

# Proyecto de fin de carrera.



Inma Frutos Navarro  
Diseño de una tarjeta  
de control de un sistema  
de planchado industrial.

Ingeniería  
técnica industrial,  
especialidad  
electrónica  
Departamento de  
tecnología electrónica  
Director del  
proyecto: Pedro Díaz  
Hernández

11/10/2013



## **INDICE**

- I. Memoria justificativa.**
- II. Planos.**
- III. Pliego de condiciones.**
- IV. Presupuesto.**
- V. Anexo.**

# Memoria Justificativa

# Índice

1. Introducción.
2. Objetivos.
3. Normativas.
4. Descripción del sistema a automatizar.
5. Elementos del sistema.
6. Sensores.
7. Indicadores.
8. Tarjeta de control del sistema.
9. Funcionamiento del sistema.

## 1. Introducción

El presente proyecto de fin de carrera consiste en el diseño de una tarjeta de control de un sistema de planchado industrial, con el fin principal de automatizar todo el proceso, obteniendo un planchado más rápido y fácil.

Estos centros de planchado cuentan con un generador de vapor, que lo va produciendo de manera constante y que es conducido a la plancha, a través de un tubo adecuado al caudal de vapor necesario.

Aunque se nos ha pedido en el proyecto que la capacidad del depósito sea de 5 litros, la capacidad será de 6 litros, aumentándola 1 litro, para tener un margen de error por los posibles derrames de agua. La caldera pirotubular es calentada para su conversión a vapor, según la demanda producida por la persona que lo maneja.

La plancha tiene la posibilidad de regular la temperatura y el caudal de vapor, permitiendo elegir la temperatura y vapor necesario para cada tipo de tejido. La potencia eléctrica de la plancha es de 1600 KW.

## 2. Objetivos

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

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

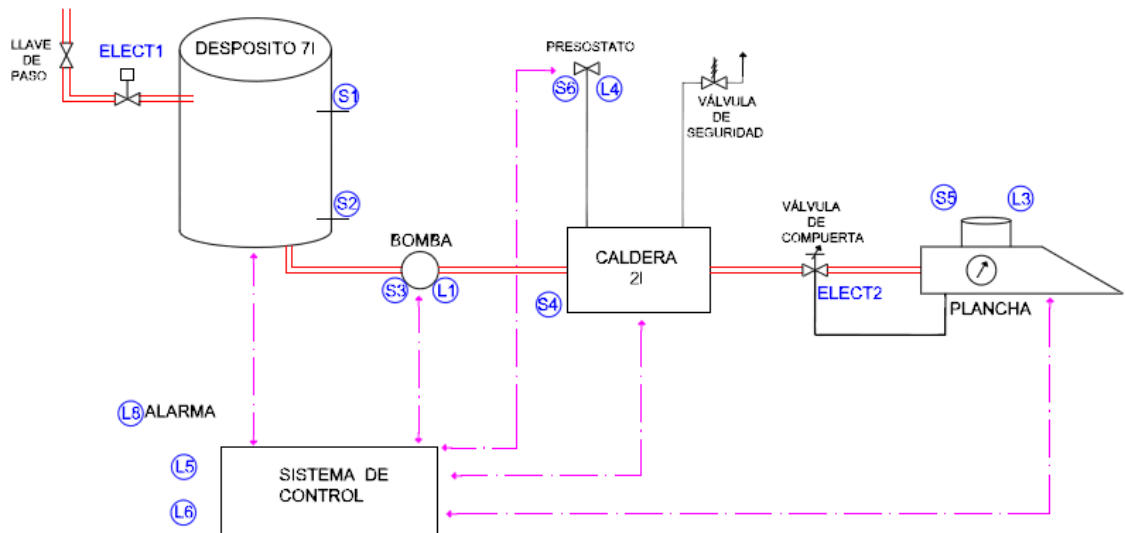
## 3. Normativa

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

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

## 4. Descripción del sistema a automatizar

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



Los elementos más importantes de nuestro sistema a automatizar son:

- Depósito de agua descalcificada de 6 litros.
- Bomba.
- Caldera de 2 litros.
- Centro de planchado industrial.
- Sistema de control.

Cada uno de estos elementos, tiene asociado unos indicadores (L) y unos sensores (S), los cuales tienen funciones diferentes:

- Elect1 → electroválvula, objetivo mantener el depósito siempre con agua. Si S2 se activa, la válvula se abre, y si se activa S1 la válvula se cierra.
- S1 → sensor de nivel del depósito, se activa cuando el depósito está lleno.
- S2 → sensor de nivel del depósito, se activa cuando el depósito está vacío.
- S3 → sensor de funcionamiento de la bomba, circulación de agua desde el depósito a la caldera.
- S4 → sensor de funcionamiento de la caldera.

- S5 → sensor de temperatura de la plancha.
- S6 → sensor de presión alcanzada en la caldera.
- L8 → indicador de luz y sonido de error.
- L1 → indicador de funcionamiento de la bomba.
- L2 → indicador de presión correcta.
- L3 → indicador de temperatura correcta.
- L5 → indicador de tensión en la caldera.
- L6 → indicador de tensión en la plancha.

## 5. Elementos del sistema.

El funcionamiento del sistema se entenderá explicando los distintos elementos que lo componen.

### 5.1 Depósito de agua.

El depósito tiene la capacidad máxima de 6 litros, así nos aseguramos de que pueda albergar la cantidad de agua necesaria que requiere el proyecto para que trabaje en condiciones óptimas y además tengamos un margen de volumen en caso de sobrepasar los 5 litros.

El depósito será de poliéster reforzado con fibra de vidrio, compuesto por una matriz de poliéster, que proporciona el carácter anticorrosivo, y un refuerzo de fibra de vidrio que recubre el interior. La ventaja principal de este depósito es el aislante térmico y eléctrico.

En el depósito tendremos dos sensores de nivel que nos indiquen el máximo y el mínimo de agua. También tendremos un tercer sensor de seguridad.

Nuestro depósito debe abarcar 6 litros, sabiendo que 1 litro es igual a 1000 cm<sup>3</sup>, tendremos 6000 cm<sup>3</sup> en el depósito.

Para calcular las dimensiones del depósito usaremos la fórmula del volumen para un cilindro.

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

Si utilizamos un depósito de radio 9 cm:

$$h = \frac{V}{\pi \times r^2} = 23.5 \approx 24 \text{ cm}$$



Colocaremos el depósito cerca de la caldera. Perforaremos por debajo del depósito, para colocar una tubería AISI INOX-304 de 1 1/2", la cual unirá el depósito con la caldera. En la parte superior también haremos otro pinchazo de 1" para colocar una tubería que vendrá del depósito del agua descalcificada de nuestra industria. Dicha tubería tendrá una válvula de paso y una electroválvula.

En la parte superior haremos otro pinchazo de 1", para la colocación de nuestro sensor de nivel.

## 5.2 Bomba de agua

La bomba de agua es la encargada de transportar el agua a la caldera desde el depósito, y su funcionamiento dependerá del nivel de agua que tengamos en el depósito y la necesaria en la caldera.

Para la selección de la bomba, la hemos calculado mediante el programa de PIPERFLOW, donde nos da el caudal y su curva característica. Para este proyecto utilizaremos una bomba de agua superficies PRISMA15 2M. Que posee las siguientes características:

Medidas, pesos y embalajes:

- Anchura: 43 cm.
- Altura: 16 cm.
- Profundidad: 19 cm.
- Peso bruto embalaje individual: 8,400 Kg

Características eléctricas:

- To translate: monofásico.
- Número de polos motor: 2
- Aislamiento eléctrico: Clase F
- Factor de servicio: S1
- Grado de protección: IP44
- Rearme: automático.
- Tipo de motor: asíncrono.
- Tipo de rotación del motor: velocidad constante.

Características constructivas:

- Número impulsores: 2
- Diámetro aspiración: 1"
- Diámetro impulsión: 1"
- Estanqueidad mediante cierre mecánico.
- Refrigeración del motor: ventilador.

- Bomba centrífuga multietapa.

Límites de utilización:

- Rango de presiones: 20-5
- Presión máxima de trabajo: 6
- Aspiración máxima (m): 2
- Nº de arranques máximos del motor (arranques/min): 0.5
- Temperatura del líquido (°C): Min: 4- Max: 35



### 5.3 Caldera.

En el presente proyecto, la caldera tendrá una presión para trabajar de 3,5 bares, controlada por un presostato. Si sobre pasa dicha presión, tenemos una válvula de seguridad de 6 bares de presión.

Al superar dicha presión, la válvula de seguridad expulsará al aire el exceso de presión que tengamos en la caldera. Así evitaremos rotura de los manguitos o una explosión de la caldera.

La caldera será de hierro de la serie MINOR 3000 Kg/H de gas natural. La máxima presión es de 5 bar, potencia térmica 2000 Kw y un rendimiento del 90%.

Para controlar la presión que tiene la caldera en su interior, colocaremos un sensor de presión, forzando a que la presión este dentro del margen de valores correctos, para su funcionamiento.

## **5.4 Válvula de seguridad.**

La válvula de seguridad es la encargada de expulsar el exceso de presión en el interior de la caldera. La presión nominal de la válvula deberá ser superior al 110% de la presión máxima, que es la que alcanzara en el interior de la caldera.

Su colocación está obligada por la legislación para todos aquellos sistemas sometidos a presión y a variaciones de temperatura.

La válvula que hemos escogido es la CALEFFI P/N 309460 válvula de seguridad temperatura y presión -1/2" 6 BAR.

Cabe destacar que la temperatura de calibración: 90°C. Potencia de descarga: 1/2" - 3/4" x Ø 15: 10 Kw 3/4" x Ø 22: 25 Kw Calibraciones: 3, 4, 6, 7 o 10 bar. Certificadas según norma EN 1490 calibraciones: 4, 7 o 10 bar.

Medidas: 1/2" M DIAM 15 6 BAR Válvula de seguridad combinada de temperatura y presión. Para instalaciones hidrosanitarias, como protección del acumulador de agua caliente.

## **5.5 Electroválvula.**

Una electroválvula está diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conductor, que puede ser una tubería, como en nuestro caso.

En nuestro presente proyecto, tenemos dos electroválvulas, Elec1 la encargada de dejar pasar agua al depósito y Elec2 la encargada de dejar pasar vapor a la plancha. Y las dos se activan desde la tarjeta de control.

Para nuestro caso, elegimos una electroválvula proporcional Serie AP, que son capaces de controlar flujos a partir de un mínimo de 25 l/min con tamaño de 16mm hasta un máximo de 13 l/min con tamaño de 22mm y el rango de diámetros nominales desde 0.8 mm hasta 2.4 mm.

## **5.6 Válvula de paso.**

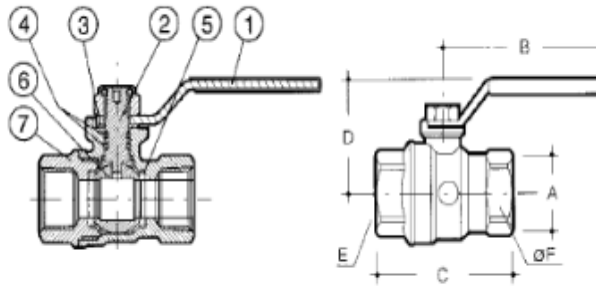
Son elementos encargados de interrumpir totalmente o parcialmente el paso de fluidos a través de un conducto. Hay diferentes tipos de válvulas de paso, como de asiento, de mariposa, de bola, temporizadas, de compuerta, etc.

En nuestro proyecto, usaremos una válvula de paso bola se basan en un elemento obturador formado por una bola de acero inoxidable, la cual posee un

orificio del mismo diámetro que la tubería en la que se coloca, por tanto la pérdida de carga es mínima cuando están abiertas.

1. Palanca accionamiento.
2. Eje transmisión.
3. Arandela antifricción de P.T.F.E.
4. Doble anillo tórico de VITON.
5. Arandela de P.T.F.E.
6. Esfera CUBO.
7. Cuerpo.

### Dimensiones y Características Técnicas



Modelo	Diámetro o rosca nominal	Cotas mm					Unidade	
	E	A	B	C	D	F	KV	Caja de cartón
	1/4"	8	44	44	27	19	6,3	20
	3/8"	10	77	49	33	21	6,7	10
	1/2"	15	77	56	36	26	12,7	10
	3/4"	20	94	63	47	32	24,6	10
	1"	25	94	76	51	41	48,5	10
	1 1/4"	32	94	86	56	50	98	10
	1 1/2"	40	136	97	69	55	140	4
	2"	50	136	111	77	70	211	4
	2 1/2"	63,5	187	153	111	81,8	657	2
	3"	76,2	187	173	120	95,8	998	2
	4"	101,6	257	216	153	121,8	2012	2

\* Con obturador esférico

## 5.7 Elemento de Planchado.

La plancha que hemos elegido para nuestro proyecto es una DRAGON FLY DSFP-800, que estará constituida por un regulador de temperatura según tipo de tejido. Posee la aprobación de seguridad: CE, GS y ETL.

Las especificaciones de esta plancha son :

- Un consumo de 1600W.
- Potencia de aplicación: 110-120V, 60 HZ.
- Peso: 14Kg.
- Medidas: 35.4X10.4X23.8
- Media de la placa: 32X10+
- 100 Kilos de carga de presión.

La suela de la plancha es la que está en contacto directamente con los tejidos, será de acero inoxidable, que no es tan resistente al rayado, como una suela de cerámica.

## 5.8 Tuberías del sistema.

Las tuberías son conductos que tienen la función de transportar agua u otros fluidos. Dichas tuberías suelen ser de materiales diversos, dependiendo del uso.

En este proyecto, vamos a usar de tubería de polietileno de alta densidad DN40(1 ¼"), que unirá una marquesina con agua descalcificada con nuestro depósito.

