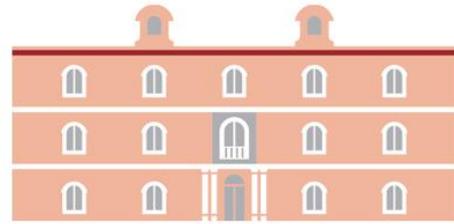




Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

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

Titulación: I.T.I. Electrónica
Industrial

Alumno: Víctor Lorca Ballestrín

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 de Junio de 2013



Universidad
Politécnica
de Cartagena



1. Memoria Justificativa
2. Pliego de condiciones
3. Planos
4. Presupuesto
5. Anexo I
6. Anexo II

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial

Alumno: Víctor Lorca Ballestrín

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 de Junio de 2013



Índice

1.- Memoria

1.1.- INTRODUCCIÓN	7
1.2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A AUTOMATIZAR	7
1.3.- TARJETA DE CONTROL	9
1.4.- FUNCIONAMIENTO	9
1.4.1.- FUNCIONAMIENTO ANÓMALO	10

2.- Planos

2.1.- CONEXIONADO PLACAS	12
2.2.- CIRCUÍTO 220V	13
2.3.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN	14
2.4.- CONTROL DE LA BOMBA	15
2.5.- CONEXIÓN PLANCHA	16
2.6.- PRESIÓN CALDERA	17
2.7.- SENSOR DEPÓSITO CONEXIÓN	18
2.8.- TARJETA DE CONTROL	
2.8.1.- ESQUEMATICO	19
2.8.2.- PLACA CIRCUITO IMPRESO	20
2.8.3.- COPPER POUR BOTTOM	21
2.8.4.- COPPER POUR TOP	22
2.8.5.- COMPONENTES	23
2.9.- TARJETA INDICADORES	
2.9.1.- ESQUEMATICO	24



2.9.2.- PLACA CIRCUITO IMPRESO	25
2.9.3.- COPPER POUR BOTTOM	26
2.9.4.- COPPER POUR TOP	27
2.9.5.- COMPONENTES	28

3.- Pliego de condiciones

3.1.- OBJETO DEL PLIEGO.....	30
3.2.- NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	30
3.2.1.- NORMAS PARA RECIPIENTES A PRESIÓN ...	30
3.2.1.1.- MATERIALES A UTILIZAR	30
3.2.1.2.- TUBERÍAS	31
3.2.1.3.- CONEXIONES	31
3.2.1.4.- ENSAYOS Y PRUEBAS	32
3.2.1.5.- INSTALACIÓN	32
3.2.2.- NORMAS ELECTRICIDAD	33
3.3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	33
3.4.- ELEMENTOS DEL SISTEMA	34
3.4.1.- ABLANDADOR DE AGUAS	34
3.4.1.1.- INSTALACIÓN	34
3.4.1.2.- FUNCIONAMIENTO	35
3.4.1.3.- MANTENIMIENTO	35
3.4.2.- DEPÓSITO.....	35
3.4.2.1.- INSTALACIÓN	36
3.4.2.2.- NIVEL DE AGUA EN EL DEPÓSITO ...	36



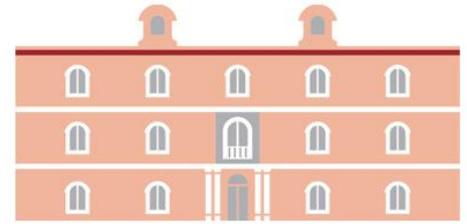
3.4.2.3.- FUNCIONAMIENTO	38
3.4.2.4.- CIRCUITERÍA SENSORES	38
3.4.3.- BOMBA DE AGUA	39
3.4.3.1.- CARACTERÍSTICAS	40
3.4.3.2.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	40
3.4.3.3.- NORMAS	41
3.4.4.- CALDERA	42
3.4.4.1.- CARACTERÍSTICAS	42
3.4.4.2.- FUNCIONAMIENTO	43
3.4.4.3.- CONTROL DE PRESIÓN	44
3.4.5.- ELEMENTO DE PLANCHADO	47
3.4.5.1.- CARACTERÍSTICAS	48
3.4.5.2.- FUNCIONAMIENTO	48
3.5.- INDICADORES	50
3.5.1.- PANTALLA LCD	50
3.5.2.- DIODOS LED	51
3.5.3.- PANEL DE CONTROL	52
3.6.- ACTUADORES	53
3.6.1.- ELECTROVÁLVULA VAL_1	53
3.6.2.- ELECTROVÁLVULA VAL_2	54
3.7.- CONEXIONADO ELEMENTOS	54
3.7.1.- TUBERÍA DESDE DEPÓSITO A LA CALDERA ..	55
3.7.2.- TUBERÍA DESDE CALDERA A LA PLANCHA ...	56



3.8.- MICROCONTROLADOR PIC	57
3.8.1.- PROGRAMACIÓN C DEL PIC	57
3.9.- CIRCUITO CORRIENTE ALTERNA	68
3.10.- CIRCUITO DE CORRIENTE CONTÍNUA	68
3.11.- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	69
3.11.1.- MANTENIMIENTO DEPÓSITO Y CALDERA ..	70
3.11.2.- REGISTRO DE MANTENIMIENTO	70
4.- <u>Presupuesto</u>	
4.1.- ELEMENTOS DEL SISTEMA	72
4.2.- TARJETA INDICADORES	72
4.3.- TARJETA CONTROL	73
4.4.- PRESUPUESTO TOTAL	74
I.- <u>Anexo I</u>	
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA	76
II.- <u>Anexo II</u>	
WEBS CONSULTADAS	103



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Memoria Justificativa

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial
Alumno: Víctor Lorca Ballestrín
Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 de Junio de 2013



1. Introducción

En este proyecto de muestra el diseño de una tarjeta de control para automatizar un centro de planchado industrial, que suministra una potencia de 2 KW en contacto con el tejido, generando vapor en una caldera de 5 litros de capacidad.

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

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

Una plancha eléctrica a vapor industrial es como las planchas eléctricas convencionales, con la diferencia de que las industriales cuentan con una depósito de agua mayor y un generador independiente de vapor con capacidad suficiente para realizar la tarea de planchado de una manera más rápida y fácil.

El vapor se expulsará por los orificios en la cinta de nuestra plancha, yendo a parar en la prenda que queremos planchar.

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 y, a la misma vez, es flexible y ligero, adecuado para soportar temperatura y presión necesarias.

2. Descripción del sistema a automatizar

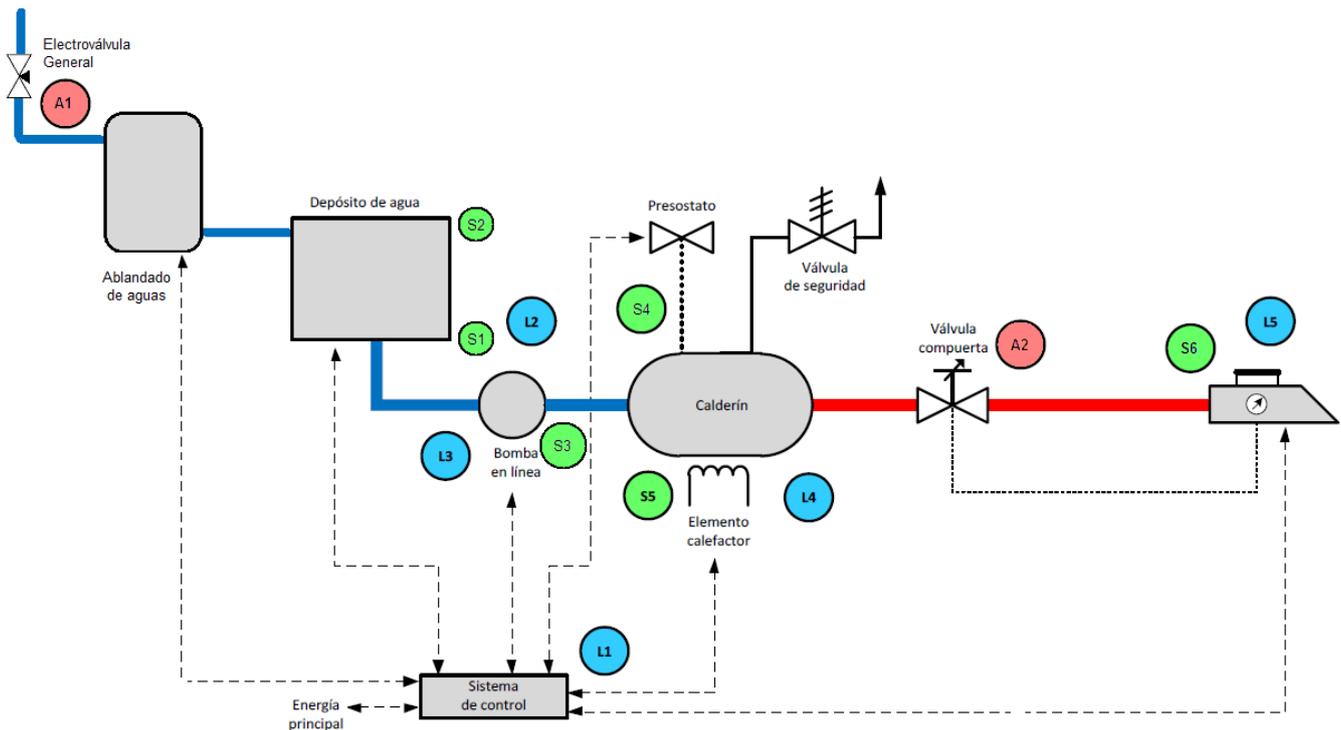
El sistema que se quiere automatizar consiste en un sistema de planchado industrial, siendo los elementos más importantes los que se detallan a continuación:

- Ablandador de agua.
- Depósito de 200 litros.
- Bomba para suministro de agua.
- Caldera generadora de vapor.
- Centro de planchado industrial.

Cada elemento lleva asociado ciertos sensores que reciben la información necesaria para cotejar los datos de cómo se encuentra nuestro sistema en tiempo real, y ciertos actuadores que ayudan a ejecutar las órdenes necesarias para que nuestro sistema funcione de forma automatizada.



