y arrastres en el vapor
Aceite		Coloidal	Depósitos, espumas y arrastres en el vapor
Acidez	H^+		Corrosión
Dureza	$Ca^{++} Mg^{++}$	Sales disueltas	Incrustaciones
Alcalinidad	$CO_3^{--}, CO_3^{-}H, OH^{-}$	Sales disueltas	Espumas, arrastres en el vapor, desprendimiento de CO_2 , fragilidad cáustica
Salinidad (TSD)		Sales disueltas	Depósitos, espumas y arrastres en el vapor
Sulfatas	SO_4^{--}	Sales disueltas	Aumento salinidad, con Ca^{++} forma incrustaciones muy duras
Cloruros	Cl^{-}	Sales disueltas	Aumento salinidad y corrosividad
Sílice	SiO_2	Sales disueltas, a veces coloidal.	Incrustaciones y depósitos sobre turbinas u otros aparatos utilizadores.
Hierro, manganeso	Fe, Mn Cu	Sales disueltas o insolubles.	Depósitos.
Cobre		Sales disueltas o insolubles.	Depósitos y corrosión.



Calderas de tubos de humo.

Agua de alimentación.-

Las características correspondientes al agua de alimentación a la entrada de la caldera figuran en la siguiente tabla:

Presión máxima de servicio p (en kgf/cm ²)	(p=0,5)	(p>0,5) ²⁾
Aspecto visual	Transparente, sin color ni sedimentos	
Dureza en mg/litro de CO ₃ Ca	<10	<10
pH a 20° C	7,5 a 8,5	7,5 a 8,5 ²⁾
Materias orgánicas valoradas en mg/litro de MnO ₄ K con consumido (3)	<10	<10
Aceites y grasas, en mg/litro	<3	<1

NOTAS

- 1) Si $p > 13$ kgf/cm², deberán evitarse efectos los del oxígeno disuelto.
 - 2) Estos valores podrán modificarse según la naturaleza del agua de alimentación.
 - 3) En caso de alta concentración de materias orgánicas no oxidables con MnO₄K y sí oxidables con CrO₃K₂, se consultará a un especialista.

Agua del interior de las calderas.-

Las características del agua en el interior de la caldera se indicarán en la siguiente tabla:

Presión máxima de servicio p (en kgf/cm ²)	CP <0,5)	(0,5 < p < 13)	(P >13)
Salinidad total, en mg/litro	< 5.000	< 6.000 ²⁾	< 4.000
Sólidos en suspensión, en mg/litro	<300	<300	<250
Alcalinidad total, en mg/litro como CO ₃ Ca	< 1.200	< 1.400	<800
pH a 20 °C	10,5 a 12,5	10,5 a 12,5	10,5 a 11,5
Fosfatos, en mg/litro de P ₂ O ₅	< 40	< 30	< 25
Silíce, en mg/litro de SiO ₂ ²⁾	<250	<250	< 175 ²⁾



NOTAS:

1) Los valores que se citan serán para calderas con un régimen de trabajo inferior a 35 Kg. de vapor hora por m² de superficie de calefacción.

Para producciones específicas de vapor mayores a las indicadas, ajustarse a la especificación prevista para las calderas con presión de servicio superior a 13 kgf/cm².

2) Las concentraciones de sílice en el agua de la caldera guardarán la relación:

$$\text{Si } 0_2 \text{ (mg/litro) / M (alcalinidad total) } < 12,5$$

1 En aquellos casos en que existe sobrecalentador, se limitará a 100 mg/litro para $p < 20$ kgf/cm² a 75 mg/litro para $p > 20$ kgf/cm².

Calderas acuotubulares.

Agua del interior de las calderas.

Para fijar los valores límites del agua en el interior de la caldera se utilizará la tabla, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

a) Características del agua de alimentación disponible normalmente, que en ningún caso serán más desfavorables que las que figuran en la tabla para presiones mayores que 0,5 kgf/cm².

b) Consecuencias de la salinidad en el vapor de la caldera y en otras partes de la instalación.

c) Características generales del vapor suministrado según el tipo de caldera. En las presiones más elevadas, los límites tolerados serán menores, reflejando así una mejor calidad en el vapor.

d) Para calderas de circulación forzada, la calidad del vapor dependerá de la pureza del agua de alimentación.



PRESTION (kgf/cm ² aprox.)	Salinidad en caldera ¹⁾ mg/cm ² (max.)	Alcalinidad total ²⁾ mg/litro (max.)	Sólidos en suspensión mg/litro (max.)	pH a 20 °C	Fosfatos mg/litro de P ₂ O ₅ (max.)	Sílice mg/litro SiO ₂ (max.)
Calderas de circulación natural y asistida						
20	3.500	700	150	9,5 a 11	25	140
21 a 32	3.000	600	100		25	50
33 a 40	2.500	500	80		10	50
41 a 53	2.000	400	60		10	50
54 a 64	1.500	300	40		10	10
65 a 70	1.250	250	20		3	10
71 a 126	100	100	10	9,5 a 10,5	3	4
127 a 165	50	40	Ausencia			
166 a 180	25	10	Ausencia			
181 a 203	15	2	Ausencia			
Calderas de circulación forzada						
98	0,05	Ausencia	Ausencia	9,5 a 10,5	3	4
Calderas de vaporización instantánea de circulación forzada						
20	2.000	400	100			140
20 a 40	1.000	200	50			50

NOTAS:

1) Los valores reales hasta este límite dependerán de la salinidad del agua de alimentación y de la calidad del vapor deseado.

2) Los valores reales serán directamente proporcionales a los valores de salinidad del agua dentro de la caldera.

3) Estos valores se ajustarán en función de la calidad del vapor requerido.



3. DESCALIFICACIONES Y DESMORALIZADORES

Como se ha visto en el punto anterior, es necesario que el agua que se introduzca en la caldera sea debidamente tratada y acondicionada para que sus características sean concordantes con las indicadas en la norma UNE.

El tratamiento básico consiste en su descalcificación o desmineralización, desgasificación y regularización del pH.

Los descalcificadores son aparatos que transforman el agua dura (alto contenido en iones Ca y Mg) en agua blanda (ausencia de iones Ca y Mg).

La mayoría de las aguas contienen, en mayor o en menor proporción, sales minerales incrustantes (sales de calcio y magnesio) que se depositan en el interior de las tuberías o de la maquinaria, disminuyendo considerablemente su eficacia, y se dicen que son aguas duras porque los depósitos forman un precipitado más o menos espeso que, a veces, se endurece como si fuera de piedra. Ya hemos dicho que la dureza se produce principalmente a partir de las sales de calcio y magnesio que el agua incorpora en su recorrido natural a medida que atraviesa diferentes estratos de la tierra. La dureza se determina por análisis químicos y se mide en miligramos de sales de calcio y magnesio contenidos por litro de agua.

Los descalcificadores son, pues, aparatos que permiten sustituir los iones minerales incrustantes por iones solubles en el agua. Para llevar a cabo dicha transformación se utilizan productos tales como resinas a base de poliestireno formadas por pequeñas esferas de 0,3 mm. de diámetro que tienen la propiedad de cambiar iones de calcio y magnesio (cales) por iones de sodio, solubles en agua. Para regenerar estos aparatos no es necesario sustituir la resina que, prácticamente, tiene una duración indefinida, si no se basta con circular salmuera (cloruro sódico). La regeneración del descalcificador se efectúa de manera completamente automática por el impulso de un temporizador debidamente programado o por impulso del aparato volumétrico. Una vez regenerado, el aparato se vuelve a poner en servicio automáticamente y puede volver a dar servicio durante la formación de un nuevo ciclo; se entiende por un ciclo de un aparato la cantidad de agua que éste puede tratar en el intervalo de tiempo comprendido entre dos regeneraciones, y depende de la cantidad de resina que el aparato contiene y de la dureza del agua a tratar.