Las características de las tuberías de polietileno son:

- Son semi-rígidos.
- Alta resistencia al agrietamiento.
- Buena resistencia a la propagación rápida de la fisura.

También usaremos una tubería de acero inoxidable, AISI INOX-304 de 1 ½" con un espesor de 3mm, la cual unirá el depósito con la caldera.

Sus características son:

- Conductividad térmica: 0.35 calorías/cm.seg.°C
- Permeabilidad magnética: 1.02

Para unir la caldera con nuestro centro de planchado usaremos tubería de acero al carbono de 1 ½" con un espesor 3.68mm.

Las características son:

- Capaces de soportar una presión interna de 16bar
- Resistencia a la tracción: 320 a 520 MPA
- Elongación a mínimo 20%

## 6. Sensores.

### 6.1 De nivel.

Son los encargados de controlar el nivel máximo y mínimo de agua que tendremos en nuestro depósito. Para nuestro proyecto, vamos a utilizar un sensor de nivel KSL88PP.

Cabe destacar que la temperatura de trabajo es de  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$ , la corriente máxima de trabajo es de 500mA, potencia eléctrica de 10W y la tensión de trabajo en continua es de 200V.

### 6.2 De temperatura.

Son los encargados de controlar la temperatura que tendremos en nuestro elemento de planchado. Para el proyecto, hemos elegido un sensor de temperatura PT100.

Estos sensores rígidos tienen una vaina de acero inoxidable y un casquillo sellado como transición. El elemento sensor Pt100 tiene una longitud de 10mm y está situado en el extremo de la vaina. Se recomienda una profundidad mínima de inmersión de 50mm. La temperatura máxima es de  $350^{\circ}\text{C}$ . Con 2 metros de cable a 3 hilos aislado con PFA

### 6.3 De presión.

Son los encargados de comprobar la presión que posee la caldera en su interior. Para el presente proyecto, vamos a utilizar sensor industrial de presión de la serie IP de Honeywell.

La serie del IP de Honeywell es una nueva plataforma de los sensores de fines generales de la presión diseñados para ofrecer las medidas repetibles, confiables, y exactas en un cierto plazo de la presión.

Las configuraciones para el voltaje y las medidas actuales son completamente temperatura compensada y calibrado para la presión se extiende a partir de 0.5 barras a 700 barras y de 5 PSI a 10K PSI.

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

## 7. Indicadores.

### 7.1 De luz.

En nuestro presente proyecto, utilizaremos diodos LED estándar de 10mm para indicar los diferentes estados del sistema. La tensión será de 2-2.5 V, la corriente que soportará será de 20 mA y la potencia disipada máxima es de 100 mW. Colocaremos LED de color rojo para los indicadores L1, L2 y L3, LED de color verde para L5 y LED de color azul para L6.

### 7.2 De luz y sonido.

Este indicador consiste en un elemento, que se activara cuando nuestro sistema posea algún error en cualquier elemento. Colocaremos un difusor de alarma sonora reforzada con avisador luminoso de flash, de la marca STAHL. Cuyas características son:

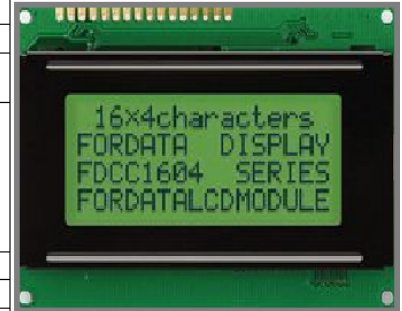
- Máxima salida de sonido de 105 dB
- 8 matrices de luz intermitente.
- Las fijaciones de acero inoxidable.
- 32 tonos seleccionables por el cumplimiento de las regulaciones internacionales.
- Selección del sonido a través del interruptor DIL.
- Ignífuga Caja de ABS.



### 7.3 Pantalla LCD.

Para nuestro proyecto, usaremos una pantalla LDC de 16X4 con retroiluminación de fosforo verde, cuyas medidas externas serán de 87X60mm. En este LCD la potencia es única y de 5V.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit	Note
---- Electronic Characteristics ----							
Logic Circuit Supply Voltage	VDD-VSS	--	2.7	--	5.5	V	
LCD Driving Voltage	VDD-VO	-20 °C	4.75	5.0	5.25	V	0 ~ 50 °C for Normal Temp. type -20 ~ 70 °C for Extended Temp. type
		0 °C	4.75	5.0	5.25		
		25 °C	4.75	5.0	5.25		
		50 °C	4.75	5.0	5.25		
		70 °C	4.75	5.0	5.25		
Input Voltage	VIH	--	0.7 VDD	--	VDD	V	
	VIL	--	VSS	--	0.3 VDD	V	
Logic Supply Current	IDD	VDD = 5V	--	1.2	1.7	mA	
---- Optical Characteristics ----							
Contrast	CR	25°C	--	5	--		Note 1
Rise Time	tr	25°C	--	200	300	ms	Note 2
Fall Time	tf	25°C	--	200	300	ms	
Viewing Angle Range	$\theta f$	25°C & CR≥2	--	40	--	Deg.	Note 3
	$\theta b$		--	35	--		
	$\theta l$		--	35	--		
	$\theta r$		--	35	--		
Frame Frequency	fF	25°C	--	64	--	Hz	
---- LED Back-light Characteristics ----							
Forward Voltage	VF	--	--	4.05	4.3	V	Supply Voltage between A&K
Forward Current	IF	VF=4.05V	--	220	--	mA	
LCM Luminous intensity		VF=4.05V	--	30	--	cd/m <sup>2</sup>	



## 8. Tarjeta de control del sistema.

Nuestro sistema constara de dos tarjetas de control:

La primera tarjeta de control tendrá las entradas y salidas de nuestro sistema, esto lo conseguiremos mediante relés de libre tensión. Donde le daremos la información a nuestro microcontrolador, mediante su respectivo programa ANEXO I.

El microcontrolador que vamos a usar es PIC18F4553, donde lo colocaremos en el centro de la placa.

Cabe mencionar que dentro de esta placa también tendremos el circuito de alimentación, el cual nos convertirá una señal de red en dos señales de tensión.

En la segunda placa colocaremos todos los elementos indicadores del sistema, tales como la pantalla LCD, donde podremos ver el estado de nuestro



sistema, y los respectivos diodos LED, los que nos avisaran de cualquier error del sistema y en qué punto de funcionamiento se encuentra nuestro sistema.

Este microcontrolador presenta una serie de características:

- 48 MHz CPU.
- 32 KB de flashROM.
- 256 bytes de EEPROM.
- 2 KB de RAM
- 35 E/S digitales.
- 13 Entradas analógicas.
- Convertidor A/D 12 bits
- Conector ICSP para conexión con grabador/depurador PICkit 2/3

## 9. Funcionamiento del sistema.

El funcionamiento es sencillo, consiste en suministrar vapor a una determinada presión a un centro de planchado.

Nuestro sistema consta de una válvula de paso, que siempre estará abierta solo se cerrara cuando tengamos que cortar el agua para hacer alguna reparación. Esa válvula dejara pasar agua hasta llegar a una electroválvula (elec1), que dejara pasar agua dependiendo de los sensores del depósito. A la salida del depósito tenemos una bomba antiretorno con una purga de lodos. La bomba impulsara el agua hacia la caldera. Mencionar que hemos colocado la bomba por si la fuerza de diferencia de altura entre el depósito y la caldera no era la suficiente.

La caldera se encargara de calentar el agua a la presión indicada por el PIC, e ira hacia el centro de planchado. Decir que entre la caldera y el centro tendremos otra electroválvula.

Y tras este proceso ya estaremos preparados para utilizar el centro de planchado.

### 9.1 Funcionamiento anómalo.

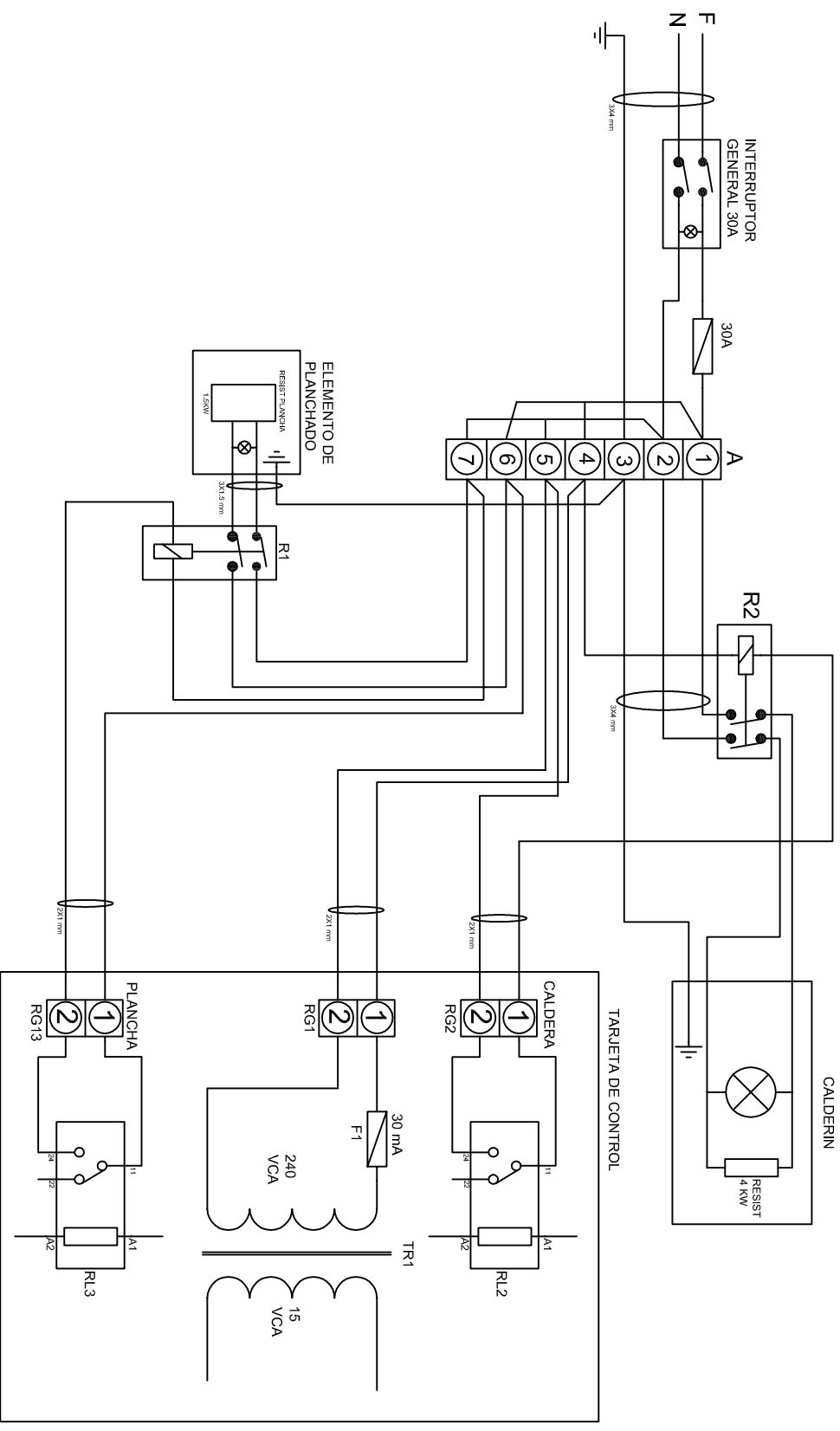
La colocación de distintos indicadores a través de todo el sistema nos permitirá detectar posibles fallos en el funcionamiento.

En caso de avería, nos saldrá un mensaje en nuestra pantalla LCD y la alarma acústica comenzara a sonar, para así el encargado del sistema sepa que ha había un error en el proceso.