Aquí podemos ver un esquema de la distribución de los distintos elementos:



De izquierda a derecha del esquema, se puede apreciar que partimos del suministro general del agua, con la correspondiente llave de paso de la red.

A continuación, colocamos una electroválvula ("Val_1", que se representa con A1 en el esquema) que regula la entrada de agua al ablandador de aguas; y, con ello, la entrada de agua que suministramos al depósito. Por tanto, esta electroválvula regula la cantidad de agua que conservamos en el depósito, y será accionada dependiendo de los sensores del mismo.

El proyecto exigía un depósito de 5 litros en el sistema, aunque se ha ampliado el tamaño del mismo a 200 litros para prevenir una posible falta de agua en el suministro, y garantizar la actividad de la fábrica de planchado.

El ablandador de aguas filtra el agua, depurándola antes de entrar al depósito. Esta eliminación de impurezas nos permite generar un vapor sin residuos, alargando la vida útil de los distintos componentes.

Seguidamente, a la salida del depósito encontramos una bomba que impulsa agua de nuestro depósito a la caldera, con la correspondiente válvula anti-retorno que impide que éste agua retroceda.



Una vez introducida el agua, nuestra caldera se encargará de convertirla en vapor a una presión de 3.5 bares y en cantidad suficiente para realizar el planchado que necesitemos.

Este vapor se canalizará hacia la zona de planchado, siempre y cuando lo permita la electroválvula "Val_2" (representa con A2 en el esquema).

Una vez que el vapor ha llegado al elemento de planchado, ya está todo listo para planchar lo que se necesite.

3. Tarjeta de control.

Consta de varias partes:

Una primera placa donde se encuentra la entrada para los distintos sensores que introduciremos en los distintos elementos del sistema, donde recogemos toda la información sobre el estado del sistema en tiempo real.

También contiene los distintos dispositivos electrónicos del sistema que hacen que funcione correctamente.

Destacamos el microcontrolador PIC 16F877, cerebro del sistema y coordinador de todas las actividades. Se encuentra incrustado en la placa, y debidamente programado.

En esta placa también se encontrará el circuito de alimentación, que nos convertirá la señal de red común en los dos niveles de tensión que van a utilizar distintos elementos del sistema, uno de 5V y otro de 12V.

Consta de una segunda placa donde van instalados los elementos indicadores de nuestro sistema, tales como la pantalla LCD que nos comunica con el estado del sistema; o como los diodos LED de aviso que nos permiten entender es que punto está nuestro sistema.

Estas dos placas van unidas mediante un cable plano de 16 hilos.

4. Funcionamiento.

El funcionamiento es sencillo. Consiste en automatizar el sistema para producir vapor en una caldera. Este vapor se suministra a la zona de planchado.



Lo primero antes de empezar es realizar las comprobaciones correspondientes. Si todo está correcto, introducimos una cantidad de agua en la caldera que es calentada hasta conseguir que se evapore mediante un elemento calefactor.

Una vez alcanzada la presión adecuada, el sistema está preparado para suministrar el vapor a la zona de planchado.

4.1.- Funcionamiento anómalo del sistema:

La colocación de los distintos sensores a través de todo nuestro sistema nos permite detectar los posibles fallos en el funcionamiento del mismo, y así poder ponerles solución y continuar realizando el proceso.

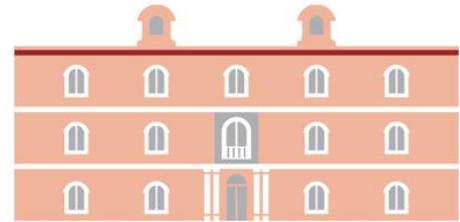
En caso de avería en cualquiera de nuestros elementos aparece un mensaje en nuestro LCD indicando el fallo deteniéndose el sistema.

La seguridad de que la bomba suministra agua a la caldera nos la da el sensor de caudal. En caso de no ser así, el sensor nos avisará.

El sensor "alerta" del depósito nos avisará de cualquier fallo en el suministro de agua a la instalación.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

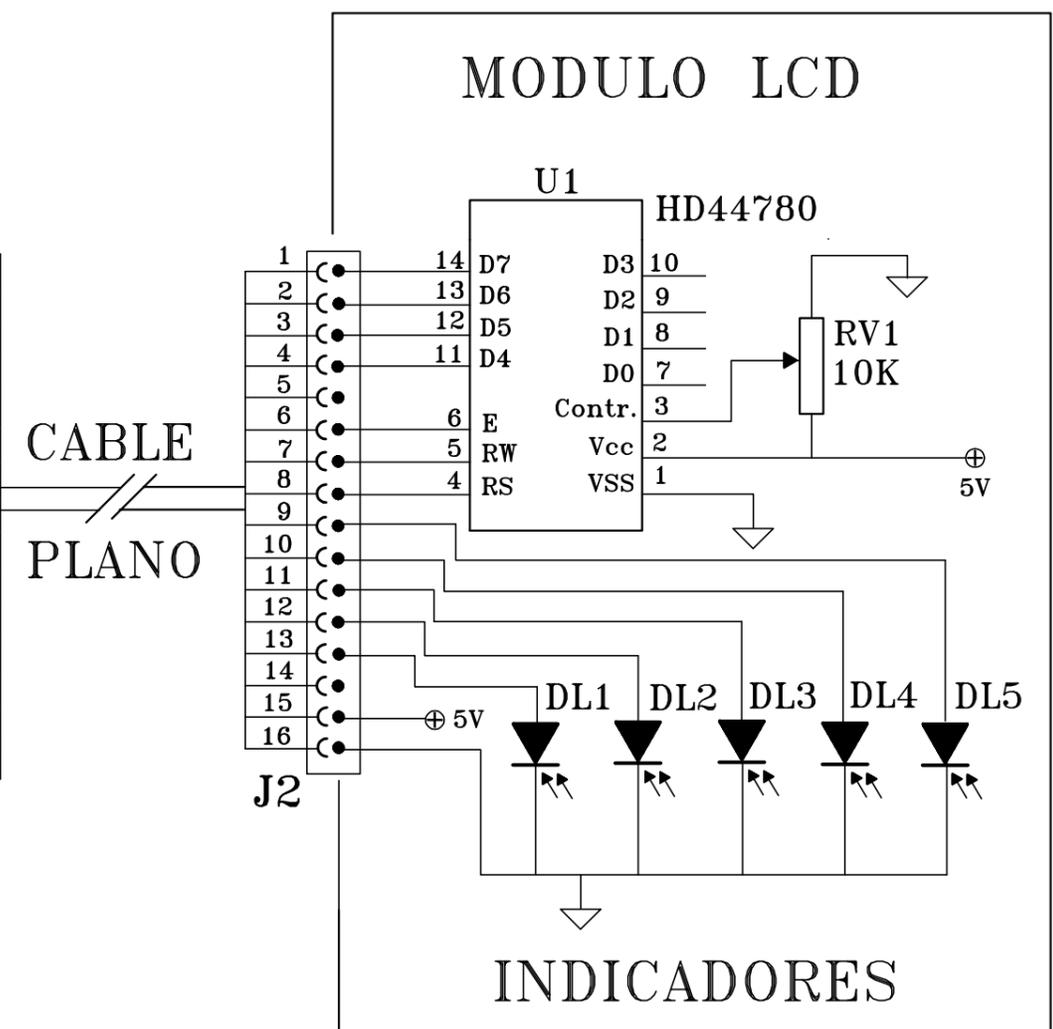
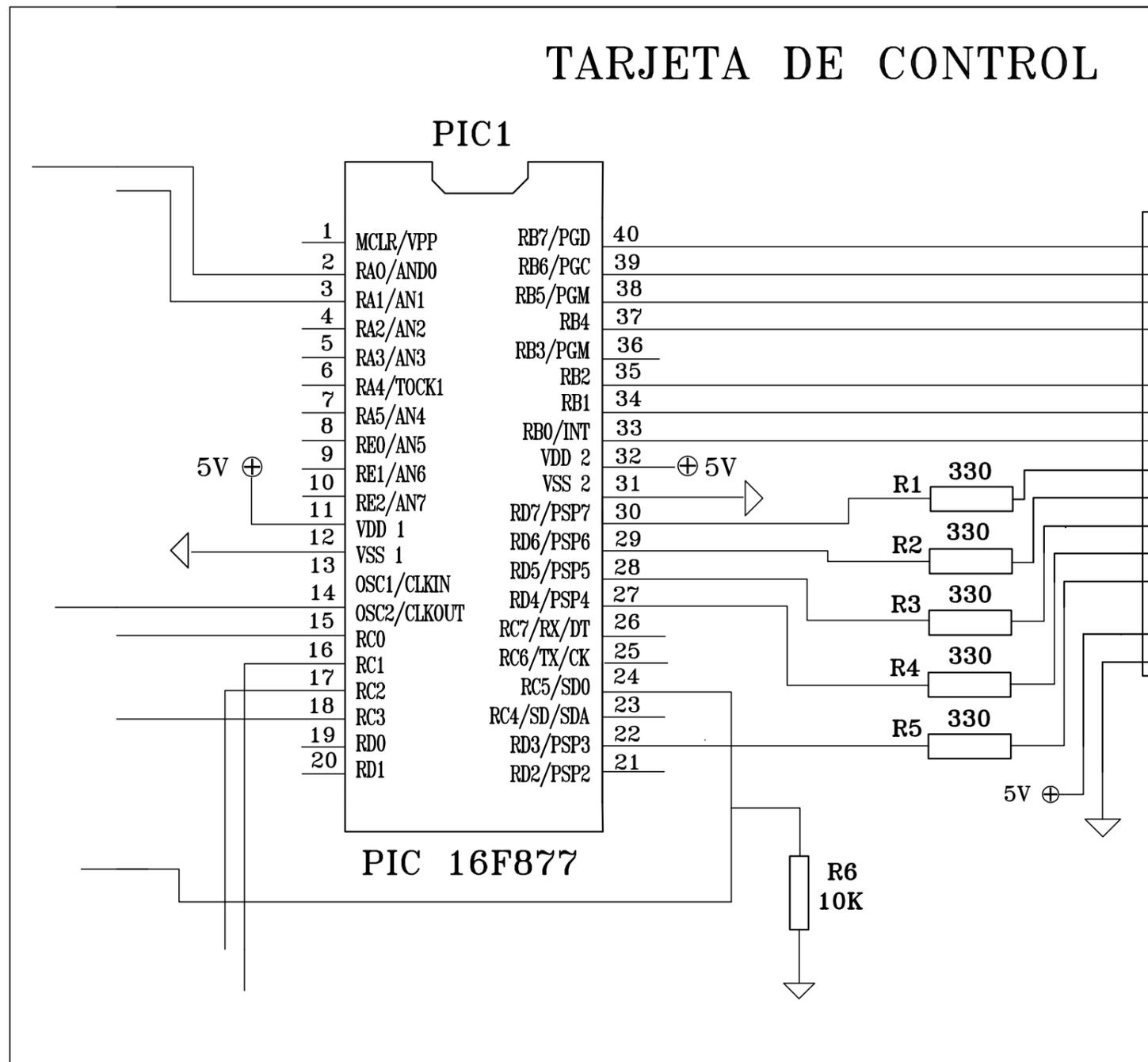
Planos