Los descalcificadores no pueden tratar siempre los tipos de agua, pues es posible que el contenido de sales disueltas sea demasiado elevada o puedan existir problemas de contenido de Fe, Mn, Cu, etc. En dicho caso, es necesario desmineralizar el agua de forma que se eliminen las sales que existen en el agua mediante columnas llenas de resinas plásticas que tienen la propiedad de absorber ya sea los aniones como los cationes dejándola un agua prácticamente pura. La regeneración de las propiedades de las resinas se realiza por medio de ácidos y bases apropiadas (sulfúrico, hidróxido sódico, etc.)



4. DESGASIFICACION TERMICA Y POR ADITIVOS.

Se denomina desgasificar el agua, eliminar su oxígeno disuelto que toda agua lleva en su interior con el fin de evitar la corrosión que éste realiza sobre el acero.

El sistema natural de realizar esta desgasificación consiste en elevar la temperatura del agua de alimentación por encima de los 100 °C, ya que a esta temperatura prácticamente el contenido de oxígeno disuelto en agua es nulo.

El agua de alimentación y la eventual recogida de condensados se dirige a la parte superior de un aparato denominado desgasificador, normalmente colocado sobre el depósito de agua de alimentación de la caldera. Este desgasificador es alimentado por su parte inferior por vapor producido por la propia caldera y convenientemente reducido de presión. En el interior del desgasificador se establecen dos corrientes contrarias, una de vapor ascendente y oxígeno desprendido y otra descendente en forma de lluvia del agua a desgasificar que cuando llega al final del desgasificador está prácticamente exenta de oxígeno.

Además de este sistema, se utiliza modernamente la desgasificación química, por medio de aditivos al agua, tales como, sulfitos, aminas e hidracinas que tienen la propiedad química de combinarse con el oxígeno, de forma que el agua de alimentación queda exenta del mismo.

Se debe tomar buena nota que el uso del sulfito puede dar lugar a un aumento de salinidad en el agua que obligue a un elevado régimen de purgas de la caldera, con el consiguiente despilfarro de energía, y que el uso de hidracinas y aminas está prohibido en industrias de tipo alimentario por su elevada toxicidad.

5. REGULARIZACION DEL PH.

Alimentar una caldera con un pH inferior a 8,5 podría dar lugar a corrosión por acidez; así pues, es necesario tratar el agua de alimentación para que el pH a la entrada de la caldera está entre 8,5 y 9,5 sobre todo con el fin de evitar corrosiones en las tuberías y bomba de alimentación.

Esta regulación de pH se consigue adicionando al agua de alimentación fosfato trisódico en la proporción correspondiente que además tiene la propiedad de eliminar la dureza residual que pudiera tener el agua tras el tratamiento de descalcificación al evitar que las sales calcáreas se adhieran a las paredes metálicas de la caldera.



6. RECUPERACION DE CONDENSADOS.

Se denomina recuperación de condensados al sistema que permite incrementar el rendimiento energético de una instalación de vapor mediante la recuperación parcial o total del calor evacuado en forma de condensados por las máquinas consumidoras de vapor de calentamiento indirecto.

En una caldera se produce vapor aportando energía calorífica al agua contenida en la misma. Este vapor, mediante las apropiadas canalizaciones, se envía a las máquinas que lo han de consumir, restituyendo solamente el calor de condensación en el caso de que el circuito de vapor en la máquina sea independiente del circuito de fabricación (calentamiento indirecto). A la salida de estas máquinas se instalan unos aparatos denominados purgadores, cuya misión es evitar que salga el vapor y solamente permite la salida de este vapor condensado.

Esta agua condensada está a la temperatura correspondiente a la presión a que el vapor ha llegado a la máquina y, por lo tanto, todavía almacena una cantidad apreciable de calor.

Veamos un ejemplo:

Supongamos que una caldera alimentada con agua a 20 °C produce vapor a 10kg/cm², por las tablas correspondientes vemos que el vapor a 10kg/cm² tiene un calor total (entalpía) de 665,2 kcal/kg y una temperatura de 183,2 °C.

En la máquina que lo va a utilizar nos cederá el calor de condensación que a 10 kg/cm² de presión es de 479,5 kcal/kg y el agua condensada tendrá todavía un calor latente de 185,7 kcal/kg.

Para producir un kg. de vapor partiendo de agua a 20 °C se ha tenido que aportar: 665,2 - 20 = 645,2 kcal, si recuperamos esta agua condensada retornándola a la caldera para producir 1 kg de vapor sólo necesitaremos 665,2 - 185,7 = 479,5 kcal, bastante menos que en el primer caso y, por lo tanto, se habrá producido un ahorro energético.

Esta recuperación de condensados es muy importante que pueda dirigirse directamente a la caldera siempre que sea posible o, en el peor de los casos, al depósito de alimentación de agua, pero una instalación racional y económica no deberá en ningún caso evacuar al desagüe estos condensados, salvo que pueda existir la posibilidad que en el proceso de consumo de vapor pueda contaminarse de grasas y aceites.



7. REGIMEN DE PURGAS A REALIZAR.

En toda caldera al vaporizarse el agua contenida en la misma, el agua que queda en su interior va aumentando su salinidad, formando lodos que se depositan en sus partes bajas y espumas que se mantienen en la superficie de evaporación. Ambas consecuencias son perjudiciales a la caldera porque los lodos aumentan la suciedad interior de la caldera, dificultando la transmisión del calor y consiguiente pérdida de rendimiento y las espumas favorecen los arrastres de agua a la red de vapor.

Para la eliminación de lodos, las calderas disponen de válvulas de drenaje situadas en su parte inferior y para la eliminación de espumas, de válvulas de purga situadas unos 50mm por debajo del plano medio.

Como es lógico, a mayor cantidad de agua purgada menor posibilidad de lodos y espumas en la caldera, pero teniendo en cuenta el agua que se purga, está caliente a la temperatura correspondiente a la presión de servicio y calentar este agua ha costado un dinero invertido en combustible, es necesario limitar las purgas al mínimo requerido.

El sistema más extendido es insertar una válvula de purga continua para la purga de las espumas, que permite purgar un porcentaje ajustable del total de agua aportada, siendo esta cantidad de agua a purgar determinada por medio de los análisis químicos periódicos que debe realizarse del agua del interior de la caldera, o por medios automáticos mediante sondas sumergidas en el interior de la caldera que controlan continuamente la salinidad del agua en la misma.

Las normas UNE - 9075 vistas anteriormente nos indican los límites recomendables en las características del agua en el interior de las calderas.

En el cuadro siguiente se indica conjuntamente los límites superiores recomendables para las calderas acuotubulares y pirotubulares en función de la presión.

	Presión (kg/cm ²)	Salinidad total en CO ₂ Ca (ml/l)	Silice en Si O ₂ (mg/l)	Sólidos en suspensión (mg/l)	Cloruros en Cl (mg/l)
Calderas acuotubulares	0 - 20	3.500	100	300	2.000
	20 - 30	3.000	75	250	1.500
	30 - 40	2.500	50	150	1.000
	40 - 50	2.000	40	100	800
	50 - 60	1.500	30	60	650
	60 - 70	1.250	25	40	500
	70 - 100	1.000	15	20	350
Calderas pirotubulares	0- 15	7.000	100	300	3.000
	15 - 25	4.500	75	300	2.000



Para calcular la purga continua necesaria, se establece que la cantidad de sales extraídas ha de ser la misma que la aportada, luego:

$$P \times a = A \times b + P \times b$$

Siendo:

a = Salinidad total en la caldera (p.p.m).

b = Salinidad total en el agua de aportación (p.p.m).

P = Caudal de purga (kg/h).

A = Caudal de agua de aportación (kg/h =

= Caudal de vapor - caudal de condensados que se recuperan.