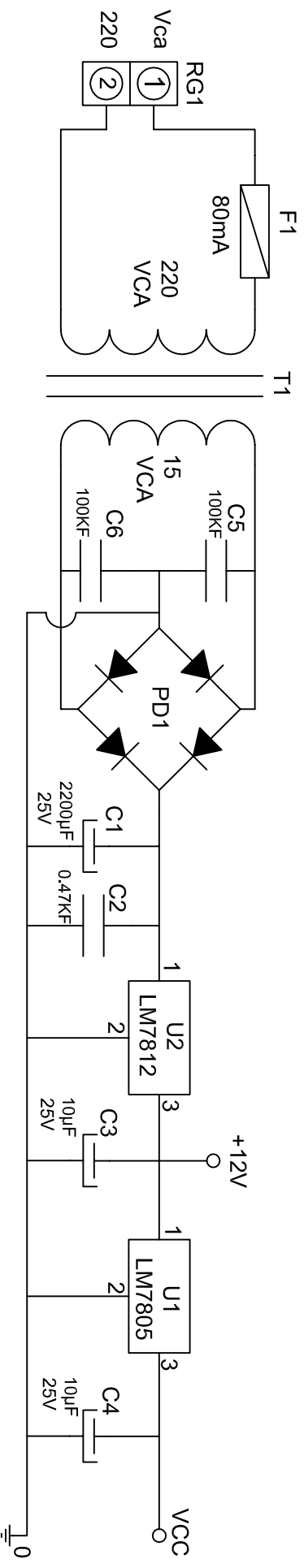
# Planos

# Índice

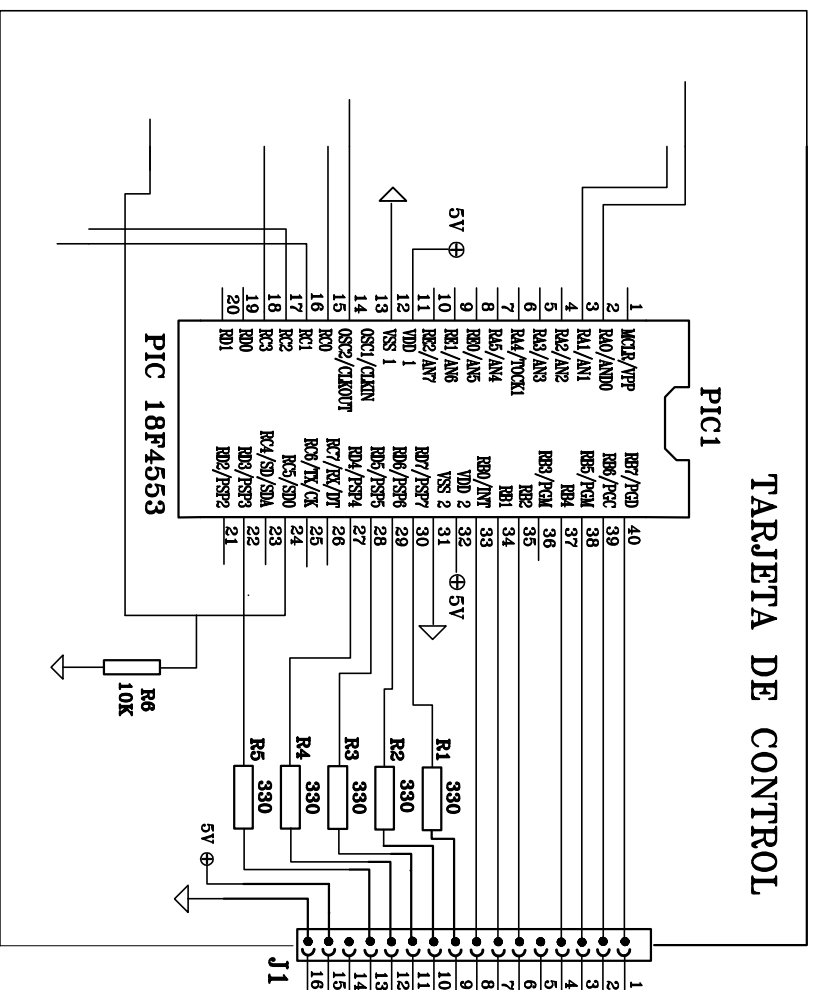
1. Conexión a 240 V.
2. Fuente de alimentación.
3. Conexión entre placas.
4. Control de la bomba.
5. Control de la presión de la caldera.
6. Esquemático de control
7. Tarjeta de control
8. Control de LCD



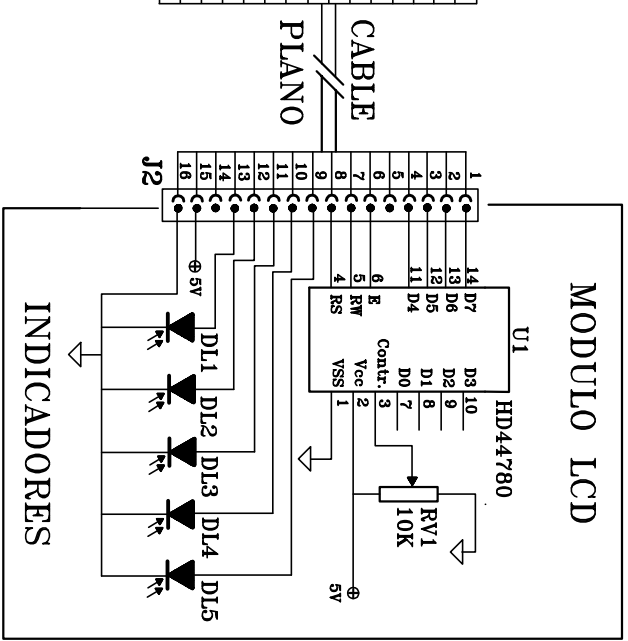
Nombre		Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	INMA FRUTOS	Fecha	20/08/13
Escuela	E.T.S.I.A		12/13
Escala:		Descripción:	
1:20		CONEXION A 240V	
		PFC	TECNOLOGIA ANALOGICA
		Nº Plano:	2º
		Curso:	3º
		Titulación: I. T. I. ELECTRONICA	



	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Inma Frutos	18/05/2013		
Escuela	E.T.S.I.A			
Escala:	Descripción:		Nº Plano: 3º	
1:30	Fuente de alimentación		Curso:	
			Titulación: I. T. I electrónica	



**TARJETA DE CONTROL**

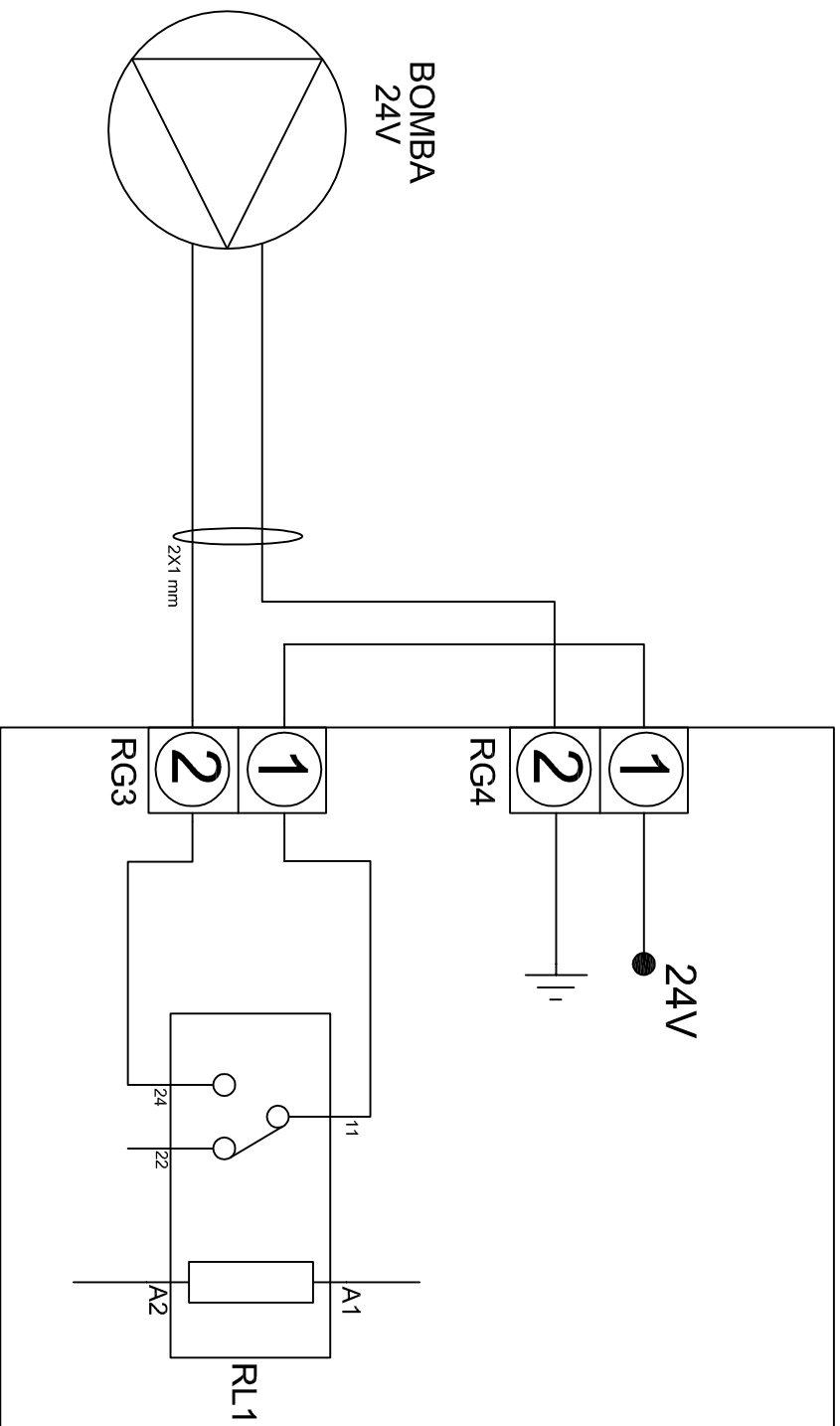


**INDICADORES**

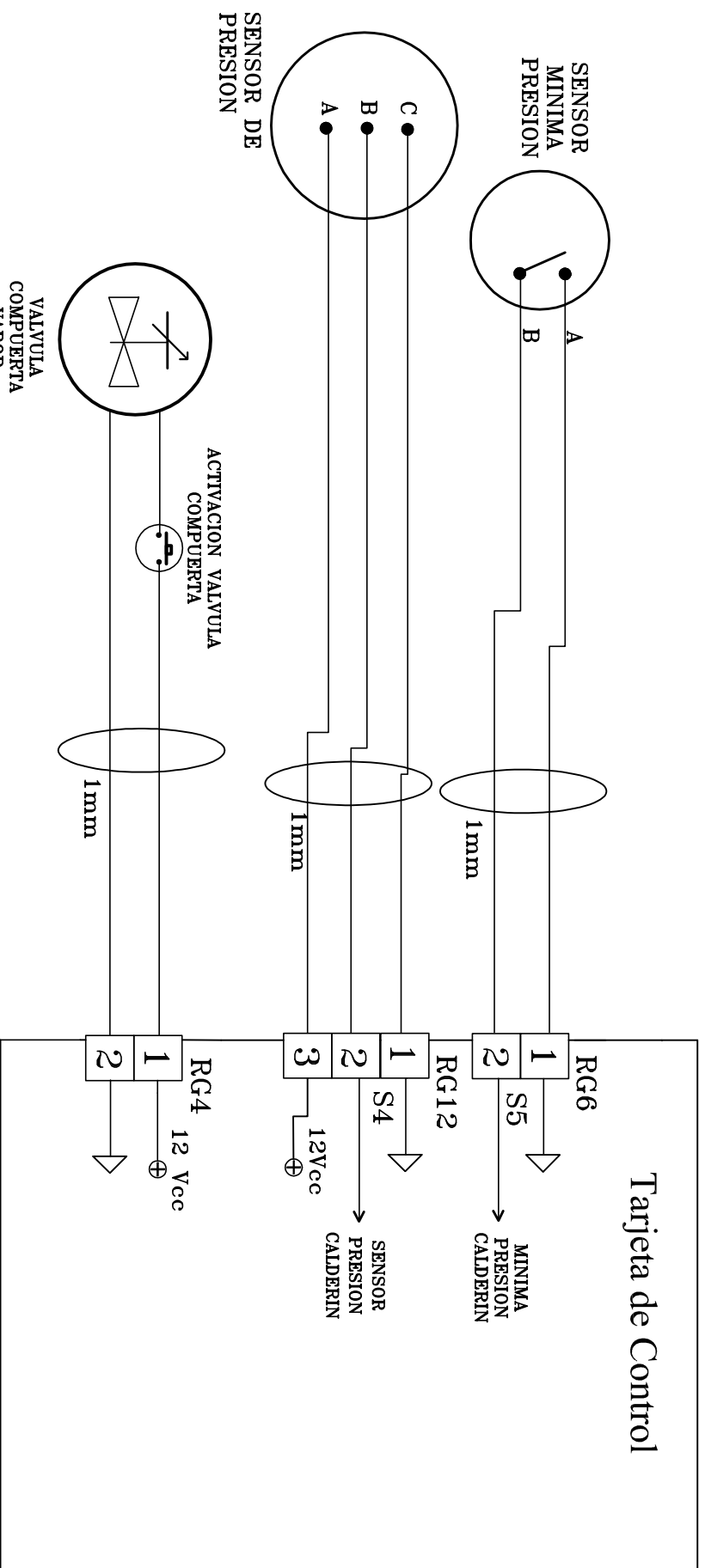
- DL1 - SISTEMA ACTIVADO
- DL2 - QUEMADOR
- DL3 - DEPOSITO VACIO
- DL4 - PRESION CALDERA OK.
- DL5 - PLANCHADO OK.