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial

Alumno: Víctor Lorca Ballestrín

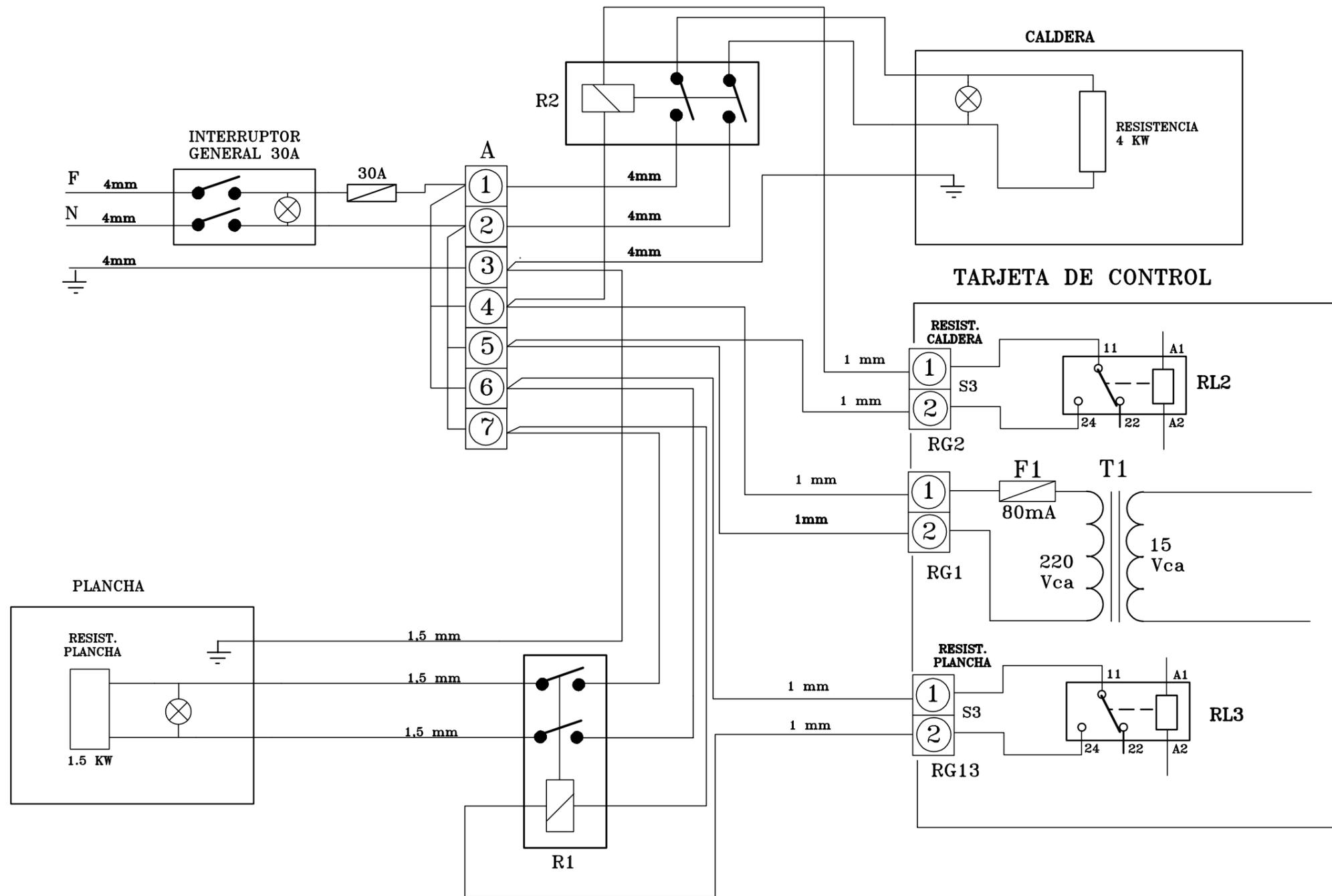
Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 de Junio de 2013

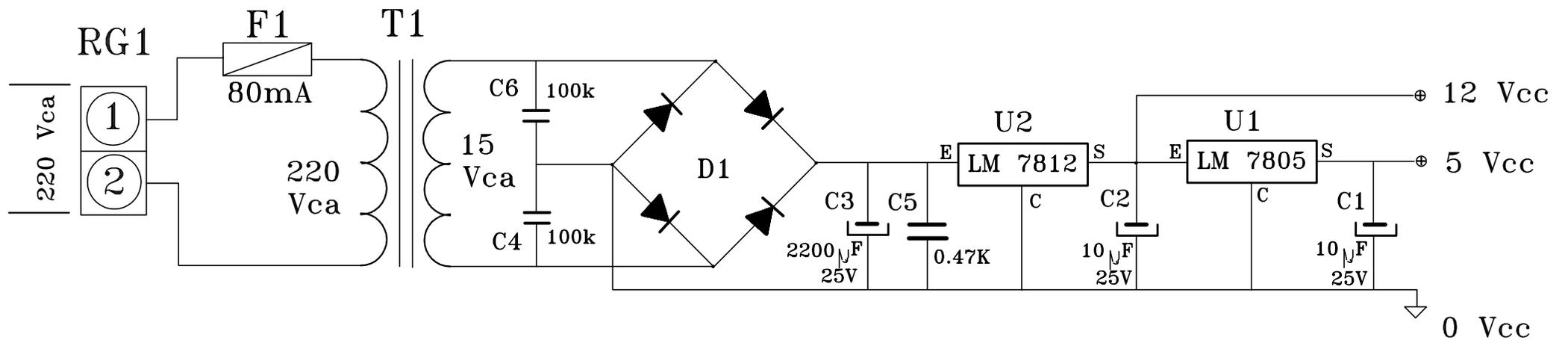


- INDICADORES**
- DL1 - SISTEMA ACTIVADO
 - DL2 - RESISTENCIA ENCENDIDA
 - DL3 - DEPOSITO VACIO
 - DL4 - PRESION CALDERA OK.
 - DL5 - PLANCHADO OK.

	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Victor Lorca	25 / 02 / 2012		
Escuela	E.T.S.I.A.	Curso 2012/2013	Proyecto fin de Carrera	Departamento de tecnología electrónica
	Descripción			Nº Plano:
	Conexionado Placas			Curso: 3º
				Titulación: I.T.I. Electrónica

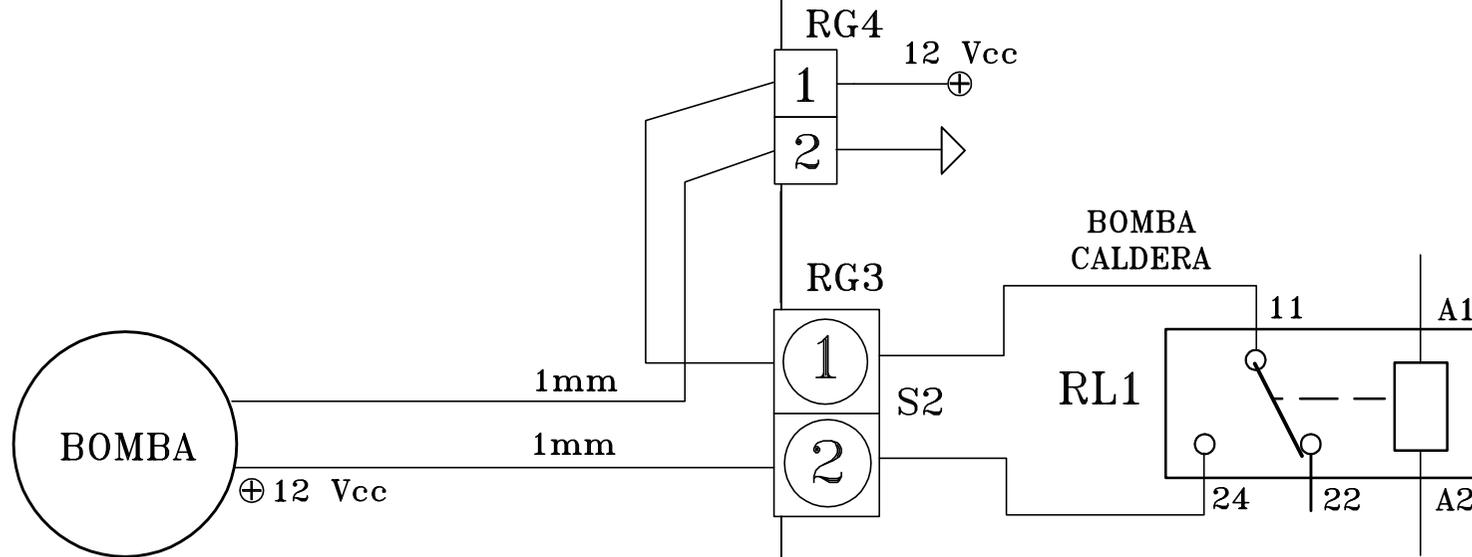


	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Víctor Lorca	26 / 02 / 2013	Proyecto fin de Carrera	Departamento de tecnología electrónica
Escuela	E.T.S.I.A.	Curso 2012/2013		
	Descripción			Nº Plano:
	Conexión 220 V			Curso: 3º
				Titulación: I.T.I. Electrónica