De la anterior:

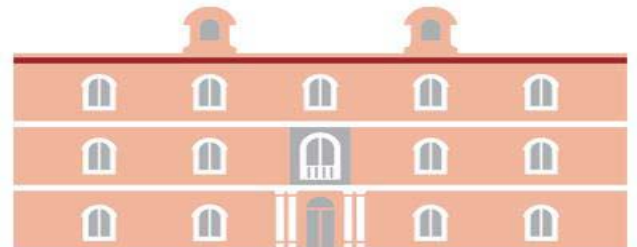
$$P = \frac{A \times b}{A - b} \quad (\text{kg/hora})$$

Puede observarse que en las calderas pirotubulares el límite de salinidad es más alto. La razón de la diferencia es que las incrustaciones son más graves en las calderas acuotubulares que en las pirotubulares, por cerrarse en aquellas el paso de agua al producirse incrustaciones.

Para drenar los lodos que se van acumulando en las partes bajas de las calderas se actúa sobre las válvulas de drenaje por un corto periodo de tiempo cada determinado número de horas de servicio de la caldera, recomendándose que si una caldera dispone de varias válvulas de drenaje, éstas se operen una a una y nunca de forma simultánea.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Anexo III

Generalidades, seguridad, mantenimiento y conducción de calderas

Titulación: Ingeniería técnica industrial

Intensificación: Electrónica industrial

Alumno/a: Francisco José López Llorente

Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



1. DEFINICIONES.

A efectos de este Programa adoptaremos las definiciones siguientes:

Caldera.- Es todo aparato a presión en donde el calor procede de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable en forma de calorías a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.

Caldera de vapor.- Es toda caldera en la que el medio de transporte es vapor de agua.

Caldera de agua caliente.- Es toda caldera en la que el medio de transporte es agua a temperatura inferior a 110 °C.

Caldera de agua sobrecalentada.- Es toda caldera en la que el medio de transporte es agua a temperatura superior a 110 °C.

Caldera de fluido térmico.- Es toda caldera en la que el medio de transporte es un líquido distinto del agua.

Economizador precalentador.- Es un elemento que recupera calor sensible de los gases de salida de una caldera para aumentar la temperatura del fluido de alimentación de la misma.

Sobrecalentado - es un elemento en donde por intercambio calorífico se eleva la temperatura del vapor saturado procedente de la caldera.

Recalentador.- es un elemento en donde por intercambio calorífico se eleva la temperatura del vapor parcialmente expansionado.

Calderas de nivel definido.- Son aquellas calderas que disponen de un determinado plano de separación de las fases líquida a vapor dentro de unos límites previamente establecidos.

Calderas sin nivel definido.- Son aquellas calderas en las que no hay un plano determinado de separación entre las fases líquidas y vapor.

Calderas automáticas.- Son aquellas calderas que realizan un ciclo normal de funcionamiento sin precisar de acción manual alguna, salvo en su puesta inicial en servicio o en caso de haber actuado un órgano de seguridad de corte de aportación calorífica.

Así mismo, se consideran como automáticas las calderas que realizan su ciclo normal de funcionamiento sin precisan de una acción manual, salvo para cada puesta en marcha de su sistema de aportación calorífica después de que este haya sufrido un paro ocasionado por la acción de alguno de sus órganos de seguridad o regulación.

Calderas manuales.- Se considera como manual cualquier caldera cuyo funcionamiento difiera de las anteriormente definidas como automáticas.



Presión de diseño.- Es la máxima presión de trabajo a la temperatura de diseño y será utilizada para el cálculo resistente de las partes a presión de la caldera.

Presión máxima de servicio.- Es la presión límite a que quedará sometida la caldera una vez conectada a la instalación receptora.

Temperatura de diseño.- Es la temperatura prevista en las partes metálicas sometidas a presión en las condiciones más desfavorables sometidas a trabajo.

Temperatura de trabajo.- Son las diversas temperaturas alcanzadas en los fluidos utilizados en las calderas en las condiciones normales de funcionamiento.

Vigilancia directa.- Es la supervisión del funcionamiento de la caldera por medio de un operador que permanece de forma continua en la misma sala de calderas o en otra sala de mando.

Vigilancia indirecta.- Es cualquier otra forma de supervisión que difiera de la vigilancia directa.

Regulación progresiva por escalas.- Es la variación de la aportación calorífica que permite establecer un cierto número de posiciones intermedias entre los valores máximo y mínimo.

Regulación todo poco nada.- Es la variación de la aportación calorífica correspondiente a los caudales máximo mínimo nulo, respectivamente, sin posiciones intermedias.

Regulación todo nada.- Es la variación de la aportación calorífica correspondiente a los caudales único constante o nulo.

Regulación progresiva modulante.- Es la variación de la aportación calorífica que puede permanecer estable en cualquier valor comprendido entre los caudales máximo y mínimo.

Regulación progresiva deslizante.- Es la variación de la aportación calorífica de forma progresiva no escalonada, desde un máximo a un mínimo sin permanecer estable en ningún punto intermedio.

Expediente de control de calidad.- Es el conjunto de información que avala la adecuada fabricación de la caldera.

Operador.- Es la persona encargada de vigilar, supervisar, conducir y mantener, en condiciones de seguridad, cualquier caldera a su servicio.

Fabricante.- Es la persona física u organización (empresa) que construya la caldera.

Usuario.- Es la persona individual u organización que utiliza la caldera.



2. CONDICIONES EXIGIBLES.

2.1 Condiciones exigidas al fabricante.

Al adquirir una caldera, se deberá exigir al fabricante de la misma que con el aparato entregue la documentación siguiente:

- a) EXPEDIENTE DE CONTROL DE CALIDAD, integrado por:
 - Certificados de calidad de los materiales empleados en las partes a presión, extendidos por las empresas fabricantes de los mismos o por algún laboratorio homologado por la Administración.
 - Fotocopia del certificado de homologación del proceso de soldadura.
 - Fotocopia de los certificados de calificación de los soldadores que han intervenido en su fabricación.
 - Gráfico del tratamiento térmico cuando proceda.
 - Resultado de los ensayos, controles e inspecciones realizados, que serán como mínimo, los correspondientes al Código de Diseño y Construcción utilizado.
- b) UN CUADERNO DE INSTRUCCIONES correspondientes a:
 - Funcionamiento de la caldera y sus accesorios.
 - Funcionamiento del quemador y sus accesorios.
 - Trabajos de entretenimiento y frecuencia de los mismos.
 - Operaciones de la caldera, quemador y sus accesorios.
- c) UN LIBRO REGISTRO DEL USUARIO, con identificación y características.
- d) Datos a incluir en la solicitud de autorización de instalación.
- e) Certificados a acompañar a la solicitud de autorización de puesta en servicio.

2.2 Condiciones exigibles a la caldera.

a) Que incorpore materiales apropiados, una mano de obra cualificada y que se construya de acuerdo con unas Reglas de Fabricación idóneas y un Código de Diseño y Construcción reconocido.

b) Un colector de lodos e impurezas, depositados por el agua, colocado de tal forma que pueda ser manipulado fuera de la acción del fuego.

c) Una capacidad de agua y de vapor suficientes para prevenir las fluctuaciones del vapor y del nivel de agua.

d) Una superficie para el desprendimiento del vapor de agua lo suficientemente amplia para evitar los arrastres de agua.

e) Una constante y total circulación del agua en su interior para mantener la temperatura uniforme en todas sus partes.



f) Unas buenas condiciones de dilatabilidad de las diversas partes de la caldera para evitar la creación de tensiones inadecuadas que darían por resultado la rotura de la misma. En caso de producirse una rotura, el diseño ha de permitir que no pueda ocurrir una explosión general, limitándose los efectos a los mínimos posibles y en el mejor de los casos al derrame de su contenido.

g) Una resistencia alta, por encima de cualquier deformación justificada.

Una cámara de combustión tal que la combustión se inicie y termine dentro del hogar.

f) Unas superficies de calefacción dispuestas de tal manera que permitan extraer el máximo contenido del calor de los gases.

j) Todas las partes deben ser fácilmente accesibles para fines de limpieza y reparaciones.

k) La caldera ha de estar proporcionada con el trabajo a desarrollar y ser adecuada para trabajar a su capacidad máxima de régimen con la mayor economía.

l) Estar equipada con los aparatos de medición, válvulas de seguridad y demás accesorios en perfectas y seguras condiciones de funcionamiento.

m) Dispondrá de la correspondiente contraseña de inscripción y registro en el MIE.