Nombre		Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Inma Frutos	Fecha	28/08/13
Escuela	E.T.S.I.A	PFC	Tecn.Electrónica
Escala:		Descripción:	
		conexión de placas	
Curso: 12/13		Nº Plano: 9	
Titulación: ITI. Electrónica			

# TARJETA DE CONTROL



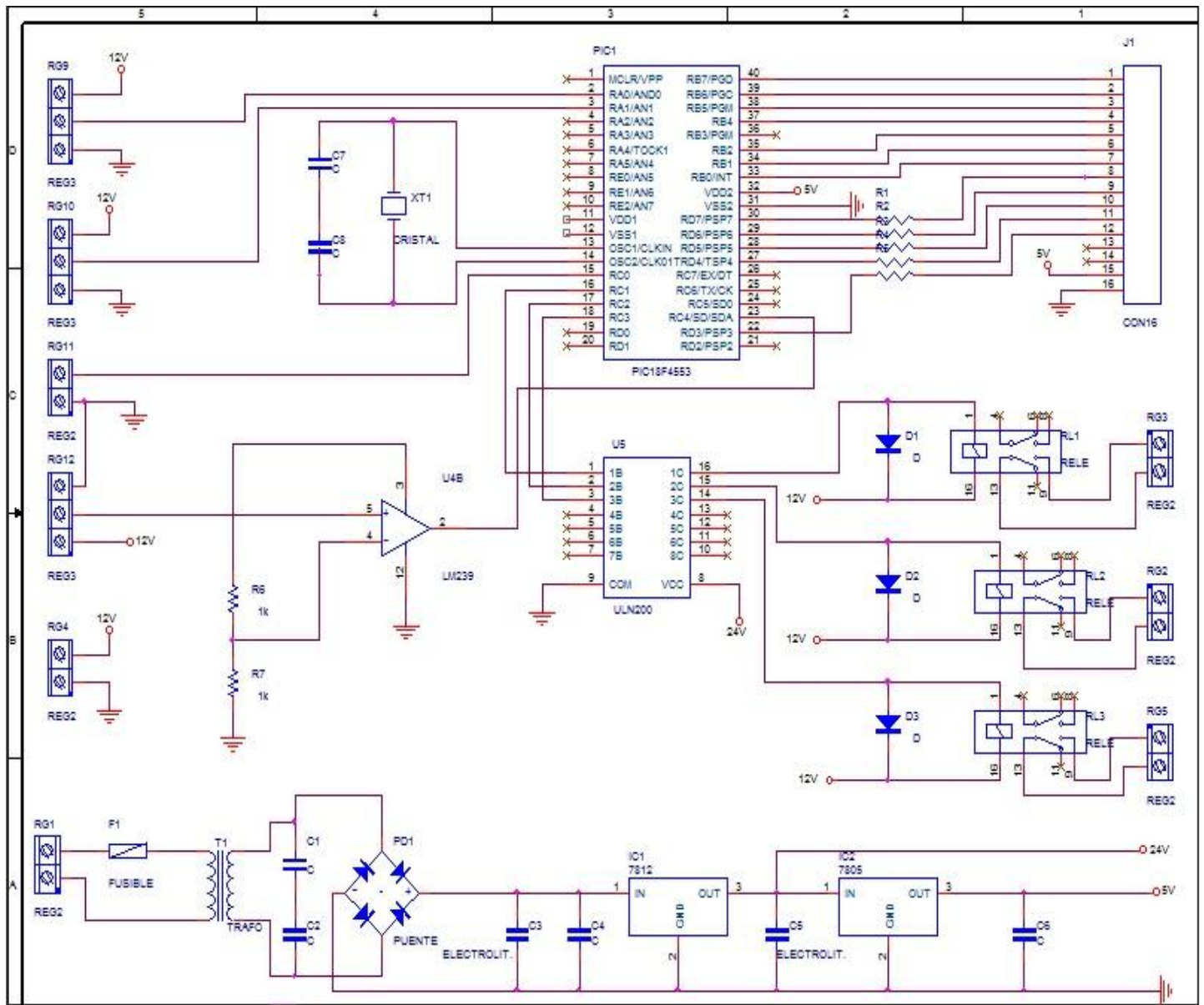
Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	25/08/13	PFC	
Escuela	12/13	Descripción: Conexión bomba a tarjeta	
Escala:		Nº Plano: 5º	
		Curso: 3º	
		Titulación: ITI.electronica	



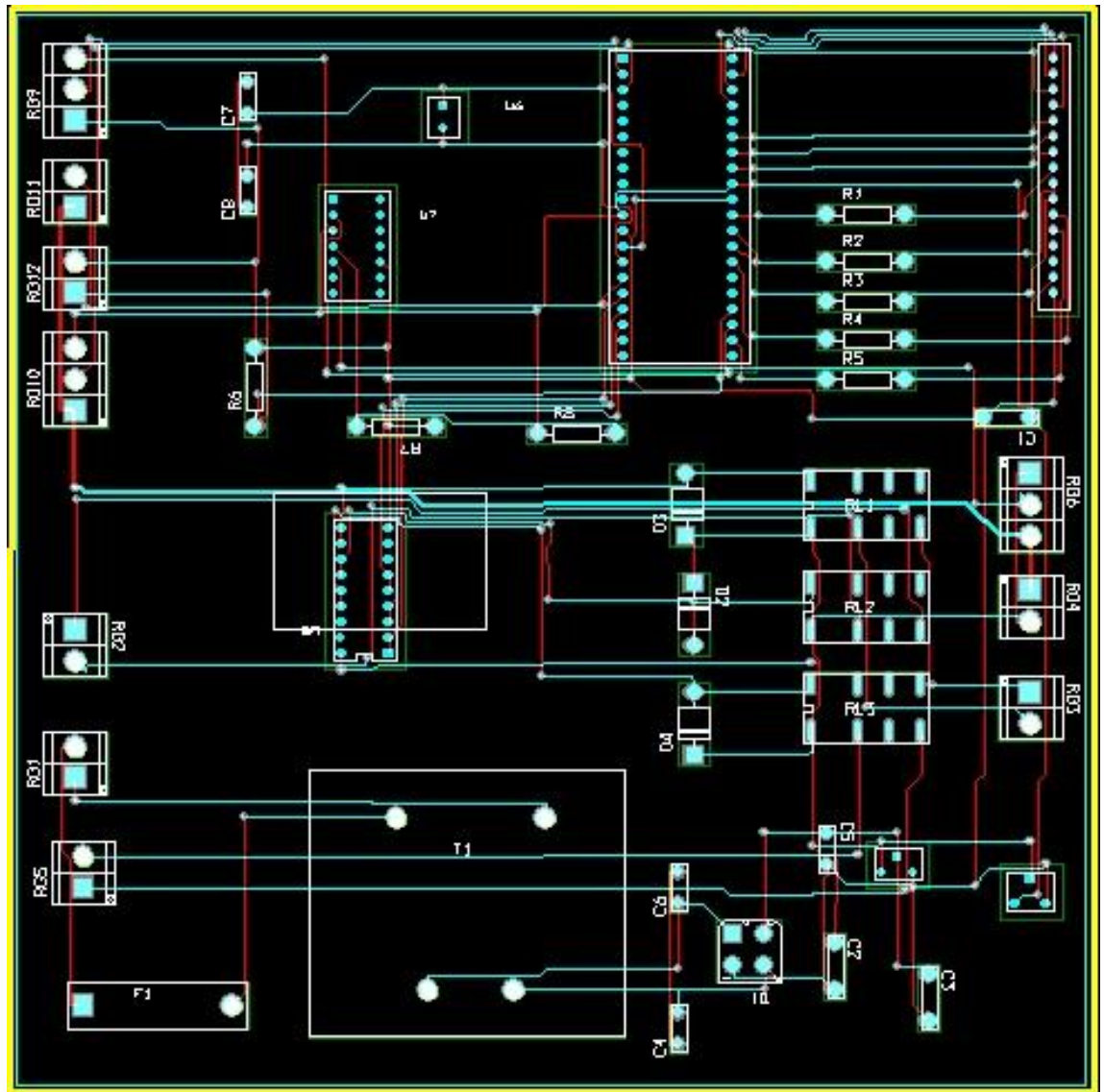
Nombre		Fecha		Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado Inma Frutos		29/08/13			
Escuela E.T.S.I.A		12/13		PFC	
Escala:		Descripción:		Techn.Electrónica	
		Control presión en caldera		Nº 7º	
				Cursoº	
				Titulaciónº Electrónica	



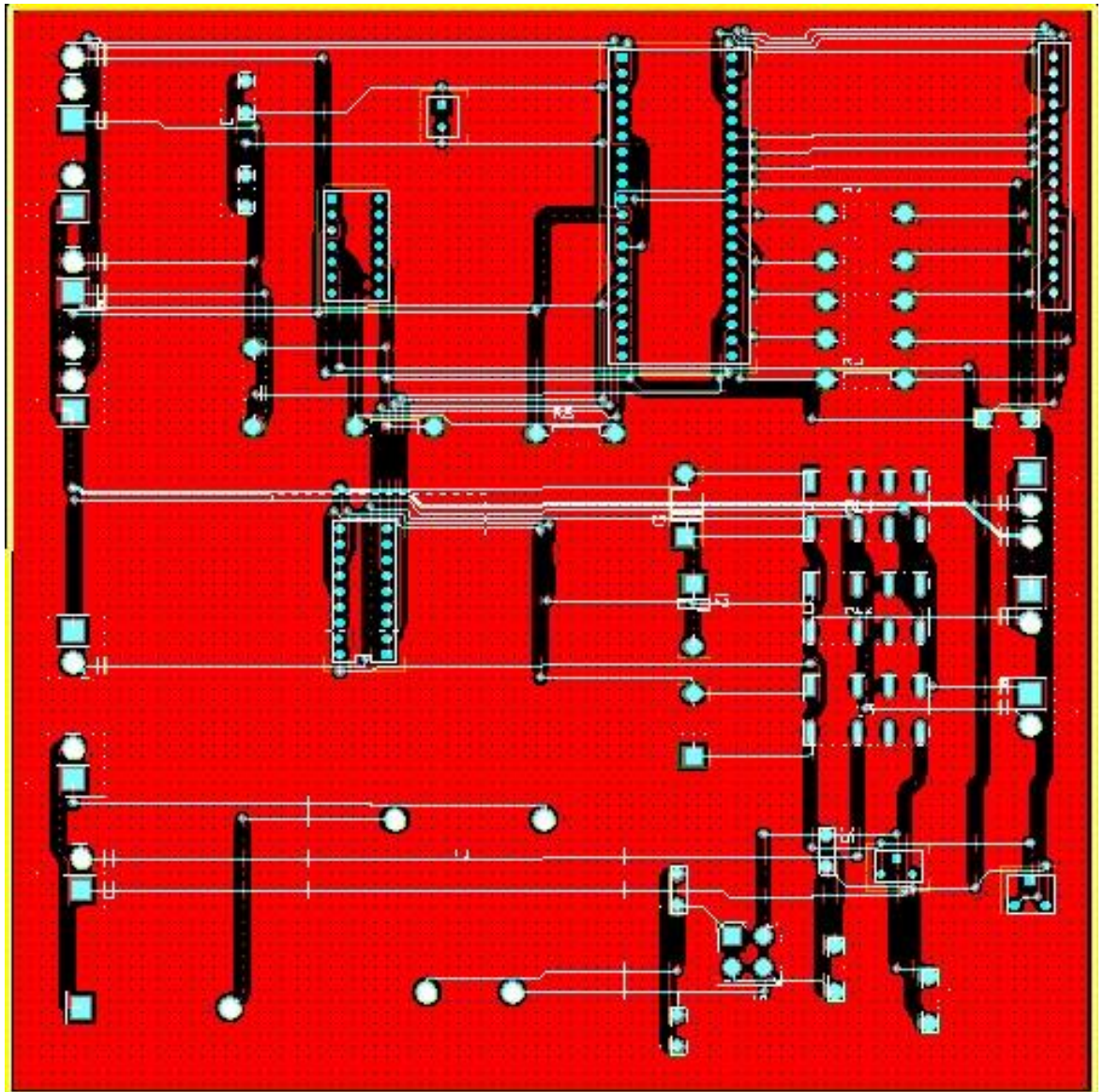
## 6. Esquemático de control.