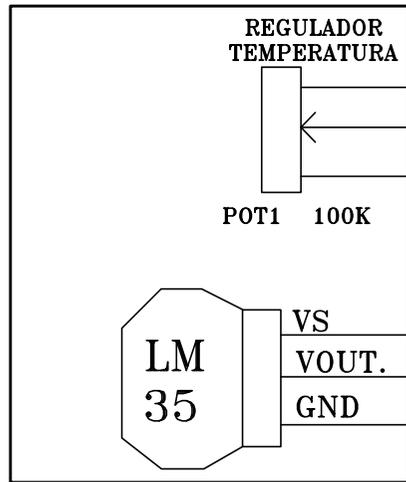
	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Víctor Lorca	25 / 02 / 2013		
Escuela	E.T.S.I.A.	Curso 2012/2013	Proyecto fin de Carrera	Departamento tecnología electrónica
	Descripción			Nº Plano:
	Fuente de Alimentación			Curso: 3º
				Titulación: I.T.I. Electrónica

Tarjeta de control

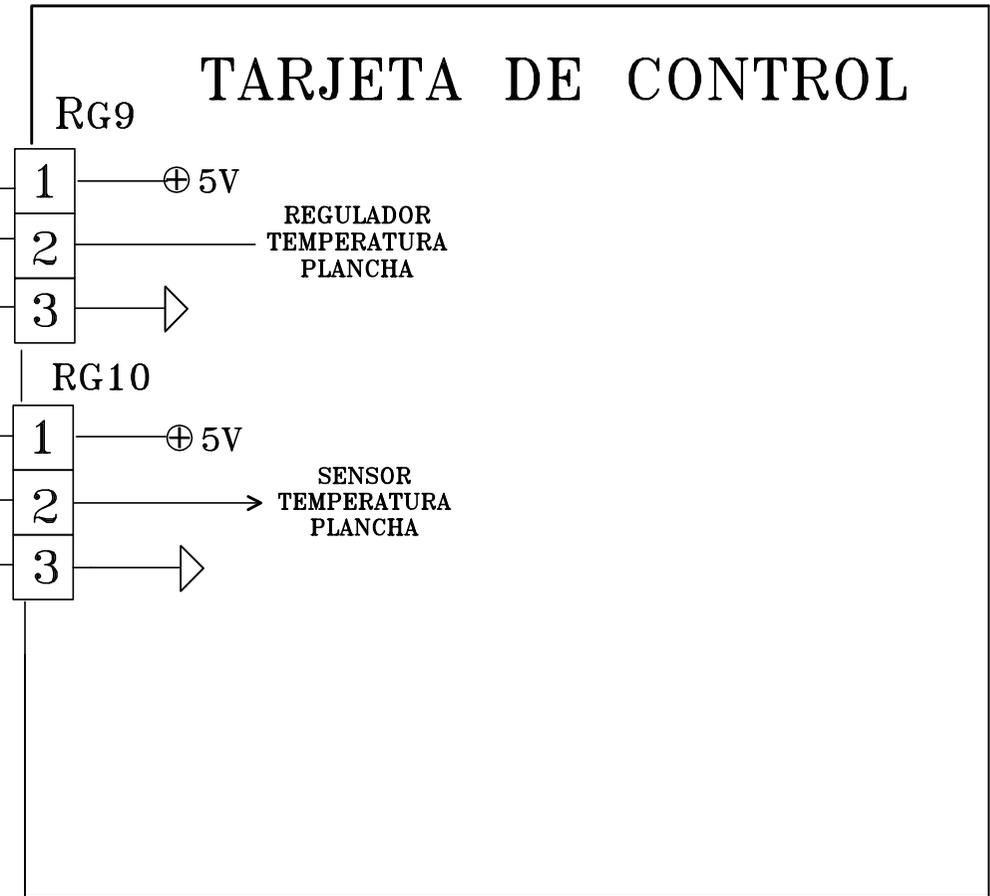


	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Víctor Lorca	25 / 02 / 2013		
Escuela	E.T.S.I.A.	Curso 2012/2013	Proyecto fin de Carrera	Departamento tecnología electrónica
	Descripción			Nº Plano:
	Control de la Bomba			Curso: 3º
				Titulación: I.T.I. Electrónica