2.3. Condiciones exigibles al usuario.

a) Tener presentes las normas de seguridad y mantenimiento que correspondan en cada caso, conservando en buen estado la caldera y sus accesorios.

b) Incluir la caldera en un libro de registro, visado y sellado por la correspondiente Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía o Comunidad Autónoma que la sustituya.

c) Que la caldera tenga un tratamiento apropiado a sus necesidades (Norma UNE 9.075).

d) Que el personal encargado de la operación de la caldera sea debidamente instruido, y si la caldera es de $P \times V > 50$, que posea el carné correspondiente.

e) Legalizar ante la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía o Comunidad Autónoma que la sustituya el Libro Registro de Usuario de la Caldera y anotar en el mismo cuantas operaciones de timbrado, mantenimiento y reparación se efectúen en la caldera, así como el resultado de las revisiones anuales.

Que se efectúen a su debido tiempo las revisiones y pruebas periódicas legalmente previstas.



2.4. Condiciones exigibles al operador

a) Estar al corriente del funcionamiento de la caldera y ser consciente del peligro que puede ocasionar una falsa maniobra, un mal entretenimiento o una mala conducción.

b) Si la caldera es de $P \times V > 50$ dispondrá obligatoriamente del Carne de Operador Industrial de Calderas expedido por la Administración.

c) Si la caldera es de $P \times V < 50$, será instruido en la conducción de la misma por el fabricante, el instalador o por el usuario, si dispone de técnico competente. Su nombre se hará constar en el Libro de Registro del Usuario.

4. REQUISITOS DE SEGURIDAD.

Los requisitos de seguridad implican al diseño, fabricación, inspección, operación, mantenimiento y posibles reparaciones de la caldera.

La seguridad es el principal objetivo de los Códigos de Diseño y Construcción, cuyas prescripciones han sido formuladas para proporcionar una protección razonable de vidas y bienes, dentro de ciertos márgenes de seguridad considerando el deterioro ocasionado por el servicio de la caldera, de manera que se garantice un periodo de duración razonable y libre de peligros. Si el Código elegido no contiene prescripciones que abarquen todos los detalles de diseño y construcción, el fabricante proporcionará los detalles restantes, justificando que tienen las mismas características de seguridad que ofrecen las demás reglamentaciones y códigos vigentes.

Para una operación segura de la caldera, además de los acondicionamientos exigibles correspondientes, el operador deberá disponer al alcance de su mano en la sala de calderas de:

- Un manual de instrucciones de la caldera.
- Un manual de instrucciones del equipo de combustión.
- Un manual de instrucciones del tratamiento del agua.

Y consultará esta información siempre que se le presenten dudas acerca de alguna operación rutinaria o de acontecimientos imprevistos. Particularmente importante es mantener en todo momento un nivel correcto de agua y, en general, observar escrupulosamente las instrucciones del fabricante de la caldera.

También las disposiciones legales se han ocupado del tema de la seguridad, y concretamente en el Capítulo VII de la ITC MIE-API (Instrucción Técnica Complementaria del Ministerio de Industria y Energía para el Reglamento de Aparatos a Presión, relativa a Calderas) se presenta una serie de artículos dedicados a Prescripciones de Seguridad, que pueden resumirse brevemente como a continuación



se indica:

.1. Prescripciones de seguridad para las calderas de vapor saturado, sobrecalentadores y recalentadores de vapor:

a) Válvulas de seguridad:

- Toda caldera de vapor saturado llevará como mínimo dos válvulas de seguridad independientes. No obstante, las calderas de clase C podrán llevar una sola válvula.
- Los sobrecalentadores de vapor que puedan permanecer bajo presión con independencia de la caldera llevarán como mínimo una válvula de seguridad.
- Las calderas equipadas con un sobrecalentador incorporado a las mismas sin interposición de una válvula de seguridad situada cerca de la salida.
- Los recalentadores de vapor deberán llevar una o más válvulas de seguridad.

b) Válvulas del circuito de agua de alimentación.

- La tubería de alimentación de agua dispondrá de dos válvulas de retención, una situada a la salida de la bomba y otra, muy cerca de la caldera pero separada de esta por una válvula de interrupción, estas dos últimas válvulas pueden estar sustituidas por una válvula mixta de interrupción y retención. Si la caldera incorpora un economizador, las válvulas irán montadas a la entrada del economizador.

c) Válvulas del circuito de vapor.

El circuito de vapor dispondrá de una válvula que pueda interceptar el paso de salida de vapor. Los recalentadores dispondrán, además, de una válvula de seccionamiento en la tubería de llegada de vapor.

d) Indicadores de nivel en calderas de nivel definido.

Toda caldera de las categorías A o B dispondrá de dos indicadores de nivel. Las calderas de categoría C podrán disponer de un solo indicador de nivel. Dichos indicadores dispondrán de las correspondientes llaves que permitan su incomunicación con la caldera y de un grifo de purga.

e) Dispositivos relativos al sistema de alimentación de agua.

Toda caldera dispondrá de, al menos, un sistema de alimentación de agua seguro, con excepción de las calderas que utilicen combustibles sólidos no pulverizados, que dispondrán de dos sistemas accionados por distintas fuente de energía. Para las calderas con nivel de agua definido en las que esté 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, el caudal de agua introducido estará regulado por una válvula automatizada y mandada por la acción del sistema controlador de nivel. En el caso de acción discontinua, el sistema detector de nivel actuará sobre la bomba de alimentación, parándola y/o poniéndola de nuevo en servicio según las necesidades.

- Cuando la alimentación de agua de una caldera proceda de la red de distribución de la localidad,..... deberá colocarse un manómetro en la tubería de



alimentación y una válvula de retención.

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

4.5. Calidad del agua de alimentación.

Para todas las calderas de vapor y de agua sobrecalentada se considera imprescindible adoptar un tratamiento de agua eficiente, según la norma UNE 9.075.

4.6. Requisitos de seguridad comunes a calderas y recalentadores.

- a) Tanto la caldera como su equipo de combustión y el cuadro de maniobra deberá disponer de conexiones a masa para reducir su potencial a cero.
- b) Las calderas y recalentadores que utilicen combustibles líquidos y gaseosos como elemento de aportación calorífica dispondrán de mirillas que permitan una buena visión de la llama.
- c) Todas las calderas automáticas y recalentadores dispondrán de un dispositivo adecuado para evitar que su sistema de aportación calorífica se ponga de nuevo en servicio tras cesar el fallo de corriente eléctrica que interrumpiera, en su caso, dicho servicio. En este caso será necesaria la acción manual.
- d) En ningún caso se adoptará la puesta en servicio de la caldera o el recalentador mediante un sistema de relojería.
- e) En ningún caso se superará el aporte calorífico máximo indicado por el fabricante de la caldera aparato.

4.7. Normas de seguridad y de funcionamiento para las calderas manuales.

- a) Quedan prohibidas las calderas manuales que utilicen combustibles gaseosos como sistema de aportación calorífica.
- b) Las calderas de vapor manuales cuyo sistema de aportación calorífica se base en combustibles líquidos, sólidos pulverizados o energía eléctrica -o también, sólidos no pulverizados alimentados mecánicamente- dispondrán de un mecanismo que cortará automáticamente la aportación calorífica y que accionará una alarma acústica en cuanto la presión sobrepase el valor correspondiente a la máxima de servicio o cuando en nivel de agua descienda al límite reglamentario. Evidentemente, si utilizan combustible sólido alimentado manualmente, bastará con la alarma acústica.
- c) Las calderas de agua caliente, agua sobrecalentada y fluido térmico, de funcionamiento manual, dispondrán de un dispositivo de corte de la aportación



calorífica y de una alarma acústica para asegurar las condiciones de temperatura y de nivel de líquido en el vaso de expansión.

d) Todas las calderas dispondrán además de un sistema de seccionamiento manual de la aportación calorífica, de acuerdo con las siguientes indicaciones:

Sistema de aportación calorífica	Sistema de seccionamiento
- Combustible líquido y sólido pulverizado.	Válvula de interrupción.
- Energía eléctrica.	Interruptor manual sobre corriente de maniobra del contactor de mando.
- Sólido no pulverizado:	
a) Introducción por mecanismo.	Interruptor manual sobre corriente de maniobra del contactor de mando del motor del mecanismo.
b) Introducción manual.	
- Intercambio calorífico:	
a) Calor aportado por gases.	<By-Pass> de accionamiento manual.
b) Calor aportado por líquidos.	Válvula de interrupción.