## 7. Tarjeta de control.

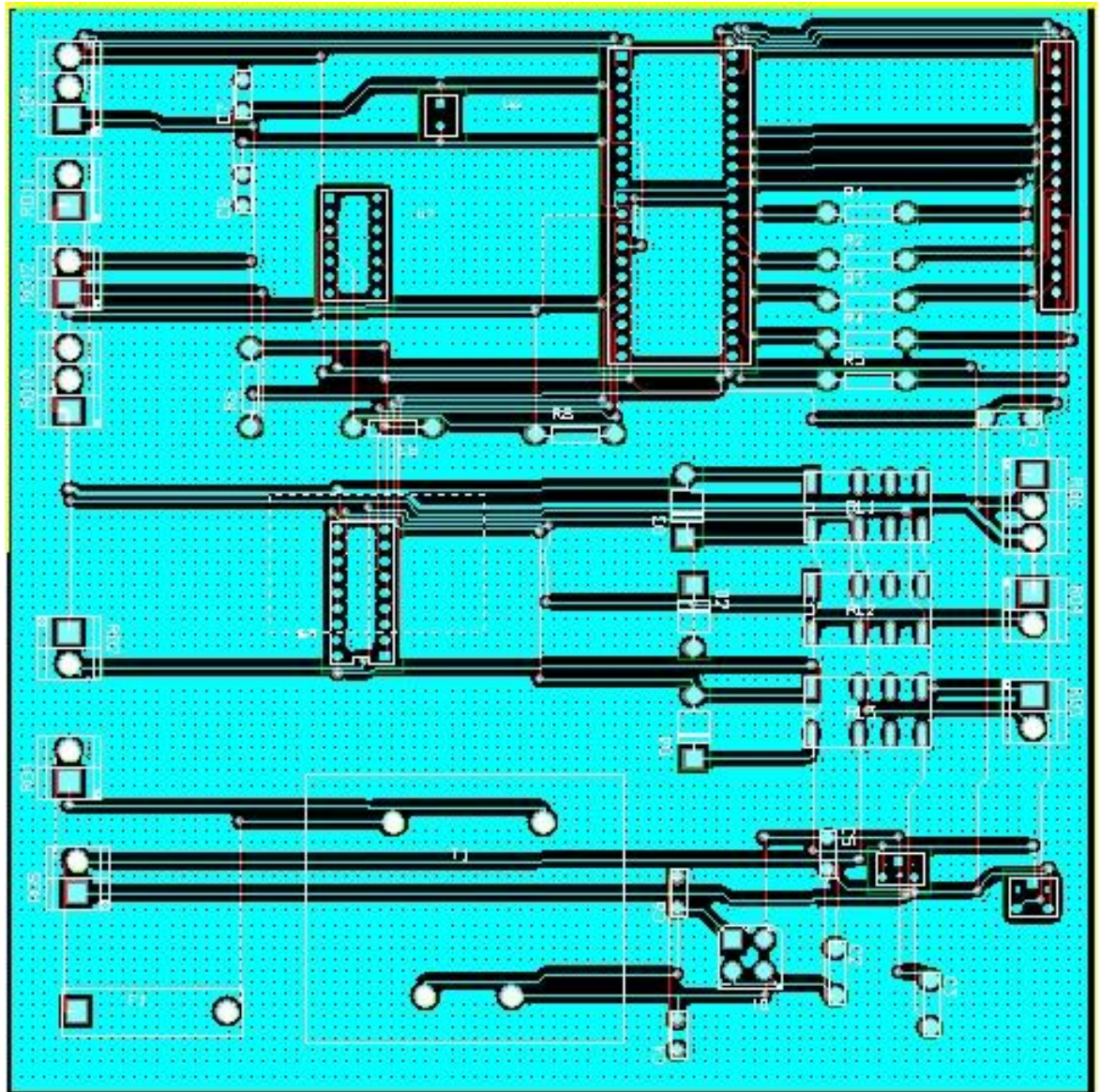


❖ Tarjeta de control, capa BOTTOM

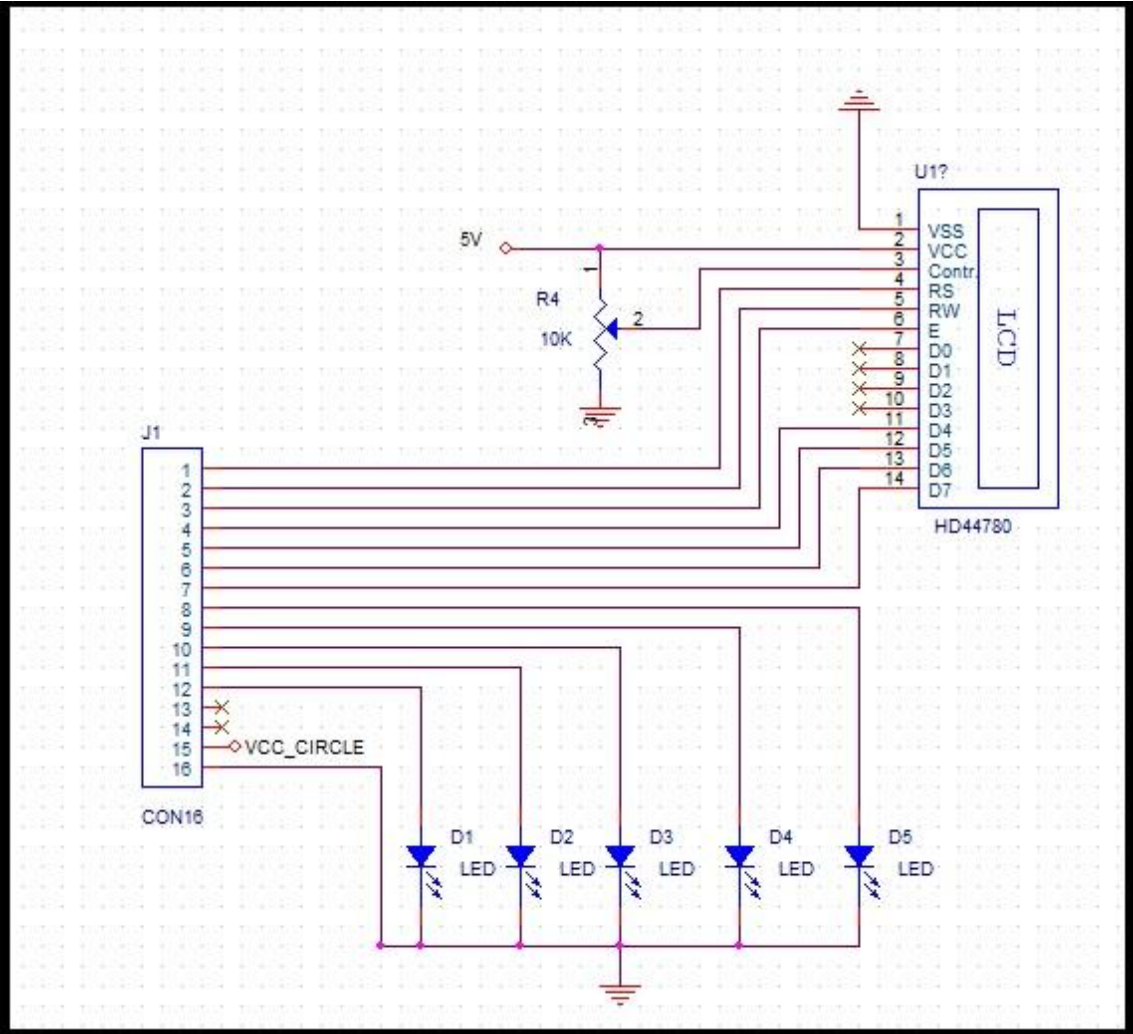


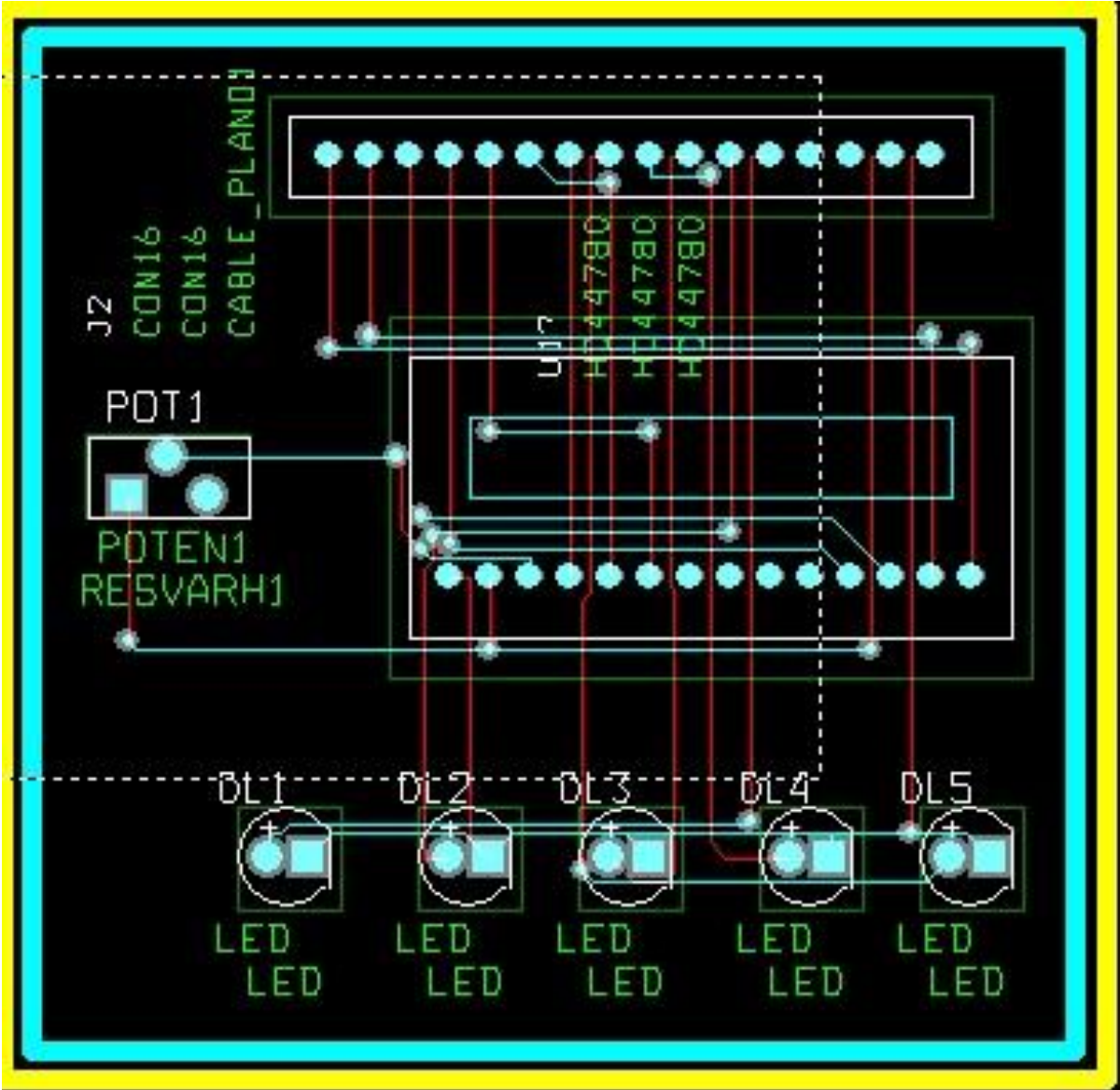


❖ Tarjeta de control, capa TOP



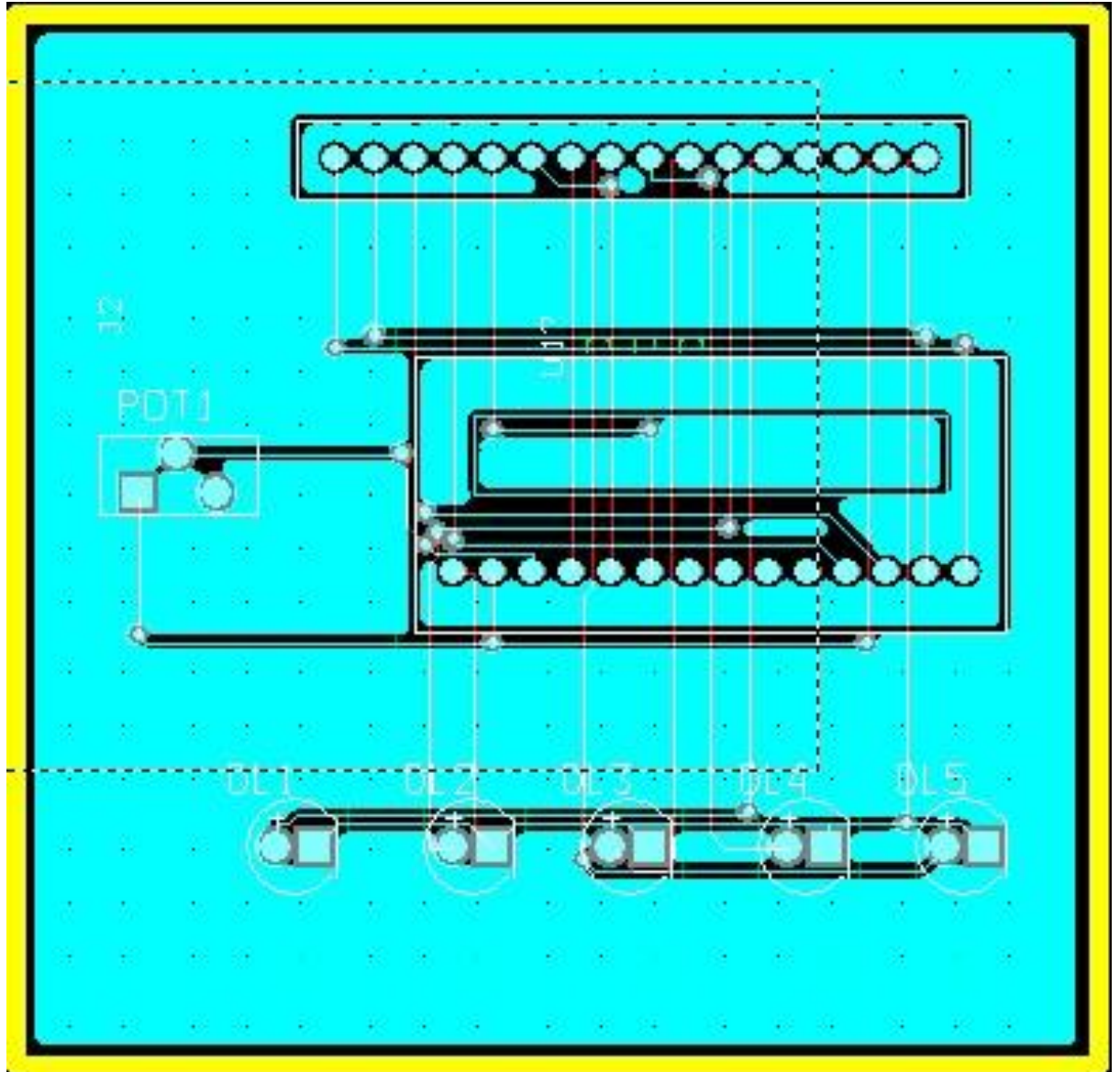
# 8. Control LCD



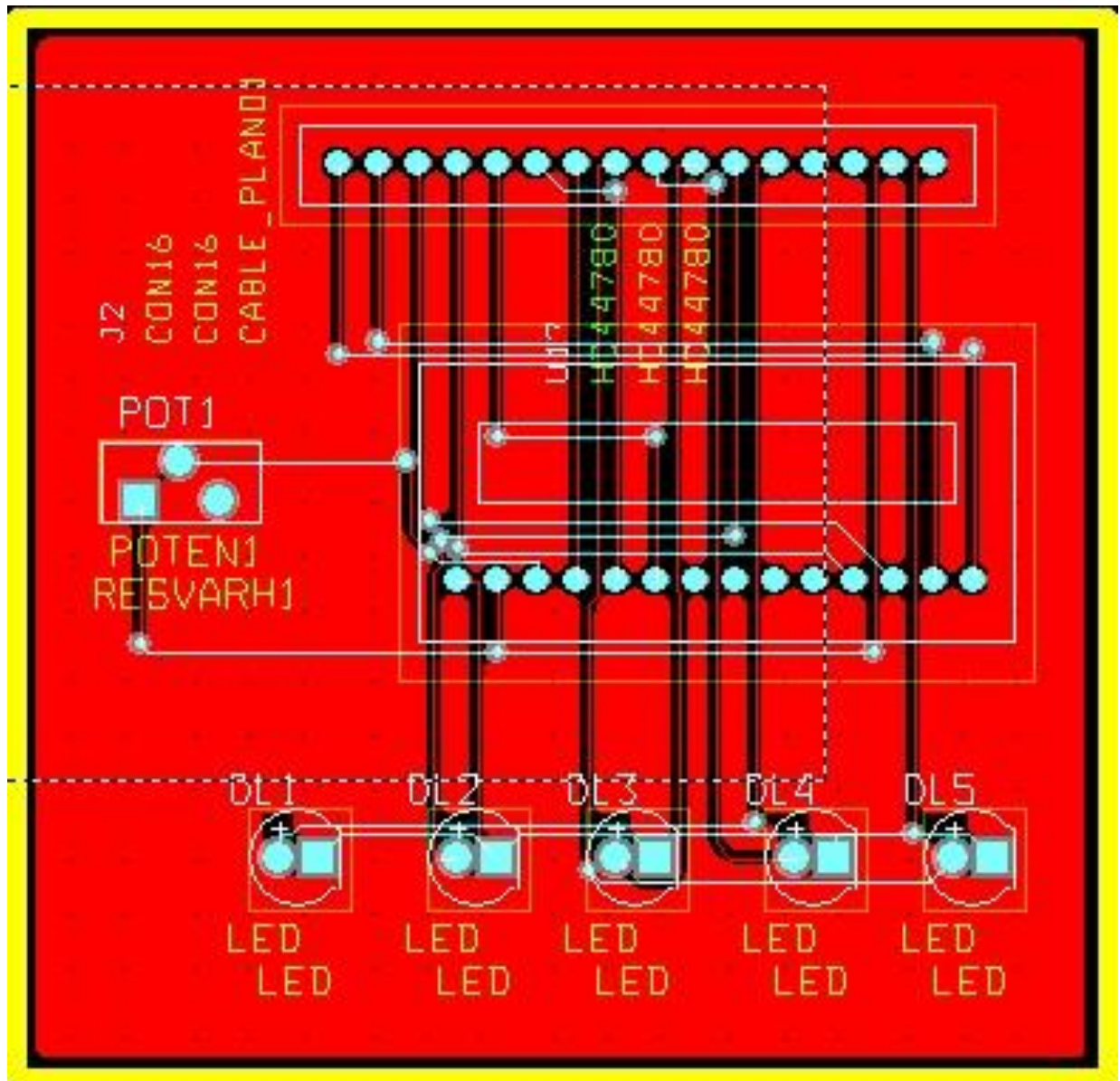




- ❖ Control lcd, capa TOP



❖ Control LCD, capa BOTTOM





# Pliego de Condiciones

# Índice

1. Condiciones del pliego.
2. Normas de cumplimiento del proyecto.
  - a. Normas de alta presión.
  - b. Normas de electricidad.
3. Conductores eléctricos.
4. Conductores de protección.
  - 4.1 Puesta a tierra.
5. Aparatos de protección.
6. Normas de ejecución de la instalación.
7. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.
8. Certificados, documentación y listado de elementos sujetos a homologación.

# 1. Condiciones del pliego.

El objeto del presente pliego de Condiciones Técnicas es el de definir y valorar los materiales, así como citar las normas jurídicas generales que regularán la ejecución de la instalación de "LA TARJETA DE UN SISTEMA DE PLANCHADO INDUSTRIAL"

## 2. Normas de cumplimiento del proyecto.

El proyecto deberá seguir y cumplir las correspondientes normas que afectan a su desarrollo. Normas que están reguladas por los organismos competentes, y que se deberán cumplir para trabajar dentro de la legalidad.

### 2.1 Normas de alta presión.

Para el diseño y cálculo de la presente instalación de vapor, se ha tenido específicamente en cuenta, la normativa de obligado cumplimiento que a continuación se detalla y que principalmente afecta a esta instalación:

- ❖ Real Decreto 1244/1979 de 4 de Abril por el que se aprobó el Reglamento de aparatos a presión.
- ❖ Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión. (BOE nº129 de 31/5/99).
- ❖ La Norma Tecnológica de la edificación para instalaciones de Gas (NTEIGA).
- ❖ La Norma Tecnológica de la edificación para instalaciones de calefacción calderas (NTE-ICC).

### 2.2 Normas de electricidad.

La instalación eléctrica de nuestro sistema cumple con la normativa vigente que impone el "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión" (REBT) y sus respectivas instrucciones.

Las técnicas complementarias son ITC-BT-01 a ITC-BT-18.

### 3. Conductores eléctricos.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: unipolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
  - Tensión de prueba: 2.500 V.
  - Instalación: bajo tubo.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.031.
  
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
  - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
  - Tensión de prueba: 4.000 V.
  - Instalación: al aire o en bandeja.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C. Será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba:

A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

## 4. Conductores de protección.

### 4.1 Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas

## 5. Aparatos de protección.

### 5.1 Cuadros eléctricos.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se

construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable. Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control. Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm. y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (placa de los indicadores), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros. Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

## 5.2 Interruptores automáticos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas y sobretensiones de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magneto térmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada.

El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

## 5.3 Guardamotores.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro. En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque. La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos. Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

## 5.4 Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

## 5.5 Diferenciales.

1) La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.



Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2) La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

$R_a$ : Es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$ : Es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

$U$ : Es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

## 5.5 Seccionadores.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal, a tensión nominal, con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

## 5.6 Embarrados.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro.

La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

## 5.7 Prensaestopas y etiquetas.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida. Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido.

El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible. En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm. de altura sobre fondo blanco

## 6. Normas de ejecución de las instalaciones.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

## 6.1 Pruebas reglamentarias.

De acuerdo al Reglamento Electrotécnico Baja Tensión se realizarán las siguientes pruebas, cuyos resultados serán:

- Comprobación Interruptores Diferenciales: Tiempo de salto y funcionamiento.
- Resistencia Aislamiento entre Conductores y entre Conductores y Tierra (ITC - BT 18):  $R \geq 1.000 \times U$ , siendo U: tensión máxima en voltios.
- Medición de la Resistencia de la p.a.t.: Inferior a  $20 \Omega$ .
- Comprobación Alumbrado Señalización - Emergencia: Entrada en funcionamiento autonomía y flujo luminoso.

La obtención de valores no comprendidos en los márgenes anteriores, o el fallo de los elementos y/o algunos de los defectos tipificados en el Anexo IV de la Orden 22 de Octubre de 1996 de la Consejería de Industria, implicará su subsanación y/o reemplazamiento inmediato a costa del Contratista.