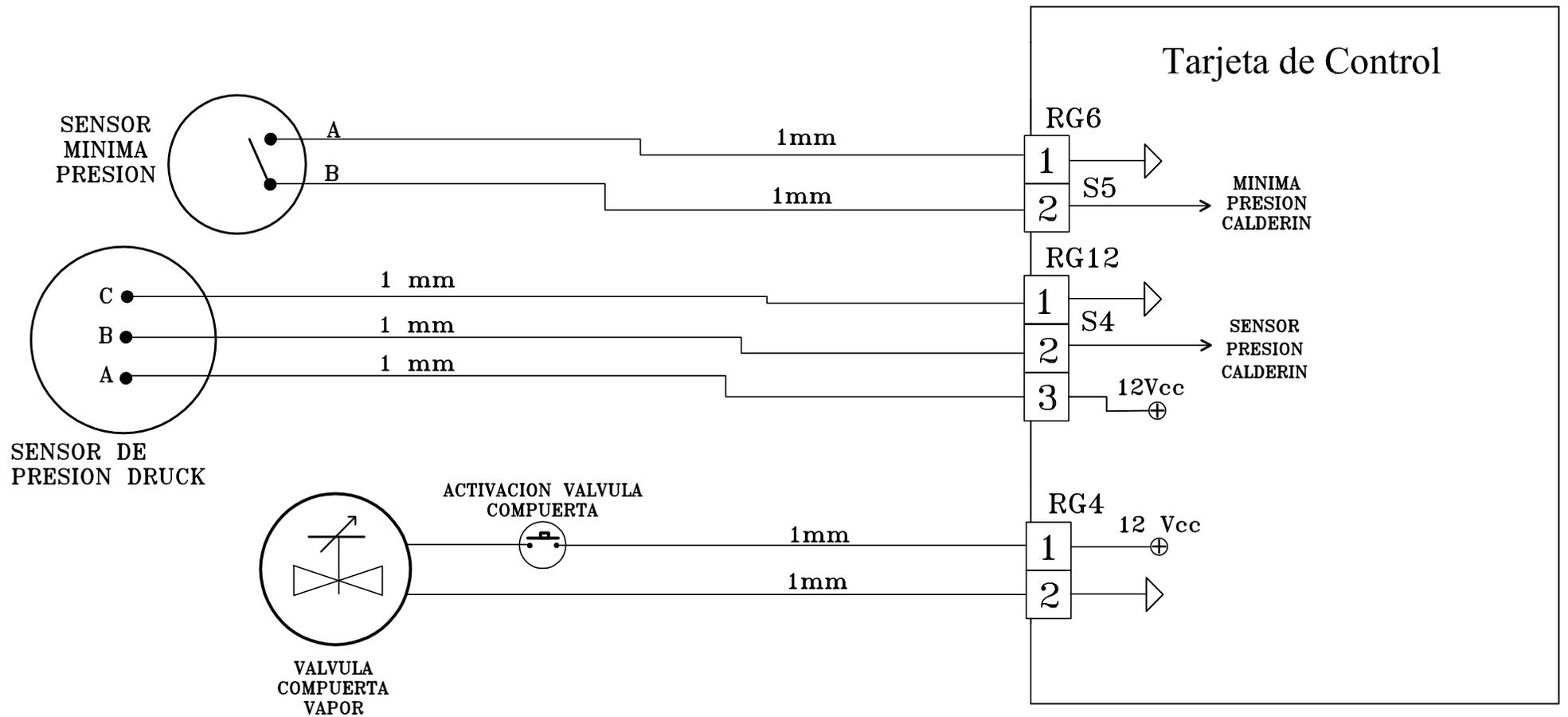
PLANCHA



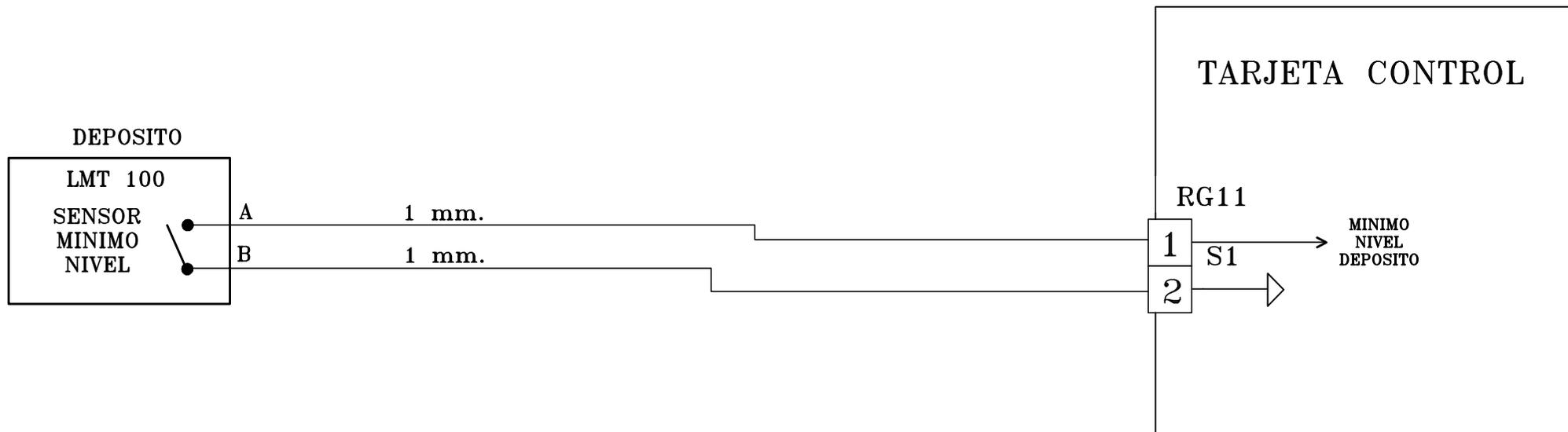
TARJETA DE CONTROL



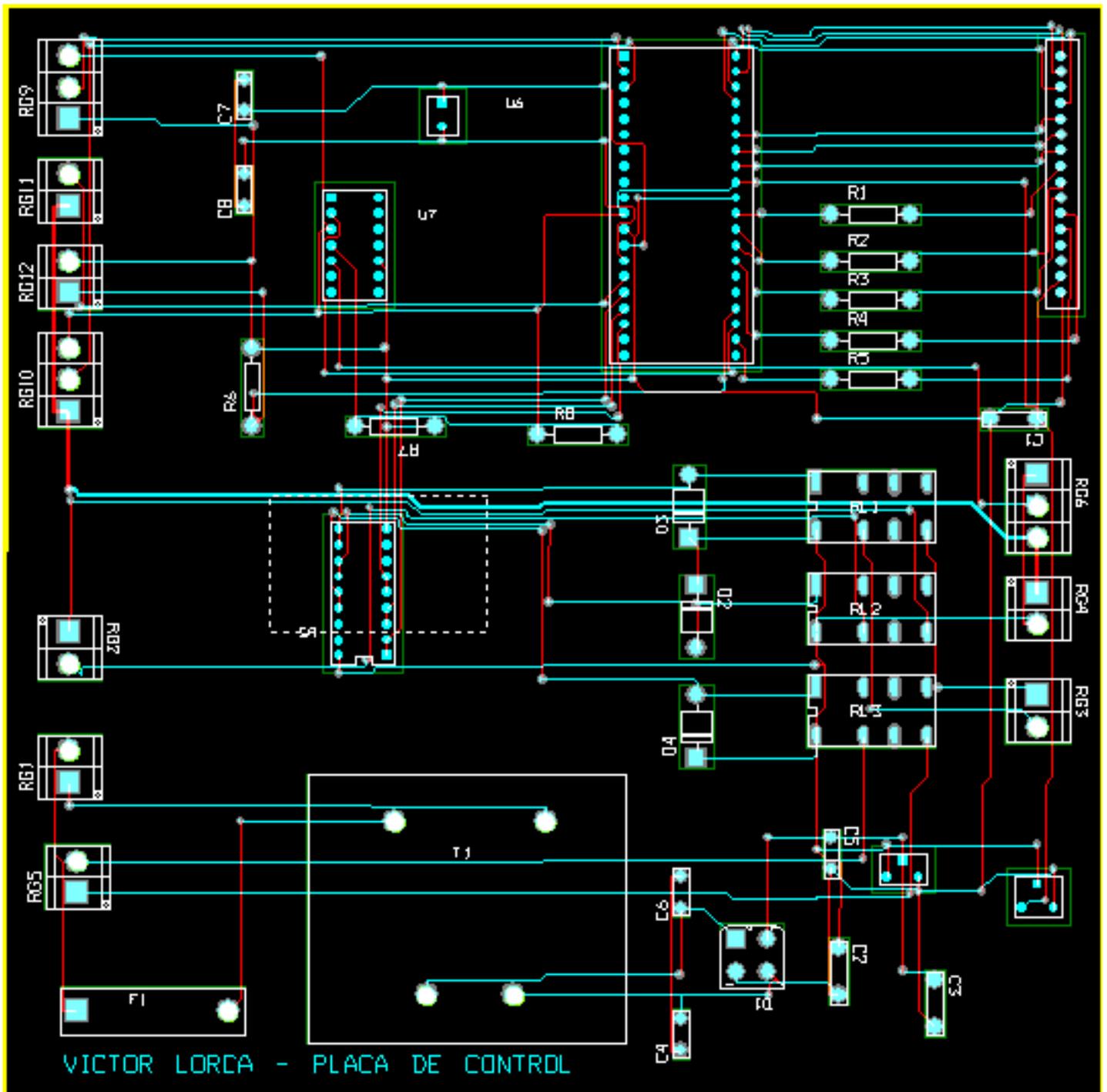
	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Víctor Lorca	29 / 02 / 2013	Proyecto fin de Carrera	Departamento tecnología electrónica
Escuela	E.T.S.I.A.	Curso 2012/2013		
	Descripción			Nº Plano:
	Control plancha			Curso: 3º
				Titulación: I.T.I. Electrónica



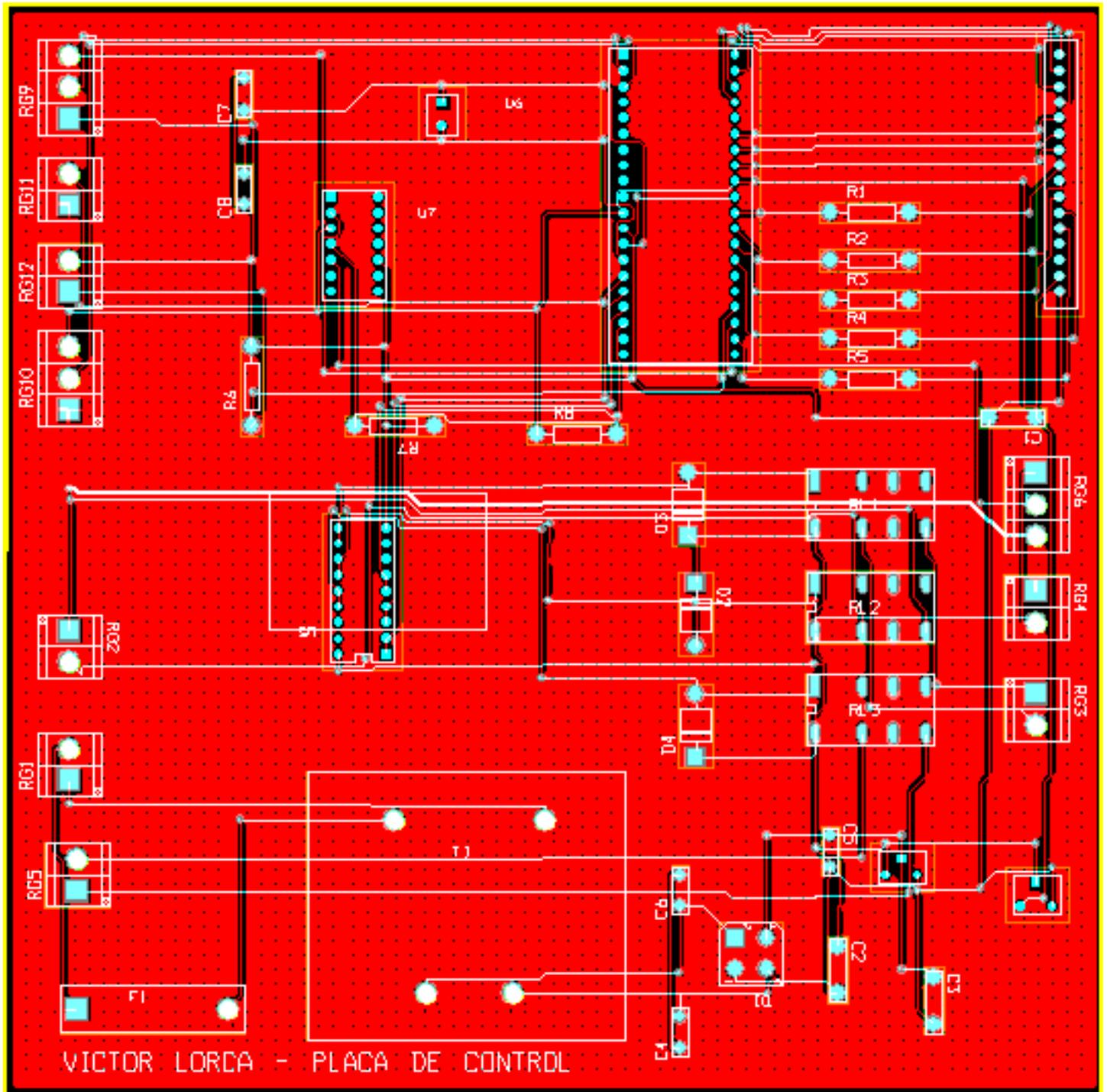
	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Víctor Lorca	24 / 02 / 2013	Proyecto fin de Carrera	Departamento de tecnología electrónica
Escuela	E.T.S.I.A.	Curso 2012/2013		
	Descripción			Nº Plano:
	Control de la presión de la caldera			Curso: 3º
				Titulación: I.T.I. Electrónica



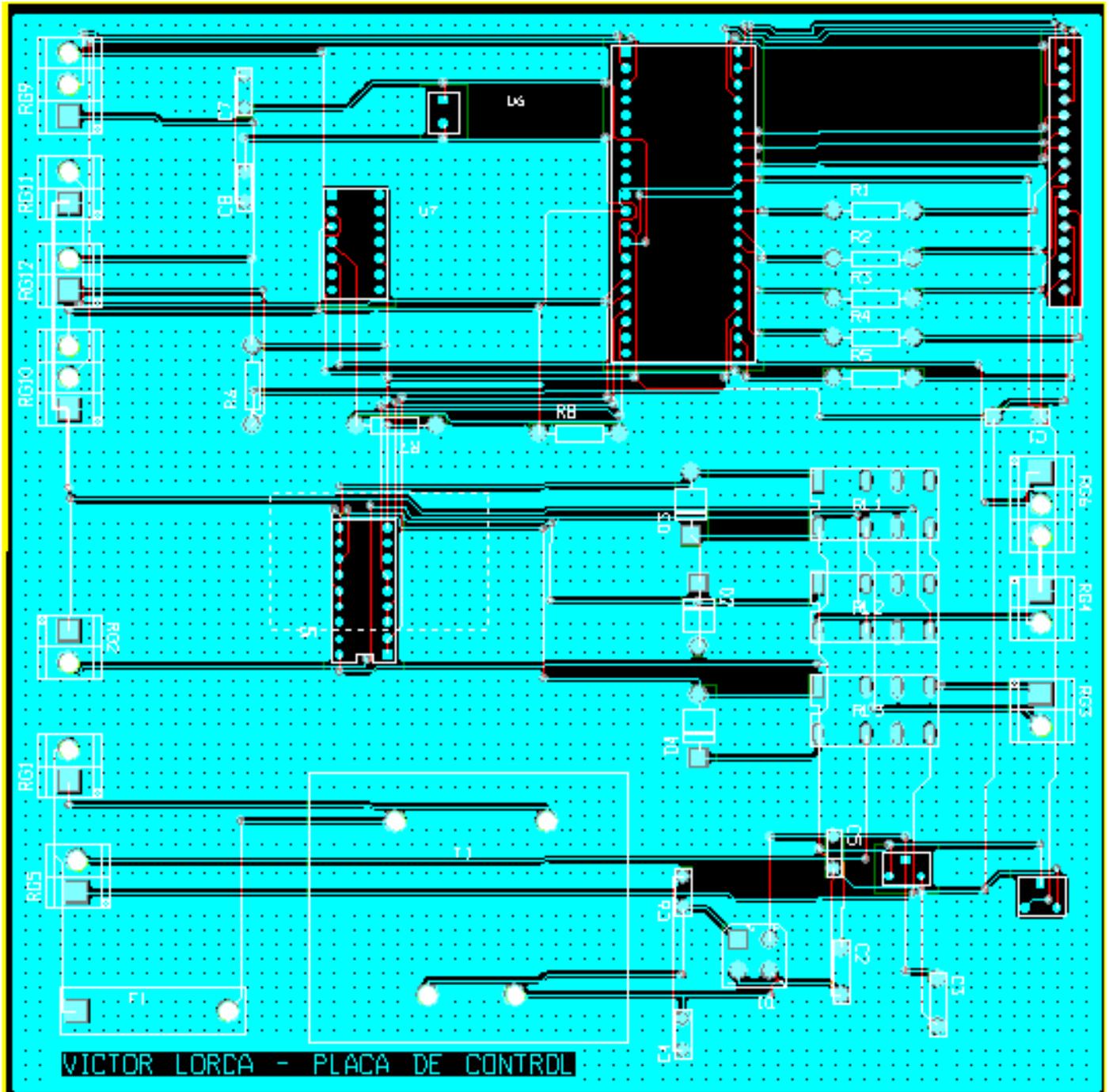
	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica de Cartagena	
Dibujado	Víctor Lorca	24 / 02 / 2013	Proyecto fin de carrera	Departamento de tecnología electrónica
Escuela	E.T.S.I.A.	Curso 2012/2013		
	Descripción			Nº Plano:
	Conexión sensor depósito			Curso: 3º
				Titulación: I.T.I. Electrónica