4.8. Normas de seguridad y mantenimiento de las calderas automáticas.

4.8.1. Calderas automáticas con vigilancia indirecta.

Estas calderas montarán en su circuito eléctrico, un dispositivo de paro automático que actúe sobre el sistema de calefacción si, tras un funcionamiento de dos horas, no se ha maniobrado el conmutador colocado en la sala de calderas. Se exceptúan de este requisito las calderas de vaporización instantánea.

Además, estas calderas incorporarán dispositivos para:

- El paro del sistema a aportación calorífica.
 - La regulación del sistema de aportación calorífica.
 - La seguridad de presión máxima del vapor o de la temperatura máxima del líquido.
 - La seguridad concerniente a la evacuación de humos.
 - La seguridad de llama.
 - La seguridad de aire de combustión para combustibles gaseosos.
 - La seguridad de encendido para quemadores con encendido automático.
 - La seguridad relativa a los combustibles.
 - Las seguridades por bajo nivel en calderas de vapor, de agua sobrecalentada y de agua caliente.
 - La seguridad por bajo nivel en calderas de fluido térmico.
 - La seguridad caudal para calderas de fluido térmico
- En el Cuadro adjunto puede verse un resumen de las contingencias



anómalas más frecuentes y de los sistemas de seguridad respectivos utilizados para detectarlas y/o corregirlas, incluyendo el número y forma de actuación de dichos dispositivos en las distintas calderas y aparatos.

1. CALDERAS AUTOMATICAS CON VIGILANCIA INDIRECTA.

CONTINGENCIA	S. Detección	Nº	Acción	Nº electro-Válvulas ^o	Alarmas	Calderas en que debe preverse
Falta de agua: Bajo nivel:	Nivostato	2	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas de vapor de nivel definido.
Alta temperatura de vapor.	Termostato Electrodos Termostato	2	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas de vapor sin nivel definido.
Alta presión fluido calorífico portante	Presostato	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas de vapor y de circulación forzada de fluido térmico.
			Apertura válvula de By-pass	1	Acústica	Calderas de recuperación de calor de gases
Alta temperatura fluido calorífico portante	Termostato	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica.	2	Acústica	Calderas de agua caliente, agua sobrecalentada u fluido térmico.
			Apertura válvula By-pass	1		Sobrecalentadores y recalentadores. Calderas de recuperación de calor de gases.
Bajo caudal del fluido calorífico portante	Caudalímetro o presostato diferencial	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica.	2		Calderas de circulación forzada de fluido térmico y de agua sobrecalentada. Sobrecalentadores y recalentadores.
Fallo de llama	Foto célula	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas combustibles líquidos o sólidos pulverizados y gas.
Fallo del aire de combustión.	Presostato	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas automáticas de gas.
Baja temperatura del combustible	Termostato	1	Impedir puesta en funcionamiento	2		Calderas combustibles líquidos (pesados)
Baja presión del combustible	Presostato	1	Impedir puesta en funcionamiento	2		Calderas combustibles líquidos (pesados) con potencia térmica superior a 3×10^6 kcal/h
Bajo nivel tanque de expansión	Nivostato	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica	2	Acústica	Calderas de agua sobrecalentada y fluido térmico.
Fallo de alimentación de corriente	Relé falta de tensión	1	Bloqueo del sistema de aportación calorífica. Automatismos accionados por fluido auxiliar. Deben cerrar aportación calorífica.	2		Todas las calderas.
Otcuración salida de humos.	Interruptor límite	1	Impedir puesta en funcionamiento	2		Todas las calderas.

(*) Requiere una sola electroválvula en quemadores de combustibles líquidos de potencia térmica inferior a 300 Témias.



7. TRASMISIÓN DE CALOR EN CALDERAS, CIRCULACION INTERIOR.

En las calderas, el calor puede obtenerse de varias fuentes:

1. De la combustión de combustibles (sólidos, líquidos o gaseosos).
2. De los fluidos calientes resultantes de un proceso químico o de un proceso industrial.
3. De la aplicación de la energía eléctrica.
4. Del uso de la energía nuclear.
5. Otras energías (energía solar, etc.).

Según sea la fuente de calor, la transmisión de este al líquido contenido en la caldera se realizará por radiación, convección, conducción o por una combinación de los tres sistemas.

En toda caldera hay que distinguir la superficie de calefacción directa y la indirecta.

La superficie de calefacción directa está formada por todas aquellas superficies que por un lado están en contacto, ya sea con la llama, con los productos de la combustión o de los fluidos calientes portadores de calor y, por otro lado con líquido o vapor contenido en la caldera.

La superficie de calefacción indirecta está formada por todas aquellas superficies de la caldera que estando en contacto con el líquido o vapor contenido en la caldera, no están en contacto por la otra cara con los fluidos calientes del sistema de aporte de calor.

Dentro de la superficie de calefacción directa hay que distinguir la superficie de radiación y la superficie de convección.

La superficie de radiación de una caldera es toda aquella superficie que está en contacto con la llama obtenida en la combustión del combustible utilizado o en contacto con los gases a elevada temperatura.

Teniendo en cuenta que el calor transmitido por radiación es directamente proporcional a la cuarta potencia de la diferencia de temperaturas entre la zona caliente (aporte de calor) y la zona fría (líquido o vapor contenido), el flujo de calor (cantidad de calor transmitida por unidad de superficie) es sumamente elevado, por lo que es necesario que el diseño de esta superficie sea cuidadoso para evitar las elevadas sollicitaciones térmicas a que se ve sometida, procurando además que por la parte del



agua esté totalmente limpia de residuos e incrustaciones para facilitar la transmisión de calor a agua y evitar que el acero alcance temperaturas superiores a las previstas en el diseño.

La superficie de convección de la caldera es toda la superficie de calefacción que está en contacto con los gases de la combustión o fluidos calientes de aporte de calor normalmente fuera del hogar.

El calor transmitido por convección sigue la fórmula siguiente:

$$Q = K \times S \times t_m$$

Siendo:

Q = Cantidad de calor transmitido.

K = Coeficiente global de transmisión de calor por convección.

S = Superficie de calefacción.

t_m = Temperatura media de la diferencia de temperatura entre la zona de aporte de calor y la zona de líquido o vapor contenido en la caldera.

Así pues, vemos que podemos incrementar el valor del calor cedido por:

- Aumento de la superficie de calefacción.
- Aumento de la diferencia de temperatura.
- Aumento del coeficiente K. Este coeficiente de valor totalmente empírico

depende de una serie de factores, pero el más importante es el de la velocidad del fluido caliente, de esta forma que al aumentar esta velocidad aumenta la cantidad de calor transmitida. Igualmente, este factor K disminuye cuando existen depósitos de hollín o incrustaciones en algunas de las dos caras de la superficie de calefacción.



1. PRIMERA PUESTA EN MARCHA: INSPECCION DEL GENERADOR POR EL LADO DEL FUEGO: INSPECCION DEL GENERADOR POR EL LADO DEL AGUA: INSPECCION DE LOS GRUPOS AUXILIARES: LLENADO Y COCCION.

Antes de llenar la caldera con agua en imperativo abrir las válvulas de venteo o aireación en los domos y tambores de la caldera, sobrecalentador, válvulas de drenaje del cabezal del sobrecalentador, economizador, así como las válvulas en alguna línea especial de recirculación, cuando exista.