## 7. Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.

### 7.1 Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente.

Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

## 7.2 Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.

En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.

- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

## 7.3 Limpieza.

Antes de la Recepción provisional, la instalación se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

## 7.4 Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

## 8. Certificados, documentación y listado de elementos sujetos a homologación.

- Certificado instalador electricista en Baja Tensión.
- Homologación de máquinas y equipos según Reglamentación Vigente.

### 8.1 Libro de órdenes.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista estará obligado a disponer un libro donde se dispongan las visitas y órdenes de la Dirección Facultativa, a disposición permanente de esta y cualquier otro Organismo que lo solicite.

### 8.2 Libro de mantenimiento.

Todas las operaciones de mantenimiento y conservación realizadas, tras la puesta en marcha, serán reflejadas en un libro dispuesto a tal efecto, el cual será

firmado y sellado por la empresa encargada del mantenimiento según contrato realizado anualmente.

# Presupuesto



## 1.Presupuesto de la tarjeta de control.

Cantidad	Concepto	Precio unidad(€)	Total (€)
2	Relé 12Vcd,16A	7.13	14.26
2	Soportes para relés	0.7	1.34
1	Fusible cristal 80mA	0.21	0.21
1	Porta-Fusible	0.80	0.80
1	Transformador 12Vcc, 2A	1.1	1.1
1	Rectificador puente 2A	2.9	2.9
1	Microcontrolador PIC18F4553	9.3	9.3
1	Circuito integrado LM239	0.9	0.9
1	Circuito integrado ULN200 1A	1.7	1.7
1	Regulador de tensión 5Vcc 1A	1.2	1.2
1	Regulador de tensión 12Vcc 1A	1.3	1.3
2	Regleta 2conexiones 4mm	3.1	3.1
4	Regleta 2conexiones 1mm	1.4	1.4
3	Regleta 3conexiones 1mm	2.1	2.1
1	Conector 16pines hembra	0.2	0.2
2	Conden.Electrolítico 10mF 25V	0.2	0.2
1	Conde.Electrolítico 2200mF 25V	0.8	0.8
2	Condensador cerámico 100K	0.18	0.3
1	Condensador cerámico 470	0.1	0.1
2	Condensador cerámico 27pF	0.08	0.1
2	Diodo 1N4007	0.19	0.38
6	Resistencia 330Ω 1/4W	0.30	0.30
1	Resistencia 180Ω 1/4W	0.30	0.30
1	Resistencia 10K	0.30	0.30

1/4W

**Total 68.47**

## 2. Tarjeta de indicadores.

Cantidad	Concepto	Precio unidad(€)	Total (€)
1	Pantalla LCD	31.3	31.3
2	Diodo LED 10mm Verde	0.2	0.2
2	Diodo LED 10mm Azul	0.26	0.52
1	Diodo LED 10mm Rojo	0.26	0.26
1	Resistencia variable 10K	2.13	2.13
1	Conector 16pines hembra	0.52	0.52
1	Placa circuito serigrafiada	5.03	5.03
1	Indicador de luz y sonido	18.30	18.30
<b>Total</b>			<b>59.17</b>

## 3. Elementos del sistema

Cantidad	Concepto	Precio unidad(€)	Total (€)
1	Deposito	130	130
1	Caldera Minor3000Kg/H	6000	6000
1	Bomba Prisma15 2M	300	300
1	Válvula de seguridad	22.50	22.50
2	Electroválvula	25.60	51.2
1	Válvula de paso	20.67	20.67
1	Elemento planchado	3500.80	3500.80
	Tubería polietileno 1 ¼"	3.25x40m	128

	Tubería de acero inox. 1 ½"	5.60x20m	112
	Tubería de acero al carbono. 1 ½"	3.25x60m	195
1	Sensor de nivel	30	30
1	Sensor de temperatura	25	25
1	Sensor de presión	28	28
	<b>Total</b>		<b>10 543.17</b>

#### 4. Presupuesto total.

Tarjeta de control..... 68.47 €

Tarjeta de indicadores..... 59.17 €

Elementos del sistema..... 10 543.17 €

**Total..... 10 670.81 €**

- i. En este precio no se incluye el I.V.A
- ii. Queda excluido mano de obra en el presupuesto.

# Anexo I

### Programación en C del PIC.

Las instrucciones que debe seguir el microcontrolador han sido previamente programadas en lenguaje de programación C, haciendo que se comporte el sistema tal y como queremos.

Dicho programa en C, es el siguiente:

```
#include <16f877A.h>
#DEVICE ADC=8
#use delay(clock=4000000)
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <ctype.h>
#include "LCD420.C"
#FUSES XT,NOWDT,NOPROTECT
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)// RS232 Estándar
#define ON 1
#define OFF 0
```

#### // POSIBLE ERRORES EN EL BUCLE

```
#define SIN_AVERIA 0
#define BOMBA_AVERIADA 1
#define QUEMADOR 1
#define TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERA100
#define NUMERO_REINTENTOS_FALLO 3
```

#### //DIRECCION FISICA DE LOS PUERTOS I/O

```
#byte porta=0x05
#byte portc=0x07
#byte portd=0x08
#byte porte=0x09
```

#### //DEFINICION DE SALIDAS DEL SISTEMA

```
#bit ACTIVACION_BOMBA=portd.0
#bit ACTIVACION_QUEMADOR =portd.1
#bit LED_SISTEMA_ACTIVO=portd.3 //(L2)
#bit LED_QUEMADOR_ON=portd.4 //(L1)
#bit LED_DEPOSITO_OK=portd.5 //(L3)
#bit LED_PRESION_OK=portd.6 //(L4)
#bit LED_TEMPERATURA=portd.7 //(L5)
```

#### //DEFINICION DE ENTRADAS DEL SISTEMA

```

#bit SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO=portc.0 //(S1)
#bit SENSOR_BOMBA_ACTIVADA=portc.1 //(S2)
#bit SENSOR_QUEMADOR_ACTIVADA=portc.2 //(S3)
#bit SENSOR_PRESION=portc.3 //(S4)
#bit SENSOR_CALDERA_NIVEL_MINIMO=portc.5 //(S6)

// DISPLAY
char NIVEL_AGUA_TOPE[] = "NIVEL AGUA : TOPE ";
char NIVEL_AGUA_VACIO[] = "NIVEL AGUA : VACIO";
char PLANCHA_OK[] = "TEMP PLANCHA : OK ";
char PLANCHA_FRIA[] = "TEMP PLANCHA : FRIA";
char PRESION_OK[] = "PRESION : OK ";
char PRESION_OFF[] = "PRESION : OFF";
char QUEMADOR_ON[] = "QUEMADOR: ON ";
char QUEMADOR_OFF[] = " QUEMADOR : OFF";
char ERROR_BOMBA[] = "BOMBA AVERIADA";
char ERROR_QUEMADOR [] = " QUEMADOR AVERIADA";

// VARIABLES DEL CANAL AD
int8 TEMPERATURA_FIJADA=0;
int8 TEMPERATURA_LEIDA=0; //(S5)

//VARIABLE DE TEMPORIZACION
volatile int32 tiempo_global=0;
#INT_RTCC
void tiempo(){
tiempo_global++;
}
void inicializa(void);
int8 GrafcetBomba(void);
void ProcesosIndependientes(void);
int8 GrafcetPresionCalderin(void);
void lcd_puts(char *texto);
void GrafcetLecturaAD(void);

// PROGRAMA MAIN()
void main(){
static int8 Fallo_Bomba,Fallo_Resistencia;
inicializa();
do{
Fallo_Bomba = GrafcetBomba();
Fallo_QUEMADOR = GrafcetPresionCaldera();
GrafcetLecturaAD();
ProcesosIndependientes();
}while(!Fallo_Bomba && !Fallo_QUEMADOR);
lcd_putc("\f");