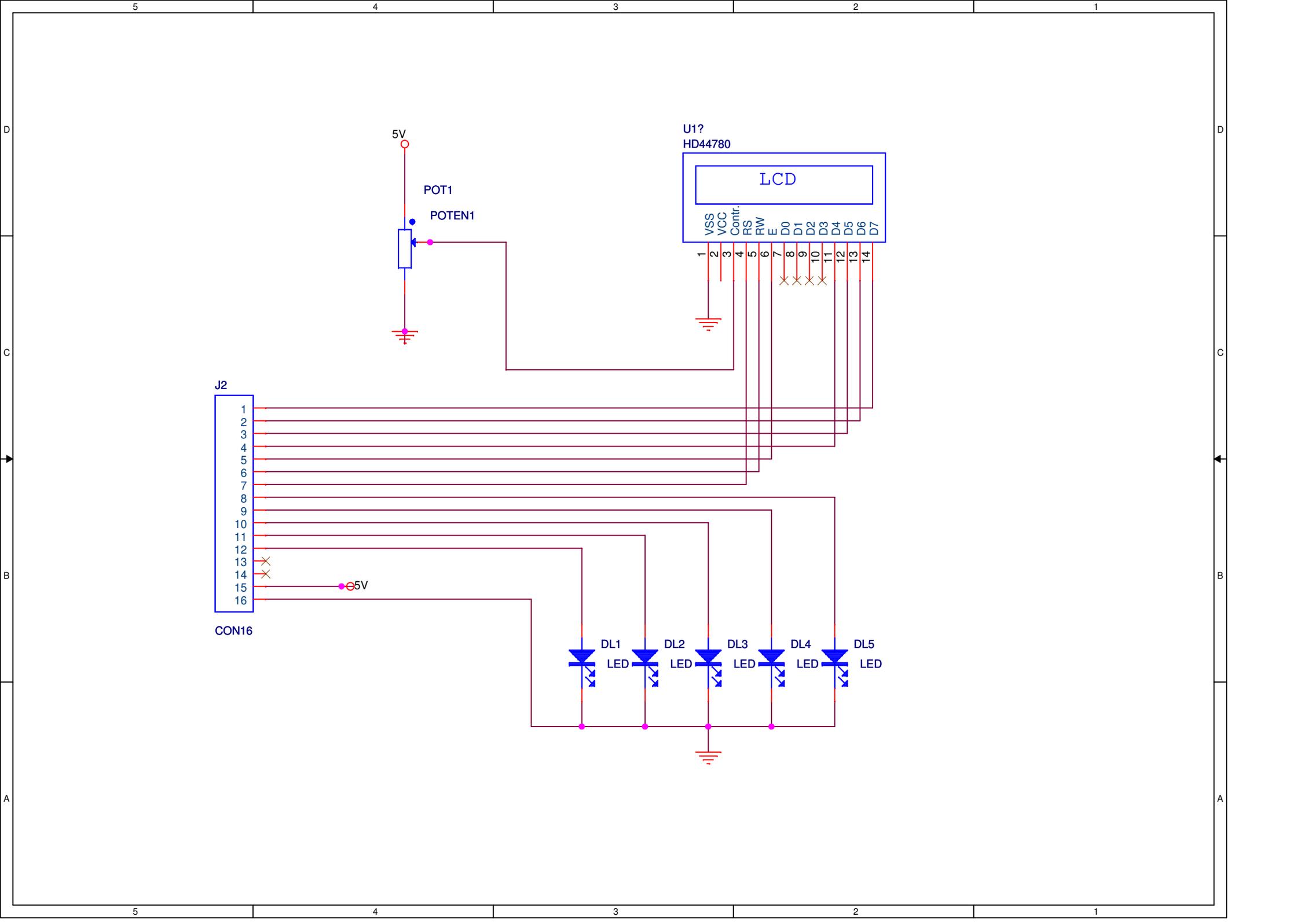
Tarjeta de control – Placa circuito impreso