Llenado:

Llenar la caldera con agua tratada adecuadamente hasta el nivel mínimo recomendable. Siempre que sea posible se llenará con agua a temperatura ambiente. Se comprueban los grifos de nivel para asegurarse de que todas las conexiones estén libres y limpias.

Se comprueba el manómetro de presión y su montaje, así como que todas sus válvulas están abiertas.

Si el conjunto de la caldera dispone de una gran cantidad de refractario debe secarse totalmente y de modo gradual lento y manteniendo el régimen de fuego bajo. El fuego debe de ser sólo el suficiente para mantener el agua a una temperatura apropiada y a un nivel normal.

Debe tenerse en cuenta que las calderas pirotubulares contienen una gran masa de agua y de hierro, ocurriendo además que las dilataciones no son libres ni independientes, en virtud de las cuales el calentamiento ha de ser lento. Las calderas acuotubulares contiene en proporción menor masa de agua y de hierro, ocurriendo además que las dilataciones son libres e independientes, por lo tanto puede obtenerse un calentamiento algo más rápido que en las fumitubulares.

En general, se seguirán siempre las instrucciones del fabricante.

Cocción:

Cuando una caldera nueva se va a poner en servicio por primera vez, se puede limpiar cociéndola con una solución detergente y alcalina para eliminar todas las sustancias extrañas, principalmente aceite y grasa de la superficie metálica de la caldera, paredes de agua, economizador y sobrecalentador. Si el sobrecalentador es del tipo no drenable, no debe intentarse la cocción del mismo. Durante las operaciones de cocción se recomienda la instalación temporal de indicadores de nivel de agua o bien limpiar los cristales del mismo después de la cocción.

Para realizar la cocción se seguirán las instrucciones del fabricante. Un



procedimiento corrientemente empleado consiste en lo siguiente:

- Llenar inicialmente la caldera hasta la mitad del cristal de nivel, preferiblemente con agua algo caliente. Disuelta completamente para 1.000 kg de agua contenidos en las partes a presión de la caldera, 2kg de cada uno de los i siguientes reactivos: carbonato sódico, fosfato trisódico, y sosa acústica, e introduzca 1 esta solución gradualmente en el agua, preferentemente a través del registro de 1 hombre situado en la parte superior. Añada un detergente sintético no espumante y estable, en una solución fuertemente alcalina. Cierre la caldera y encienda un fuego ligero, suficiente para tener una circulación positiva en todas las partes de la caldera. Continúe la cocción durante un par de días y después purgue totalmente la caldera.

Otras recomendaciones en relación con la primera puesta en marcha son las siguientes:

- Comprobar el nivel de agua, purgando el indicador de nivel.
- Comprobar que sale suficiente vapor por las válvulas de aire acción por un periodo suficiente para asegurar la expulsión de todo el aire.
- Comprobar los movimientos por dilatación, observando la sujeción y montaje.

En general las operaciones descritas han de ser realizadas por empresas especializadas o por el propio fabricante, tanto por su complicación como por el peligro que se corre de producir grandes corrosiones.

2. PUESTA EN SERVICIO: PROCESO DE ENCENDIDO DEL QUEMADOR. CESI DE VAPOR: PURGAS DE LODOS. ESPUMAS, NIVELES. VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y MANOMETROS.

A la hora de operar el quemador se tendrá siempre en cuenta las instrucciones del fabricante respectivo. Es conveniente que el operador de los sistemas de control completamente automático estudie las funciones manuales de los mismos para aplicarlas en el caso necesario. En general, es conveniente observar las siguientes reglas.

Cesión de vapor.-

Cuando se eleve la presión desde la condición de frío, abrir lenta y ligeramente la válvula principal de vapor para prevenir esfuerzos de expansión considerables.

Manómetros. -

Verificar frecuentemente los manómetros de la caldera y sobre todo siempre que existan problemas de tratamiento químico, espumas, arrastres y otros problemas, que puedan obstruir las conexiones entre manómetro y la tubería. Se considera probado cuando es comprobado por un manómetro patrón.



Niveles de agua.-

Deben purgarse con una periodicidad adecuada, mantenerlos limpios y ausentes de fugas.

Para purgar y probar un nivel se cierra primero el grifo de agua y se abre el de purga; en estas condiciones, si la comunicación de la cadera no está obturada, el vapor debe salir libremente por el tubo de purga.

Después de esto, se cierra primero el grifo de vapor y se abre el de agua; de esta manera se comprobará que está desobstruida la unión con la cámara de agua. Finalmente, al cerrar el grifo de purga y abrir el de vapor, deberá observarse que el nivel de agua alcance rápidamente su altura normal.

Las obstrucciones más frecuentes ocurren en la comunicación baja con la cámara de agua, en estos casos el nivel observado en el cristal será mayor que el real, debido a la condensación del vapor que penetra por el grifo de vapor.

Válvulas de seguridad.-

Deben mantenerse las válvulas libres y en condiciones de trabajo. Periódicamente debe comprobarse se funcionamiento a la presión normal de trabajo mediante la palanca elevadora.

Mantener abiertos los drenajes del cuerpo de la válvula y de las tuberías de descarga.

Equipo de purga.-

Antes de poner la caldera en servicio comprobar que las válvulas y grifos de purga se encuentran en posición y en buenas condiciones para su trabajo la abertura y cierre de las válvulas de purga y grifos se realiza lenta y cuidadosamente.

Observar el indicador de nivel de agua mientras se efectúa la purga y no efectuar nunca la purga en más de una caldera al mismo tiempo.

La cantidad y frecuencia de la purga dependerá de la calidad del agua en la caldera.

Espumas.-

El agua espumosa es una condición en la cual el nivel de agua de la caldera sube ficticiamente, la causa es el agua contaminada por un exceso de sólidos disueltos o una película de aceite en su superficie.

Deben realizarse, si se tiene, extracciones de superficie, si la espuma continua, reducir el régimen de fuego y continuar el régimen de purgas. Si no puede corregirse, poner la caldera fuera de servicio e inspeccionar la instalación.



RESUMEN DE CONDICIONES PARA PURGA.

CONDICIONES	ACCIÓN	OBSERVACIONES
Vaciado de la caldera.	usar extracción de fondo.	Caldera fría
Arrastre de agua y efecto espumoso.	Usar extracción de superficie.	Caldera produciendo vapor.
Eliminar lodos.	usar extracción de fondo.	Caldera produciendo vapor.
Exceso de productos químicos y salinidad.	Usar extracción de superficie si está produciendo vapor; usar extracción de fondo si la caldera está fría.	Subir el nivel de agua sobre el normal durante la extracción.
Alto nivel de agua.	Usar extracción de superficie.	Ninguna.
Contaminación de aceite.	Usar extracción de superficie.	Reducir la producción de vapor y limpiar lo antes posible.

3- PUESTA FUERA DE SERVICIO.

Bajar la presión de la caldera, cortando el suministro de combustible. Mientras la presión sea ligeramente superior a la atmosférica, abrir la válvula de aireación para evitar la formación de vacío y acumulaciones de condensados.

Vaciado.-

Cuando la temperatura del agua es apropiada (inferior a 90 °C) y el refractario ha enfriado, puede procederse al vaciado. Cuando ha vaciado, asegurar el cierre de las válvulas de purga.

Limpieza.-

Después de vaciado, abrir los registros y otras aberturas. Asegurarse de una ventilación sobre todo en calderas con quemadores de gas en los cuales además debe precintarse la conexión.

La acumulación de escorias y hollín deben estar frías. No inyectar agua por debajo de un depósito grande de hollín, por el riesgo existente de explosión.

Antes de limpiar, examinar sus condiciones en el interior para juzgar si se ha llevado un tratamiento adecuado.

Para el lavado interior puede utilizarse agua a presión. Si es necesario, usar herramientas de mano para retirar las incrustaciones. Es conveniente alcalinizar el agua



de lavado para contrarrestar los ácidos contenidos en los residuos.