```

```
if(Fallo_Bomba){
lcd_gotoxy(3,2);
lcd_puts(ERROR_BOMBA);
}
if(Fallo_QUEMADOR){
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_puts(ERROR_QUEMADOR);
}
ACTIVACION_BOMBA=OFF;
ACTIVACION_QUEMADOR=OFF;
LED_SISTEMA_ACTIVO=ON;
LED_QUEMADOR_ON=OFF;
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
LED_PRESION_OK=OFF;
LED_TEMPERATURA=OFF;
while(TRUE);
}
int8 GrafcetBomba(void){
static int32 tiempo_local=0;
static int8 Numero_intentos_bomba=0;
static enum {INICIO=0,
ESTADO_REPOSO,
ENCIENDE_BOMBA,
TEST_BOMBA,
FALLO_BOMBA,
LLENANDO_CALDERA,
BUCLE_CERRADO}
SM_BOMBA=INICIO;
switch(SM_BOMBA){
case INICIO:
SM_BOMBA=ESTADO_REPOSO;
break;
case ESTADO_REPOSO:
if(!SENSOR_CALDERA_NIVEL_MINIMO &&
SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO){
SM_BOMBA=ENCIENDE_BOMBA;
tiempo_local=tiempo_global;
}
break;
case ENCIENDE_BOMBA:
if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)20 )
SM_BOMBA=TEST_BOMBA;
break;
case TEST_BOMBA:
if(SENSOR_BOMBA_ACTIVA){
SM_BOMBA=LLENANDO_CALDERA;
```

```

tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_bomba=0;
}
else{
SM_BOMBA=FALLO_BOMBA;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_bomba++;
}
break;
case LLENANDO_CALDERA:
if(!SENSOR_BOMBA_ACTIVADA){
SM_BOMBA=FALLO_BOMBA;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_bomba++;
}
else if(!SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO || ((tiempo_global-
tiempo_local)
> TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERA))
SM_BOMBA=ESTADO_REPOSO;
break;
case FALLO_BOMBA:
if(Numero_intentos_bomba>(NUMERO_REINTENTOS_FALLO-1))
SM_BOMBA=BUCLE_CERRADO;
else if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)60 )
SM_BOMBA=ESTADO_REPOSO;
break;
case BUCLE_CERRADO:
return BOMBA_AVERIADA;
break;
}
if(SM_BOMBA==ESTADO_REPOSO || SM_BOMBA==FALLO_BOMBA ||
SM_BOMBA==BUCLE_CERRADO)
ACTIVACION_BOMBA = OFF;
if(SM_BOMBA==ENCIENDE_BOMBA || SM_BOMBA==TEST_BOMBA ||
SM_BOMBA==LLENANDO_CALDERA)
ACTIVACION_BOMBA = ON;
return SIN_AVERIA;
}
int8 GrafcetPresionCaldera(void){
static int32 tiempo_local=0;
static int32 tiempo_caldera_sin_agua=0;
static int8 Numero_intentos_resistencia=0;
static enum {INICIO=0,
ESTADO_REPOSO,
ENCIENDE_QUEMADOR,
TEST_QUEMADOR,

```



```
CALENTANDO_CALDERA
FALLO_QUEMADOR,
BUCLE_CERRADO}
SM_PRESION=INICIO;
static enum {GET_TIME=0,
TEMPORIZA,
REINICIA}
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = INICIO;
switch(SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO){
case GET_TIME:
if(!SENSOR_CALDERA_NIVEL_MINIMO){
tiempo_caldera_sin_agua = tiempo_global;
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = TEMPORIZA;
}
break;
case TEMPORIZA:
if( (tiempo_global-tiempo_caldera_sin_agua) >
(TIEMPO_BOMBEO_AGUA_CALDERA+10) ){
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = REINICIA;
}
break;
case REINICIA:
if(SENSOR_CALDERA_NIVEL_MINIMO)
SM_TIEMPO_AGUA_BAJO_MINIMO = GET_TIME;
break;
}
switch(SM_PRESION){
case INICIO:
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case ESTADO_REPOSO:
if(!SENSOR_PRESION){
SM_PRESION=ENCIENDE_QUEMADOR;
tiempo_local=tiempo_global;
}
break;
case ENCIENDE_QUEMADOR:
if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)20 )
SM_PRESION=TEST_QUEMADOR;
break;
case TEST_QUEMADOR:
if(SENSOR_QUEMADOR_ACTIVADA){
SM_PRESION=CALENTANDO_CALDERA;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_resistencia=0;
}
}
```

```
else{
SM_PRESION=FALLO_ QUEMADOR;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_ QUEMADOR ++;
}
break;
case CALENTANDO_CALDERA:
if(!SENSOR_ QUEMADOR_ACTIVADA){
SM_PRESION=FALLO_CALEFACTOR;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor++;
}
else if(SENSOR_PRESION)
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case FALLO_ QUEMADOR
if(Numero_intentos_resistencia >(NUMERO_REINTENTOS_FALLO-1))
SM_PRESION=BUCLE_CERRADO;
else if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)60 )
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case BUCLE_CERRADO:
return QUEMADOR_AVERIADA;
break;
}
if(SM_PRESION==ENCIENDE_RESISTENCIA ||
SM_PRESION==TEST_ QUEMADOR ||
SM_PRESION==CALENTANDO_CALDERA)
ACTIVACION_ QUEMADOR =ON;
if(SM_PRESION==ESTADO_REPOSO ||
SM_PRESION==FALLO_ QUEMADOR ||
SM_PRESION==BUCLE_CERRADO)
ACTIVACION_ QUEMADOR =OFF;
return SIN_AVERIA;
}
void GrafcetLecturaAD(void){
static enum {INICIA_LECTURA_CH0=0,
INICIA_LECTURA_CH1,
LECTURA_FINALIZADA_CH0,
LECTURA_FINALIZADA_CH1}
SM_AD=INICIA_LECTURA_CH0;
switch(SM_AD){
case INICIA_LECTURA_CH0:
set_adc_channel(0);
delay_ms(21);
read_adc(ADC_START_ONLY);
```

```

SM_AD = LECTURA_FINALIZADA_CH0;
case LECTURA_FINALIZADA_CH0:
if(adc_done()){
TEMPERATURA_FIJADA = read_adc();
SM_AD = INICIA_LECTURA_CH1;
}
break;
case INICIA_LECTURA_CH1:
set_adc_channel(1);
delay_ms(2);
read_adc(ADC_START_ONLY);
SM_AD = LECTURA_FINALIZADA_CH1;
case LECTURA_FINALIZADA_CH1:
if(adc_done()){
TEMPERATURA_LEIDA = read_adc();
SM_AD = INICIA_LECTURA_CH0;
}
break;
}
}
void ProcesosIndependientes(void){
static int1 TOMAR_MUESTRA=1;
if(SENSOR_QUEMADOR_ACTIVADA){
LED_QUEMADOR_ON=ON;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(QUEMADOR_ON);
}
else{
LED_QUEMADOR_ON=OFF;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(QUEMADOR_OFF);
}
if(SENSOR_NIVEL_AGUA_DEPOSITO){
LED_DEPOSITO_OK=OFF;
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_puts(NIVEL_AGUA_TOPE);
}
else{
LED_DEPOSITO_OK=ON;
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_puts(NIVEL_AGUA_VACIO);
}
if(SENSOR_PRESION){
LED_PRESION_OK=ON;
lcd_gotoxy(1,3);
lcd_puts(PRESION_OK);
}
}

```

```
}  
else{  
LED_PRESION_OK=OFF;  
lcd_gotoxy(1,3);  
lcd_puts(PRESION_OFF);  
}  
if( TEMPERATURA_LEIDA > TEMPERATURA_FIJADA ){  
LED_TEMPERATURA=ON;  
lcd_gotoxy(1,2);  
lcd_puts(PLANCHA_OK);  
}  
else{  
LED_TEMPERATURA=OFF;  
lcd_gotoxy(1,2);  
lcd_puts(PLANCHA_FRIA);  
}  
}
```

### **// SUBROUTINA DE CONFIGURACION INICIAL**

```
void inicializa(void) {  
tiempo_global=0;  
set_tris_A(0b00000011);  
set_tris_C(0b00101111);  
set_tris_D(0b00000000);  
set_tris_E(0b00000000);  
ACTIVACION_BOMBA=OFF;  
ACTIVACION_QUEMADOR=OFF;  
LED_SISTEMA_ACTIVO=ON;  
LED_QUEMADOR_ON=OFF;  
LED_DEPOSITO_OK=OFF;  
LED_PRESION_OK=OFF;  
LED_TEMPERATURA=OFF;  
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);  
setup_adc_ports( AN0_AN1_AN3 );  
setup_counters( RTCC_INTERNAL, RTCC_DIV_128 );  
enable_interrupts(INT_RTCC);  
enable_interrupts(GLOBAL);  
set_adc_channel(0);  
lcd_init();  
}  
void lcd_puts(char *texto){  
int8 longitud_cadena,contador;  
for(longitud_cadena=0 ; texto[longitud_cadena] ; longitud_cadena++);  
for(contador=0 ; contador < longitud_cadena ; contador++)  
lcd_putc(texto[contador]);  
}  
}
```

# Anexo II



**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 V. CALDERAS DE RECUPERACIÓN DE LEJÍAS NEGRAS.**

- Artículo 14. Calderas de recuperación de lejías negras.

**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 caloripotante 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:

- 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.
- Plano de situación de la sala de calderas en el establecimiento.
- 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.
- Descripción y características de los equipos consumidores.
- 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:

- Los equipos consumidores, así como la tubería de distribución, que se reflejarán en la memoria.
- 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.
- 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  $\text{cm}^2$  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  $\text{m}^2$  para las salas con calderas de Clase segunda, ni menores de 0,1  $\text{m}^2$  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  $\text{Nm}^3/\text{hora}$  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.

c) 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 cm<sup>3</sup>, 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 inmediatamente 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 ITC deberán realizarse por empresas reparadoras debidamente autorizadas, según el artículo 7 del Reglamento de equipos a presión.~~

*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, visado por el correspondiente colegio oficial 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.~~

*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, cum-pliéndose 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:



Diseño de una tarjeta de control de un planchado industrial.

- Manual de instrucciones de la caldera.
- Manual de instrucciones del equipo de combustión.
- Manual de instrucciones del tratamiento de agua.
- Relación de elementos y dispositivos de operación o seguridad.
- 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.
- Datos obtenidos en el protocolo de puesta en marcha.
- Prescripciones de los niveles de emisiones a la atmósfera.
- Dirección del servicio técnico para la asistencia de la caldera y quemador.
- 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.

~~Las calderas de la clase segunda, a que se hace referencia en el artículo 3.2 de la presente ITC, de vapor o de agua sobrecalentada deberán ser conducidas por personal con carné de Operador industrial de calderas.~~

~~Para la obtención del carné deberán disponerse de conocimientos técnicos adecuados. Para ello, deberá superarse un curso de capacitación impartido por entidades autorizadas por el órgano competente de la comunidad autónoma. En el anexo II de esta ITC, se indican los conocimientos mínimos, la duración del curso y los requisitos que deben cumplir las entidades para la impartición de dichos cursos.~~

~~El carné, que tendrá validez y eficacia para todo el territorio español, será expedido por el órgano competente de la comunidad autónoma, una vez acreditado por el solicitante:~~

- ~~a. Tener cumplidos 18 años.~~
- ~~b. La superación de un curso impartido por una entidad autorizada, que incluya los conocimientos y la duración mínima indicada en el anexo II.~~
- ~~c. La superación de un examen realizado por el órgano competente de la comunidad autónoma.~~
- ~~d. En el caso de extranjeros, previo cumplimiento de los requisitos previstos en la normativa española vigente en materia de extranjería e inmigración.~~

#### **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 V**

### **Calderas de recuperación de lejías negras**

#### **Artículo 14. Calderas de recuperación de lejías negras.**

1. Condiciones generales.
  - a. Las calderas de recuperación de lejías negras deberán atenerse a las condiciones indicadas en el Reglamento de equipos a presión y en la presente ITC, con las condiciones particulares expresadas en el presente artículo.
  - b. El combustible principal de estas unidades de recuperación son las lejías negras que se generan en el proceso de fabricación de pasta de papel al sulfato, previamente concentradas en unidades de evaporación. Se utilizan como combustibles auxiliares, combustibles líquidos (fuel-oil) y/o gaseosos (gas natural, gases licuados de petróleo,...)
  - c. Estas unidades de combustión poseen equipos específicos como:
    - Disolvedor: tanque equipado con agitación, en el que tiene lugar las disoluciones del salino fundido.
    - Pico de colada o canal de colada: dispositivo en forma de teja, refrigerado interiormente, y cuya función es la de verter el salino fundido desde el hogar al disolvedor.
2. Prescripciones técnicas.
  - a. A los efectos contemplados en el artículo 6 de la presente ITC, las unidades de recuperación se consideran como calderas de vapor automáticas de vigilancia directa, debiendo disponer de la presencia permanente de un operario en la zona de caldera o sala de control contigua a la misma, encargado de garantizar la limpieza periódica y operatividad de las aberturas de aire, de las aberturas de los quemadores auxiliares y de los canales de colada.