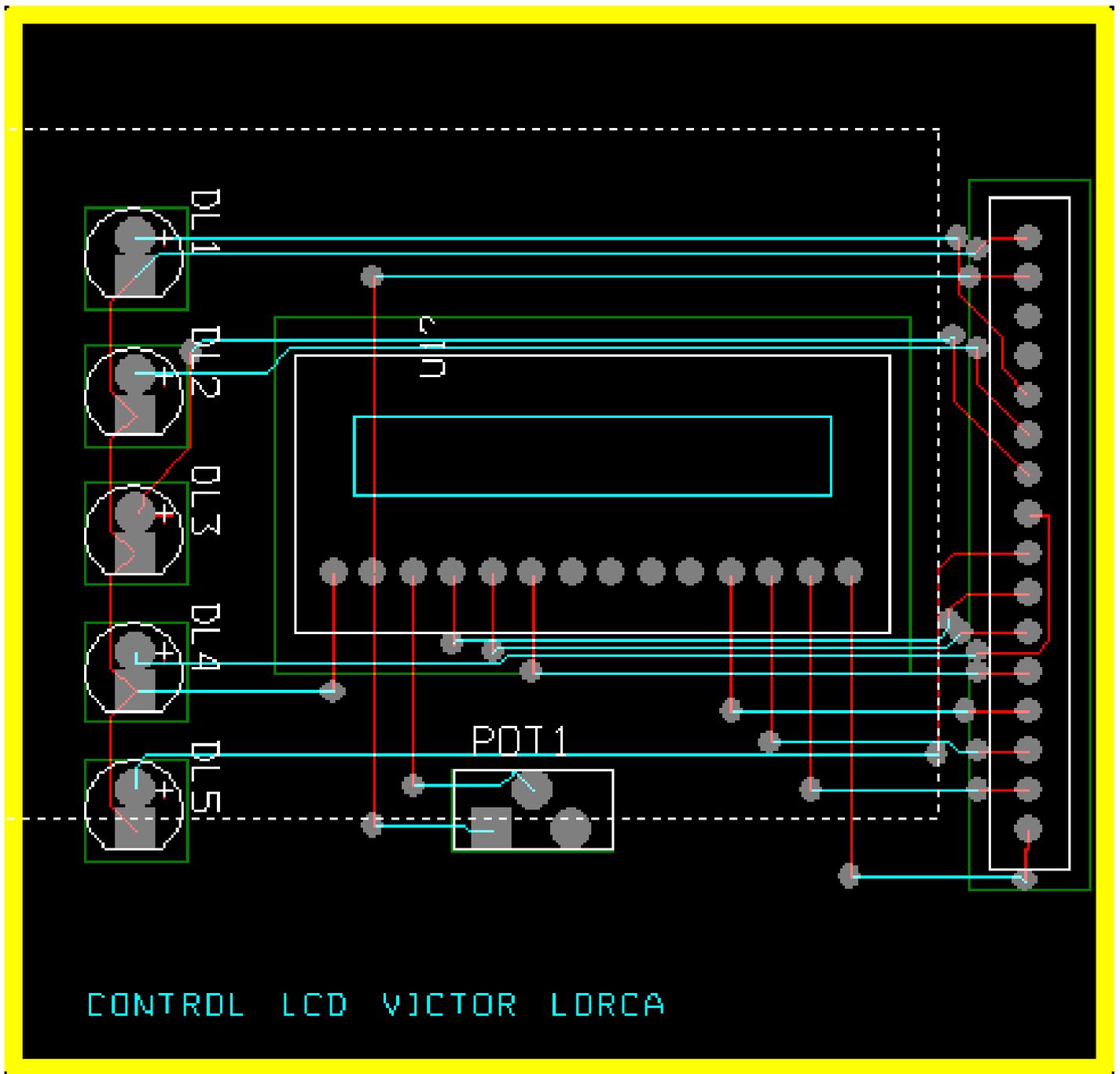


Tarjeta de control – Copper pour capa Bottom

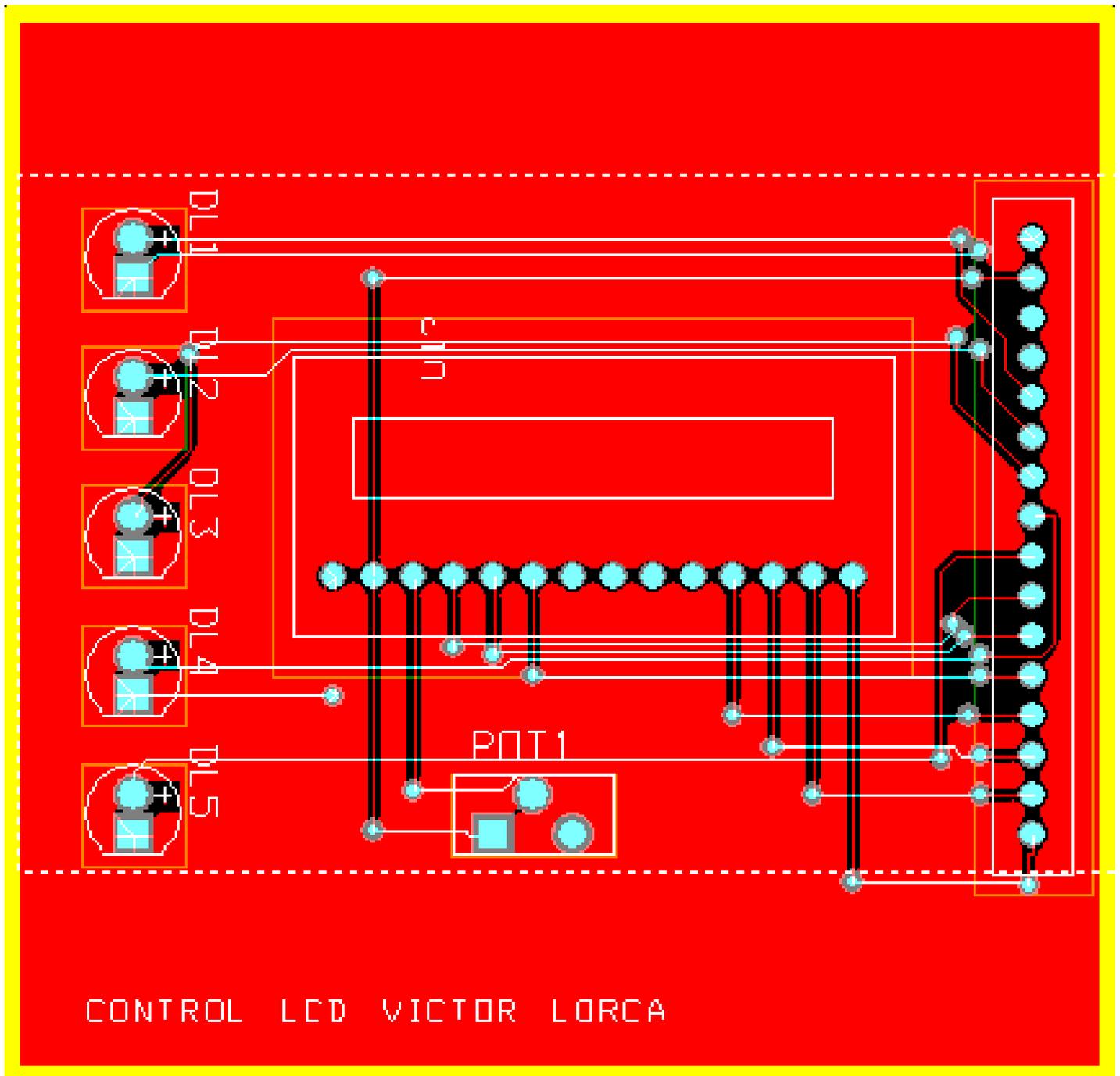


Tarjeta de control – Copper pour capa Top

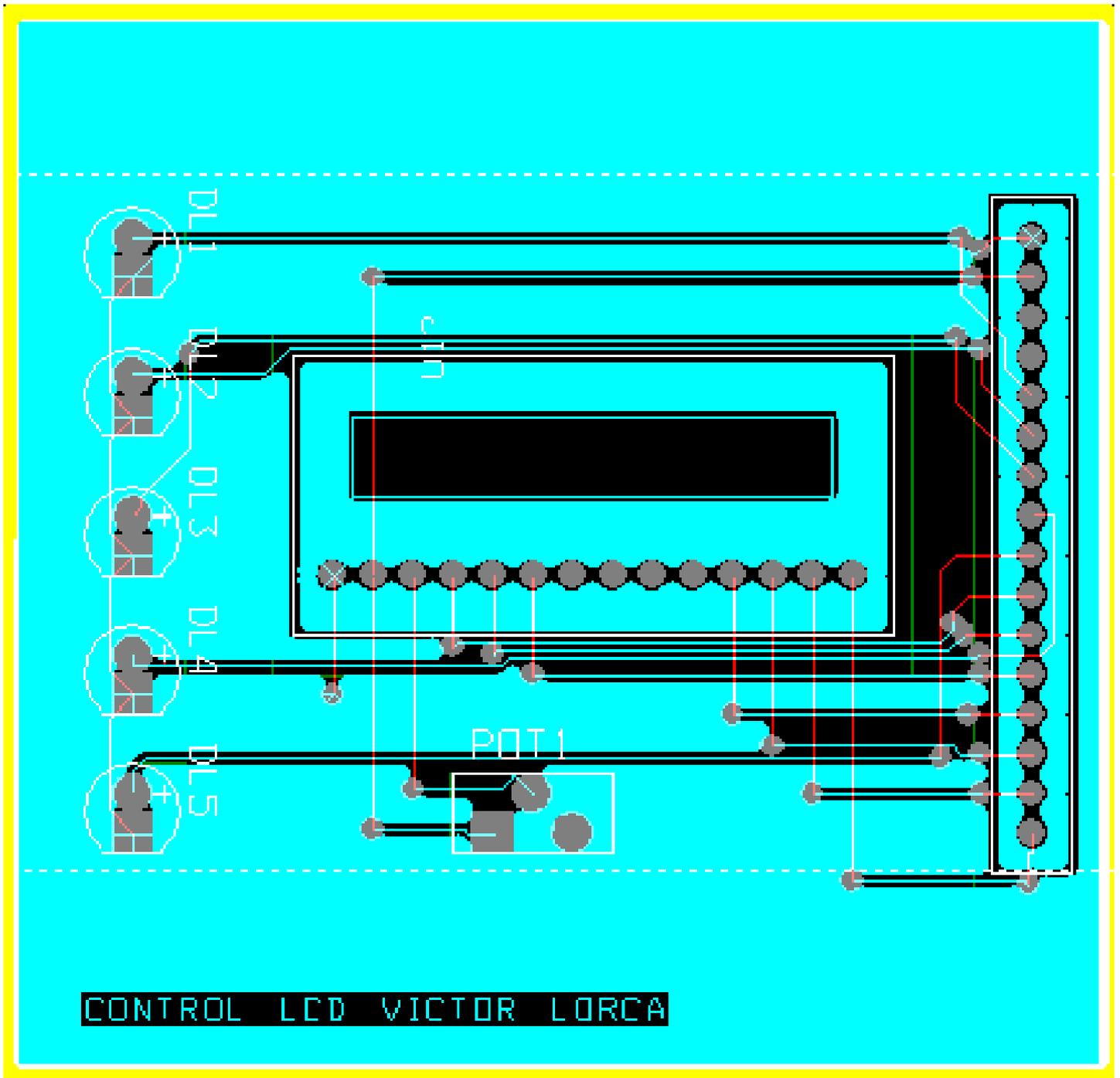




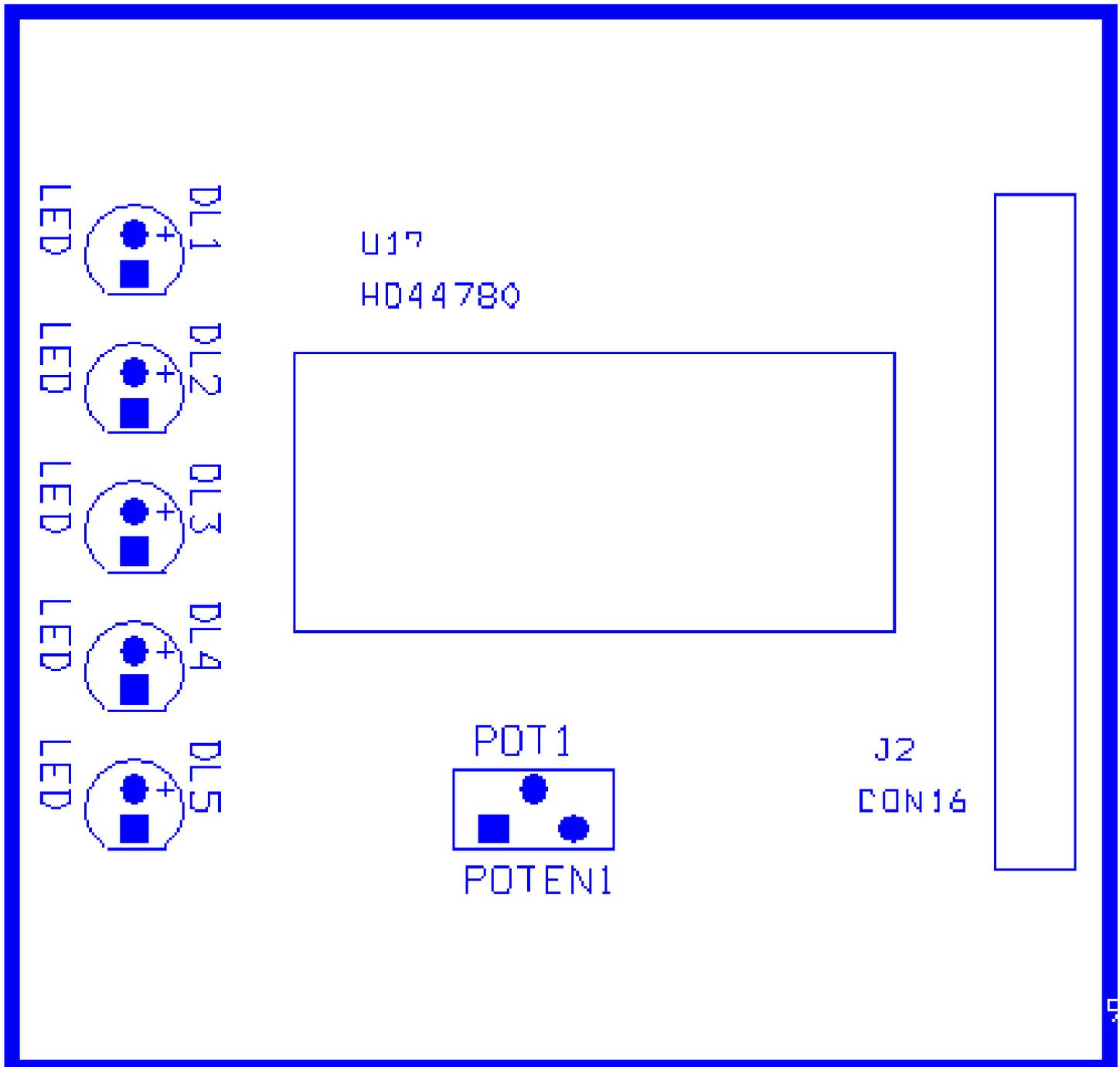
Tarjeta Indicadores – Placa circuito impreso