4. CONSERVACION EN PARO PROLONGADO: LADO FUEGO: LADO AGUA. CONSERVACION HUMEDA Y SECA.

Las calderas fuera de servicio, tras su posterior limpieza, deben ser tratadas cuidadosamente y frecuentemente inspeccionadas, a fin de evitar corrosiones.

- La parte exterior deberá estar siempre limpia y seca.
- La parte interior por el lado de gases deberá estar limpia y seca. El hollín absorbe humedad y producirá importantes corrosiones. El registro del quemador deberá mantenerse cerrado y se tapaná la chimenea.
- La parte interior por el lado de agua, puede protegerse, realizando los siguientes métodos:

a) Protección húmeda.- Este procedimiento suele preferirse cuando las calderas van a estar fuera de servicio por un periodo corto. No debe utilizarse para recalentadores, ni tampoco para calderas instaladas en lugares donde puedan alcanzarse temperaturas de congelación.

La caldera se llena de agua con sosa cáustica y sulfito sódico, en proporciones de aproximadamente 500 p.p.m. de sosa y 200 p.p.m. de sulfito.

Esta mezcla hace le agua alcalina y libre de oxígeno. Calentar el agua sin llegar a la ebullición y llenarla completamente. Es conveniente colocar sobre la parte más alta de la caldera un recipiente de compensación para las variaciones de volumen del agua al fluctuar la temperatura.

b) Protección seca.- Este método es apropiado para calderas que se retiran de servicio por largo tiempo o si están instaladas en lugares que pueden estar sometidos a temperaturas de congelación.

Este método es mucho más seguro y eficaz que el anterior.

Se opera de la siguiente manera:

Con presión en la caldera de unos $5\text{kg}/\text{cm}^2$, se cierra la válvula general de vapor y se abre la válvula de ventilación y drenaje para vaciarla. Se mantiene el registro del quemador cerrado con objeto de mantener el calor del metal y el refractario que se empleará para secar completamente el interior de la caldera vacía. Se cerrarán todas las válvulas para evitar la entrada de aire. Para eliminar la humedad que pueda entrar, se colocarán bandejas con cloruro cálcico ó cal viva en la cámara de vapor, que se reemplazaran periódicamente.



5. CAUSAS QUE HACEN AUMENTAR O DISMINUIR LA PRESIÓN.

Los aumentos o disminuciones de presión que en las calderas se detectan, en general pueden deberse a algunas de las causas siguientes:

- La existencia de fugas en válvulas, tubos, juntas, etc., provocan una disminución de presión.
- Fallos en el aire de combustión, se traducen en presiones anómalas.
- Variaciones en la presión de combustible, influyen desfavorablemente sobre la presión de la caldera.
- Fallos mecánicos en las válvulas de seguridad, causan variaciones de la presión.

En cualquier caso, el operador tratará de determinar cual es la causa del fallo de presión y subsanarla si le es posible. En caso contrario deberá ponerse la caldera fuera de servicio hasta que ala anomalía esté reparada.

6. CAUSAS QUE HACEN DESCENDER BRUSCAMENTE EL NIVEL Y MEDIDAS A ADOPTAR SI EL AGUA DESAPARECE DEL INDICADOR DE NIVEL.

La regla más importante para una operación segura es mantener constantemente el nivel correcto de agua en la caldera.

Aunque la caldera disponga de alarmas automáticas y de reguladores de agua de alimentación, no deje de comparar, a intervalos frecuentes, las lecturas por los diferentes métodos disponibles para determinar el nivel de agua. Si alguna de las lecturas resultara diferente de las otras, éstas se considerarán dudosas hasta que la causa de la diferencia sea localizada y corregida.

El primer cuidado, al hacerse cargo del turno de una sala de calderas, es asegurarse que las tuberías, accesorios y válvulas situados entre la caldera y los indicadores de nivel, se encuentran libres y abiertas.

- Las fugas de vapor o de agua en la columna de agua o en sus conexiones, provocarán que la columna muestre un nivel falso.
- Las causas del descenso de nivel radican en las condiciones de operación.

Muy brevemente, puede decirse que cuando el indicador de nivel presenta un brusco descenso del mismo se puede deber, o bien a que el agua de alimentación no llega con el caudal adecuado (por fallo de la bomba de alimentación, o fallos en las válvulas, o exceso de depósitos en las conexiones, etc.), o bien a que se ha estropeado el



indicador de nivel (rotura, fugas, etc.). Salvo que considere necesario parar la caldera de inmediato, revise cuidadosamente toda la línea de alimentación incluidos equipos de bombeo, dispositivos de paso e interrupción, accesorios, etc.

7. COMUNICACION O INCOMUNICACION DE UNA CALDERA CON OTRAS.

Al ir a comunicar una caldera con otras que formen una línea de vapor con un colector común, son necesarias ciertas precauciones para evitar que en la tubería de comunicación se produzcan golpes de ariete y gradientes de temperatura excesiva. El riesgo

de golpe de ariete se elimina drenando y calentando adecuadamente dicha tubería. Cuando en la tubería se ha alcanzado la temperatura y la presión de la línea de vapor ya se puede abrir la válvula de vapor lentamente hasta un 25% aproximadamente de su abertura, hasta que la caldera comience a suministrar vapor, momento en el que se procede a su abertura total.

Para la incomunicación, en general, basta con invertir la secuencia del proceso de comunicación.

8. MANTENIMIENTO DE CALDERAS: JUNTAS. ENGRASES. ETC.: REVISIONES Y LIMPIEZAS PERIODICAS.

Para el mantenimiento rutinario de las calderas, lo más recomendable es seguir al pie de la letra las instrucciones del fabricante al respecto. Téngase presente que, según el Artículo 27 de la I.T.C. " Calderas... ", el fabricante está obligado a entregar al usuario de la caldera un cuaderno de instrucciones concernientes, entre otros puntos, a los " Trabajos de entretenimiento y frecuencia de los mismos ". En dicho cuaderno figurarán los trabajos relativos a conservación de juntas, periodicidad de engrases, limpiezas, etc.

En los intervalos comprendidos entre las inspecciones anuales previstas por la legislación vigente, es conveniente que el personal del propio usuario revise, periódicamente, el funcionamiento y condiciones en que se encuentra la caldera, informando de cualquier defecto serio, condiciones dudosas y sucesos anormales que detecte. Si se detecta algún defecto en las partes a presión que requiera reparación por procedimientos contemplados en el Código de Fabricación (soldadura, etc.), sería conveniente que se realice previamente una inspección autorizada para autorizar la reparación que, normalmente, debería realizar el propio fabricante de la caldera. Después de una reparación importante aprobada oficialmente se deberá realizar una prueba hidrostática.



Entre las partes a revisar pueden incluirse las siguientes:

- Fugas en tuberías, válvulas, chimenea, etc.
- Válvulas de seguridad y sus conexiones.
- Corrosiones en el exterior.
- Accesorios: indicadores de nivel, grifos, alarmas, válvulas de purga, etc.
- Sopladores de hollín: comprobar que no halla erosión en los tubos de caldera donde descargan dichos sopladores.
- En caldera pirotubulares, examen de tubos, placas tubulares.

Seguidamente se incida un plan de revisiones que de forma periódica debe realizar el personal encargado de la conducción de una caldera.

a) Diariamente:

- Purgar la caldera (cada cuatro horas).
- Purgar botellines y niveles (cada cuatro horas).
- Limpiar boquillas del quemador.
- Purgar el manómetro.

b) Semanalmente:

- Hacer funcionar el segundo sistema de alimentación (si existe) a fin de evitar que se agarrote.
- Levantar manualmente las válvulas de seguridad.
- Limpiar filtros de agua y combustibles líquidos y gaseosos.
- Limpiar sistema encendido quemador.

9. REVISION DE AVERIAS.

Las averías más frecuentes radican en los diferentes puntos:

- Circuito eléctrico.
- Equipo de combustión.
- Alimentación de agua.