- b. En relación con las condiciones específicas indicadas para las salas de calderas en el artículo 6.4 de esta ITC, en este tipo de instalaciones, no son necesarios muros de protección.
  - c. Las calderas deberán disponer de dos sistemas de alimentación de agua independientes y accionados por distintas fuentes de energía. El caudal de agua que deberá aportar cada una de dichas bombas, será de 1,5 veces la vaporización máxima más el caudal de agua de purgas.
3. 3. Condiciones de operación.
- a. Adiestramiento del personal en seguridad. El personal deberá ser convenientemente adiestrado de forma periódica. A tal efecto, se realizarán además, simulaciones programadas en intervalos regulares para asegurar que el personal esté familiarizado con los procedimientos establecidos en el Manual de seguridad.
  - b. Simulación programada de situaciones de emergencia.
4. ~~Operadores de calderas.~~  
Dada la singularidad de este tipo de calderas, el carné de operador requerido en el artículo 11.3 será expedido por el órgano competente de la comunidad autónoma, previa certificación por parte del Comité Permanente de Seguridad y Utilización de Calderas de Recuperación de Lejías Negras.  
***Suprimido según [REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo](#)***
5. Mantenimiento.  
Independientemente de las actuaciones y comprobaciones que deban efectuarse atendiendo a las instrucciones del fabricante, se realizarán las siguientes:
- a. Comprobación diaria:
    - Indicadores de nivel directos.
    - Análisis de los diferentes parámetros fundamentales de la caldera que afectan a la buena marcha y seguridad de la misma.
    - Análisis de agua de alimentación y de agua de caldera.
  - b. Comprobación semanal:
    - Indicadores de nivel a distancia.
    - Líneas de señal de alarma.
    - Nivel mínimo.
    - Detector de presión.
    - Contraste de los elementos de medición de contenido de materias secas en la lejía negra de alimentación.
  - c. Comprobación mensual:
    - Verificación del buen funcionamiento de las válvulas de regulación. Comprobación en marcha de los aparatos de regulación de los parámetros fundamentales de la caldera.
    - Contraste de los elementos de medición en planta.
  - d. Comprobación semestral:
    - Calibración de los aparatos de regulación de los parámetros fundamentales de la caldera
6. Inspecciones periódicas.  
Las inspecciones periódicas se realizarán de acuerdo con el artículo 6 del

Reglamento de equipos a presión y atendiendo a las especificidades indicadas en el anexo I.2. Estas inspecciones se realizarán por un organismo de control o por el fabricante de la caldera, si acreditan disponer de los medios técnicos y humanos que se determinan en el anexo I del reglamento anteriormente citado, para las empresas instaladoras de la categoría EIP-2.

7. En ausencia de normas específicas, el Comité Permanente de Seguridad y Utilización de Calderas de Lejías Negras/Licor Negro, integrado en la Asociación de Investigación Técnica de la Industria Papelera Española (IPE), podrá proponer al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para su aprobación, las condiciones técnicas particulares aplicables a este tipo de calderas.

## **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:
  - Inspección visual previa y posterior a la limpieza.
  - Ensayos suplementarios.– Deformaciones.
  - Cordones de soldadura.
  - Medición de espesores.
  - Accesorios y válvulas de seguridad.
  - Manómetros y termómetros.
  - Hogar y conductos de humos.
  - Obra refractaria.
  - Circuito eléctrico.
  - Virotillos y tirantes (en calderas pirotubulares).
  - Cartelas de refuerzo (en calderas pirotubulares).
  - Tubos, placas tubulares y colectores (en calderas pirotubulares).
  - Cajas de humos (en calderas pirotubulares).
  - Estructura y fijaciones de tubos a tambores y colectores (en calderas acuotubulares).
  - Economizadores, sobrecalentadores y recalentadores (en calderas acuotubulares).
  - Haces tubulares o serpentines (en calderas acuotubulares).
- c. Ensayo de funcionamiento:
  - Regulación y precinto de las válvulas de seguridad o de alivio.

- Comprobación de los automatismos de regulación.
- 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 9-103.

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.

## 2– INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS DE CALDERAS DE RECUPERACIÓN DE LEJÍAS NEGRAS.

Las inspecciones se realizarán de acuerdo con el anterior apartado I.1.

### 2.1– Nivel A y B.

Las inspecciones se realizarán anualmente con los siguientes criterios:

a) Inspección general.

Se hará una inspección visual de las partes accesibles desde el interior de la caldera y se comprobarán las posibles deformaciones de las partes bajo presión. Para ello se eliminarán los depósitos e incrustaciones que dificulten dicha inspección.

b) Calderines.

Se abrirán e inspeccionarán los calderines superior e inferior (si existe), comprobando:

- Existencia de corrosiones puntuales «pitting» en su interior.
- Existencia de fangos, análisis químicos y eliminación de los mismos.
- Estado interior de las bocas de los tubos mandrinados a los calderines.
- Sujeción y estado de los accesorios internos.

Después de la inspección será obligatorio el cambio de juntas afectadas.

c) Solera.

Se inspeccionará el estado del refractario de la solera, en el caso de que lo hubiera, reparando o sustituyendo las zonas defectuosas.

d) Colectores de alimentación.

Se inspeccionarán los colectores de alimentación con un alcance análogo al indicado para los calderines siempre que sea posible, utilizando para ello los registros practicables dispuestos a tal fin. Se usará un espejo, endoscopio o cualquier otro útil, que permita la visión interior del total del colector.

e) Válvulas de seguridad.

Se desmontarán totalmente para asegurarse del perfecto estado de todos los elementos que las componen, así como asegurarse de que queda libre de mohos, incrustaciones o elementos extraños que impidan su perfecto funcionamiento. Se comprobará que el drenaje de la tubería de descarga está libre de cualquier obstrucción, para evitar que se acumule agua condensada sobre la válvula y aumente la contrapresión de la misma.

f) Inspección de las zonas de entrada de sopladores.

Se examinarán todas y cada una de las curvaturas de los tubos en el paso de sopladores para averiguar la posible formación de grietas en las aletas de cierre y rotura de las soldaduras que fijan el tubo a las cintas, como consecuencia del goteo de condensado por posibles deficiencias en la válvula automática del soplador. En los casos que la inspección ocular lo aconseje, se usarán líquidos penetrantes u otros sistemas de comprobación.



Se comprobará la perfecta alineación de cada soplador en la totalidad de su recorrido.

g) Control de espesores por ultrasonidos.

Se medirá el espesor de los tubos en los puntos y porcentajes que se señalan:

- Al nivel de solera, si se utilizan tubos de acero al carbono, 50 %. Si se utilizan tubos bimetálicos, 15 %.
- Al nivel del eje de entrada del aire primario, el 100 % de la totalidad de los tubos de acero al carbono.

Si se utilizan tubos bimetálicos, el 100 % de los tubos que conforman la propia entrada del aire y el 25 % de los tubos rectos.

- Al nivel de quemadores de leñas negras, 100 % de los que conforman la propia entrada.
- Al nivel de entradas de aire secundario, 100 % de los que conforman la entrada del aire.
- A dos niveles más, comprendidos entre el aire primario y secundario, el porcentaje será elegido en cada caldera de acuerdo con la experiencia y velocidades de corrosión observadas.
- A dos niveles por encima de la entrada de aire secundario, el porcentaje será elegido en cada caldera, de acuerdo con la experiencia y velocidades de corrosión observadas.
- En las curvaturas accesibles de todos los tubos que estén situadas hasta 2 m. por encima de los niveles de aire secundario y/o terciario, el 100 %.
- En las curvas de los tubos accesibles del haz tubular y, al menos, en un punto de la parte recta de los mismos, el 100 %.
- En las curvas accesibles de los paneles cortafuegos, el 100 %.
- En las curvas inferiores de los recalentadores, el 25 %.
- El usuario, además, deberá medir espesores en aquellas partes que, bien por indicación del constructor o por su propia experiencia, puedan estar sometidas a velocidades de corrosión elevadas.

Cuando se localice un espesor en un tubo cuya velocidad de corrosión sea superior a la habitual, será preceptivo el continuar las mediciones a lo largo de este tubo y contiguos hasta acotar la zona afectada.

Cada usuario llevará un registro de los espesores medidos, así como las velocidades de corrosión máximas y tendencias de las mismas.

En el plazo de un año como máximo, se cambiarán todos aquellos tramos de tubos cuyo espesor, en función de la velocidad de corrosión esperada según tendencia de aquella zona, comprometiera la seguridad de la caldera en el período de dos años, por alcanzarse al fin de dicho período el espesor mínimo calculado según el código adoptado.

h) Otros controles para tubos bimetálicos.

Adicionalmente, en aquellas unidades que utilizan tubos bimetálicos, se llevará a cabo mediante el empleo de líquidos pene-trantes u otro sistema válido, la comprobación de que no existen fisuras ni agrietamientos en la capa inoxidable de los tubos y membranas. La comprobación se hará por muestreo, en las proporciones que se indican a continuación:

- En la zona periférica de la solera, de 1 m de ancho, un 10 % de la superficie.
- En la parte inferior de las cuatro paredes hasta las aberturas de aire primario, incluidas las mismas, un 5 % de la superficie.
- En la abertura de los picos de colada, entradas de aire primario y secundario y otros tubos curvados de aberturas de tubos, mirillas, mecheros, bocas de hombre, etc. 100 % de la superficie accesible que conforman la propia entrada.
- El resto de la superficie accesible de todos los tubos bimetálicos se inspeccionará, minuciosamente, de forma visual y, allí donde se observen indicios de anomalías, se procederá igualmente a la comprobación de las mismas mediante líquidos penetrantes.

En caso de que alguna de las zonas analizadas diera indicaciones lineales superiores a 1,6 mm, se procederá a analizar otras dos zonas contiguas, y así sucesivamente. Se entiende por indicación lineal aquel indicio de anomalía cuya longitud es mayor que tres veces su anchura.

Si el espesor del material de acero al carbono del tubo resultara disminuido o afectado por la anomalía detectada, se procederá a la sustitución del tramo de tubo correspondiente.

i) Válvulas.

Se revisarán todas las válvulas del circuito bajo presión, inspeccionando el estado de los elementos de cierre.

j) Conductos de gases.

Se limpiarán e inspeccionará el estado de conservación y estanquidad de los conductos de humos y evaporador de contacto directo.

k) Soldaduras.

En las soldaduras de elementos bajo presión que se realicen en reparaciones, deberán utilizarse las técnicas recomendadas por el constructor de la caldera. En el libro de registro del usuario se harán constar las reparaciones, así como la técnica utilizada. Se deberán revisar también las soldaduras de transición entre tubos bimetálicos y los de acero al carbono

l) Instrumentación y demás aparatos de seguridad.

Inspección general de la instrumentación, especialmente los de control de nivel de agua, presión y temperatura del generador. Se comprobará que los conductos de unión entre los aparatos y el generador están libres de cualquier sustancia que pueda dar lugar a obstrucciones.

m) Disolvedor.

Inspección del disolvedor de fundido salino, con especial atención al sistema de agitación, compuertas de expansión e incrustaciones internas, así como obstrucciones en las tuberías de recirculación y elementos rompedores del chorro fundido.

n) Inspección y control de aletas.

Se hará una inspección ocular de las aletas en la zona del hogar, utilizando líquidos penetrantes u otro sistema cuando se observe indicios de grietas. Toda grieta cuya progresión pueda llegar a interceptar el tubo deberá detenerse practicando un taladro de 3 ó 4 milímetros en el extremo más cercano al mismo.

o) Picos de colada.

Cada año se sustituirá el pico de colada. El pico sustituido se examinará por ultrasonidos y prueba hidráulica, pudiendo ser recuperable en el caso de ser su estado satisfactorio.

2.2- Nivel C.

Las inspecciones periódicas de nivel C se realizarán cada tres años.

## ANEXO II Operadores industriales de calderas.

~~1. Para la obtención del carné de operador industrial de calderas, deberán acreditarse los siguientes conocimientos:~~

*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, expandido
- 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 piro-tubulares.

- 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 humos g) 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
- b. Válvulas de retención. Asiento, clapeta y disco
- c. Válvulas de seguridadd) Válvulas de descarga rápida
- d. Válvulas de purga continua
- e. Indicadores de nivel. Grifos y columna
- f. Controles de nivel por flotador y por electrodos
- g. Limitadores de nivel termostático
- h. Bombas de agua de alimentación
- i. 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

1.7- 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

1.8- 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

1.9- 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

~~2. Los cursos de capacitación para la obtención del carné tendrán una duración mínima de 50 horas.~~

~~**Suprimido según [REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo](#)**~~

~~3. Las entidades que pretendan realizar cursos de capacitación deberán acreditar ante el órgano competente de la comunidad autónoma, al menos, los~~

siguientes requisitos:

**Suprimido según [REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo](#)**

- a. ~~Disponer de los recursos humanos necesarios para la impartición de los cursos. Deberá indicarse el nombre del responsable técnico de los cursos, con indicación de su titulación y experiencia.~~
- b. ~~Disponer de los recursos técnicos y materiales adecuados. Material didáctico disponible, descripción de la ubicación y características de las aulas, ...~~
- c. ~~Disponer de experiencia en la impartición de cursos para formación profesional o similares, con especial referencia de los relacionados con el carné de operador de calderas.~~
- d. ~~Metodología de la enseñanza con indicación de la organización de la misma y sistemas de evaluación previstos.~~
- e. ~~Alumnado máximo por curso.~~

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

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

#### **ANEXO IV** **Normas**

UNEUNE 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.

# Anexo III





## 1. Bibliografía

- El porqué de las válvulas de Alex Garcia Figueras.
- Curso de operador industrial de calderas pirotubulares.
- Creación de nuevos componentes para Orcad, Ed. Marombo, Miguel Pareja Aparicio.
- Apuntes de asignaturas de ITI, especialidad electrónica.

## 2. Web consultadas

- [www.es.rs-online.com](http://www.es.rs-online.com)
- <http://www.calderasrcb.com/private.domestika.srv/es/productos/List/show/70.html>
- [www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39887b.pdf>
-