Calidad de agua.

Si la avería ha llevado a que la caldera sobrepasara sus condiciones de trabajo: presión elevada, bajo nivel de agua, deformaciones de algunas de sus partes a presión, calentamientos anormales, es recomendable dejar la caldera fuera de servicio, realizando una inspección a fondo, una vez la caldera fría, con el fin de calibrar los eventuales daños que hubieran podido ocurrir.

Presentamos seguidamente con el fin de sistematizar el modo de hallar una avería, las posibles causas que pueden producir algunas de las averías más frecuentes. En cualquier caso, debe tratarse con el fabricante de la caldera la entrega de una lista similar apropiada para la caldera en cuestión.



- Si el quemador no arranca, comprobar:
 1. Presostatos control de caldera, no establecen contacto.
 2. Control de nivel de agua.
 3. Dispositivo de seguridad (abierto).
 4. No hay tensión eléctrica. Fusibles.
 5. Control de combustión (célula) no está en posición de marcha o está averiada.
 6. Circulo de control abierto, conexiones flojas, cables eléctricos rotos.

- El quemador arranca pero se para debido a que el dispositivo de seguridad desconecta:
 1. Fuel-oíl frío.
 2. Ignición defectuosa. Electrodo sucio o chicle obstruido. Cortocircuito en el cable de alta tensión. El transformador no da corriente. Bomba de combustible defectuosa (quemadores rotativos).
 3. Fallo en la sonda fotoeléctrica.
 4. La válvula magnética de cierre no abre.
 5. Contactos del interruptor de entrada o fusibles defectuosos.
 6. Conexiones flojas.
 7. Control de falta de agua desconectado.
 8. Botón del dispositivo de seguridad en la caja control abierto.
 9. Presostato bloquea por exceso de presión o por avería.
 10. Programador defectuoso.

- Si el quemador no para:
 1. Presostatos graduados altos.
 2. Conexiones equivocadas o cortocircuitos a tierra.
 3. Contactos en los controles de nivel defectuosos. Cortocircuitos en la caja de controles.

- Si el fuego se extingue mientras funciona el quemador:
 1. No hay combustible en el depósito.
 2. Filtro sucio. Chicle sucio.
 3. Presión de combustible demasiado baja.
 4. Agua emulsionada en el aceite que perjudica la regulación de las válvulas (decantar el agua en los ataques y drenarla).
 5. Presión de aceite variable o nula.
 6. Polvo o partículas en suspensión en el aceite.
 7. Válvula magnética averiada o conexiones flojas.
 8. Focélula defectuosa o sucia.
- Si los fusibles se funden:
 1. Fusibles que no están bien colocados o son pequeños.
 2. Motor sobrecargado. Frenado o funciona al revés.
 3. Cortocircuito.
 4. Voltaje alto o demasiado bajo.
 5. Térmicos no apropiados.

- Combustión defectuosa:
 1. Fuego a pulsaciones o fluctuante. Mala regulación quemador de aire y fuel. Fuel-oíl demasiado caliente. Pasos de humos llenos de hollín. Agua en el aceite.

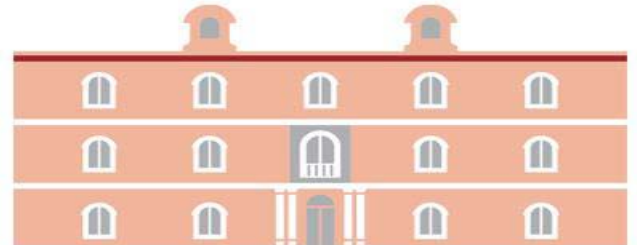


2. Carbonización. Mala regulación del quemador. Fuel demasiado caliente. Boquilla descentrada o carbonizada.

- Presión de aceite variable o nula:
 1. Depósito vacío.
 2. Filtros sucios.
 3. Manómetros defectuosos.
 4. Bomba defectuosa.
 5. Fugas en el tubo de aspiración u obstrucciones.
 6. Tubo de aireación del tanque obstruido.
 7. Muelle o asiento de la válvula de regulación de presión defectuosa.
 8. Válvula de retención defectuosa o sucia.
 9. Por la tapa de filtro entra aire.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Anexo IV

Bibliografía

Titulación: Ingeniería técnica industrial
Intensificación: Electrónica industrial
Alumno/a: Francisco José López Llorente
Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 10 de Julio del 2014



1. Bibliografía:

- **Compilador C CCS y simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC**
Eduardo García Breijo
Primera edición: Alfaomega Grupo Editor, México, junio de 2008.
- **Curso preparatorio para la obtención del carné de operador industrial de calderas**
Asistencia técnica industrial, S.A.E.
ATISAE
- Apuntes de la carrera ingeniería técnica industrial, especialidad electrónica industrial cursada en la Universidad Politécnica de Cartagena.

2. Programas informáticos utilizados:

- Orcad Family Release 9.2. Capture CIS.
- Orcad Family Release 9.2. Layout Plus.
- National Instruments LabVIEW 8.6.
- PROTEUS 7 Professional. ISIS 7 Professional.
- PIC C Compiler
- Diaw.exe 0.97.2.



3. Webs consultadas:

- <http://www.youtube.com/watch?v=NGbWzHMXDzQ>
- <http://www.attsu.com/es/documentacion/documentos-y-tablas-tecnicas>
- http://www.forosdeelectronica.com/f24/libreria-lcd-4x16-74549/#f24/libreria-lcd-4x16-74549/?s=2&_suid=13852313652050966985383351572
- http://www.macpi.it/en/scheda-prodotto.asp?id_macro=1&id_app=10&id_op=6&id_pro=144
- http://es.wikipedia.org/wiki/Plancha_de_ropa
- <http://neumatica-es.timmer-pneumatik.de/artikel/V1-Magnetventile/v1-magnetventile-1.html>
- http://www.oceanic-saunas.eu/es/oceanic-aablandador-de-agua.html#oceanic-aablandador-de-agua.html?s=2&_suid=138557196580509353487864430361
- <http://www.edasur.com/deposito-agua-potable.html>
- <http://www.tallereslosandes.com.ar/calderas-industriales-vapor.php>
- <http://www.franciscoaparicio.es/main.asp?familia=65&subfamilia=102&pagina=pdetall&pdetall=447>
- <http://www.forosdeelectronica.com/f27/calculo-resistencias-calefactoras-85289/>
- http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/2047839/Termometro-Electronico-con-Led.html#Termometro-Electronico-con-Led.html?s=2&_suid=138580713484108173418962843905
- http://www.x-robotics.com/sensores.htm#sensores.htm?s=2&_suid=1385807439992026633375902655304
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/hm4100-water-pressure-sensor-1000654622.html>
- http://www.veto.cl/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.pb



v.tpl&product_id=2429&category_id=209&option=com_virtuemart&Itemid=861
&lang=es#index.php?s=2&_suid=1385494291490015560621119350626

- http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-steam.html#types-of-steam.html?s=2&_suid=138681222431905481658272317146
- http://www.damiasolar.com/productos/bomba_solar/bomba-de-agua-de-superficie-shurflo-2088-443-12v_da1352_90
- <http://www.spiraxsarco.com/es/pdfs/SB/gab-22.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/PIC16F87X>
- http://www.controladores.net/tienda_fmas/catalog/catalog/default.php?abre=zona_rele.php&osCsid=d1cbcd8577097f52c125dc4e2daa0da3#default.php?s=2&_suid=138698761885009852394579368598
- http://es.farnell.com/finder/32-21-7-005-2300/relay-pcb-6a-spst-no-5v/dp/1947873#1947873/?s=2&_suid=138698900323904835790723742608
- <http://www.bricogeek.com/shop/260-rele-5v-spdt.html>
- <http://spanish.alibaba.com/goods/solenoid-valve-12v-water.html>
- http://www.gmbozone.com/Pantalla-L#/Pantalla-L/?s=2&_suid=138903573538401916368069872713