Tarjeta indicadores - Copper pour capa Bottom



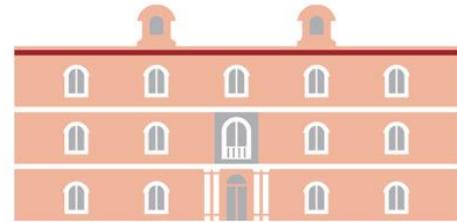
Tarjeta indicadores – Copper pour capa Top



Tarjeta Indicadores - Componentes



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Pliego de condiciones

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial

Alumno: Víctor Lorca Ballestrín

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 Junio 2013



1. Objeto del pliego.

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

2. Normas de obligado cumplimiento.

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

2.1.- Normas para recipientes a presión.

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

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

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

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

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

2.1.1.- Materiales a utilizar:

Se utilizarán tuberías de acero u otro material adecuado, según normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida, y cuyas características de presión y temperatura de servicio sean como mínimo las de diseño.

Para el cálculo de las redes de tuberías se tomará como temperatura de diseño la máxima del fluido a transportar y, como presión, la máxima total en la instalación.



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

Las válvulas y accesorios de la instalación serán de materiales adecuados a la temperatura y presión del diseño; características que garantizará el fabricante.

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

2.1.2.- Tuberías:

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

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

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

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

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

2.1.3.- Conexiones:

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

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



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

2.1.4.- Ensayos y pruebas:

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

2.1.5.- Instalación:

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

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

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

Los equipos de bombeo de agua sobrecalentada, equipos consumidores, válvulas automáticas de regulación u otros análogos, deberán ser seccionables con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación. Deberán disponer en su lado de impulsión de un manómetro.

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

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



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

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

2.2.- Normas electricidad.

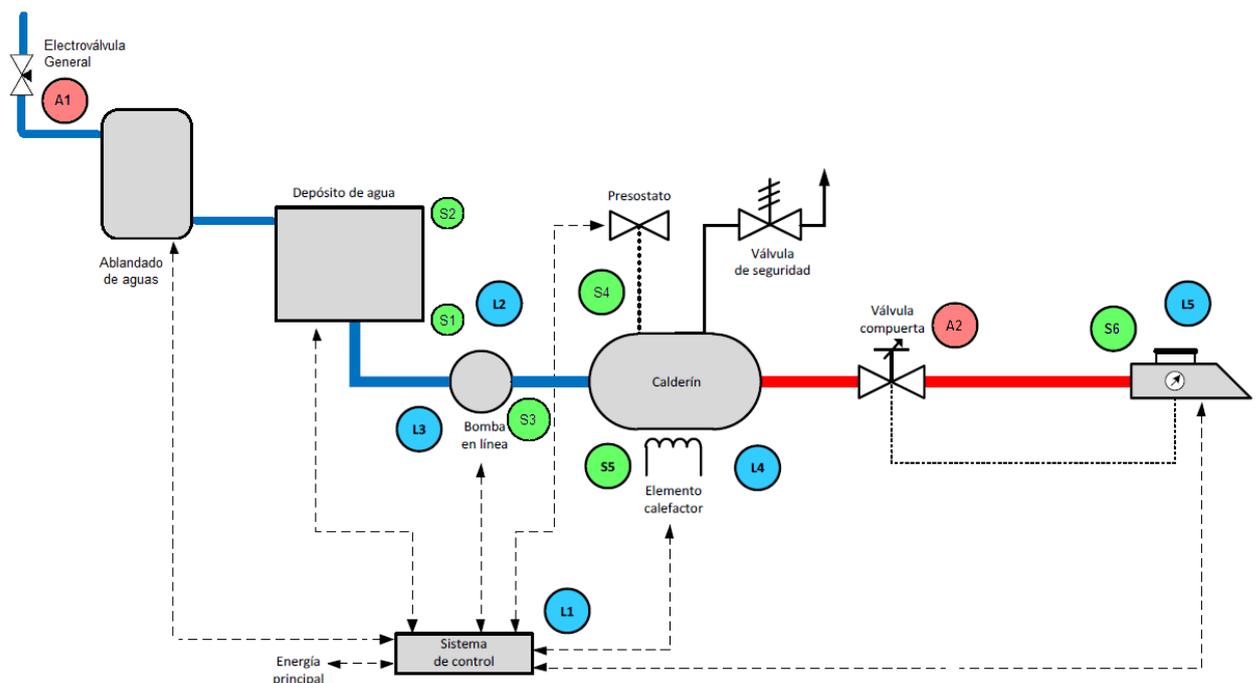
La instalación eléctrica de nuestro sistema cumple con las normativas que nos impone el "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión" y sus instrucciones Técnicas Complementarias. (ITC) BT 01 a BT 51.

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

http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx

3. Descripción del Sistema.

El proyecto puede resumirse en este esquema general del mismo, donde podemos encontrar los distintos elementos que lo componen, los actuadores que interfieren en el estado del mismo, los sensores que cotejan la información del mismo y los indicadores que muestran su estado:





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

4. Elementos del sistema.

4.1.- Ablandador de aguas.

Es un elemento que podríamos llamar "pasivo" en el sistema, ya que no interviene de forma directa en el funcionamiento del mismo. El agua que viene del suministro general se hace pasar por el ablandador para que adquiera un grado de pureza superior que evite problemas en el funcionamiento del sistema.

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

Con su sencilla colocación conseguiremos:

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



Ablandador de Agua Oceanic

4.1.1. Instalación:

El ablandador contiene dos grifos, uno de entrada y uno de salida. Únicamente habrá que conectar la tubería de suministro de agua general al grifo superior, y la tubería al grifo inferior por el que saldrá el agua purificada será la que llegue directamente a nuestro depósito, que acumulará nuestra agua baja en impurezas para ser usada posteriormente.



4.1.2. Funcionamiento:

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

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

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

En el interior del ablandador de agua hay perlas de resina que están cargadas negativamente. Cuando el agua pasa a través de éste, el ablandador evita que el magnesio y el calcio pasen.

4.1.3. Mantenimiento:

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

4.2.- Depósito.

El depósito será de poliéster, haciéndolo muy ligero y, por tanto, fácil de instalar y reubicar ante posibles modificaciones futuras.

Podrá almacenar 200 litros, con lo que se cumple lo requerido en el especificaciones del proyecto y, además, hay una cantidad suficiente agua como para garantizar el funcionamiento del sistema ante posibles fallos en el suministro de agua.



Depósito 200 litros

4.2.1. Instalación:

Una vez colocado el depósito entre el ablandador de aguas y la bomba , se realizarán unos orificios de 120mm de diámetro, uno en la parte inferior del depósito y otro en la parte superior. No ponemos distancia exacta ya que es un poco orientativo, la tubería de entrada al depósito debe estar lo más alta posible, y la de salida hacia la bomba lo más bajo posible en el depósito.

En estos orificios colocaremos unas gomas de 120mm de diámetro para que, una vez introducidas las tuberías, no se produzca salida del agua al exterior del depósito.

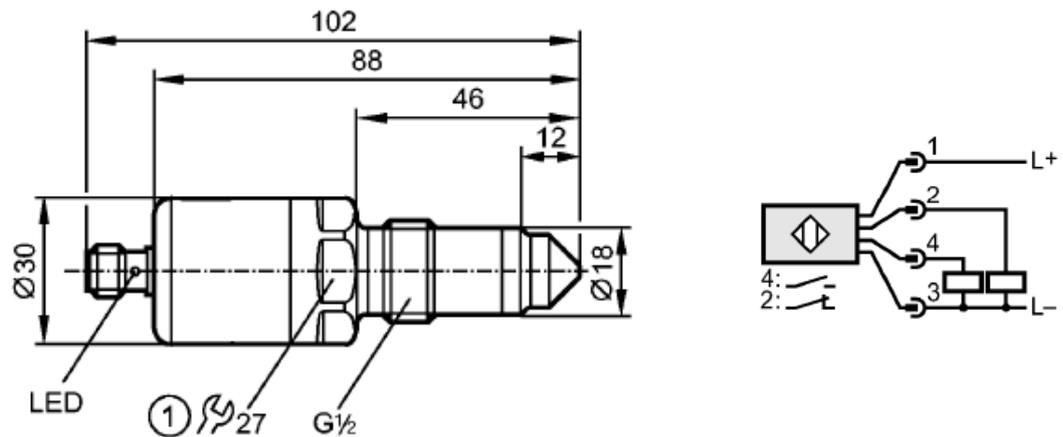
Además, aprovechando haremos los dos orificios para los dos sensores que tendrá nuestro depósito. Tendrán un diámetro de 18mm, y estarán situados uno a 70mm del fondo del depósito, y el segundo a la misma altura que el orificio de la tubería de entrada.

4.2.2. Nivel de agua en el depósito:

Se han de instalar distintos sensores electrónicos de nivel para el control del nivel de agua en el depósito.

En este caso se van a instalar sensores ópticos de nivel, en concreto el modelo *LMT100* de *IFM ELECTRONIC*, los cuales nos proporcionaran información de la cantidad de agua que contiene el depósito.

Aquí podemos comprobar las especificaciones del sensor elegido:



Application	water, water-based medium
Electrical design	DC PNP
Output	normally open / closed complementary
Operating voltage [V]	18...30 DC
Current rating [mA]	50
Short-circuit protection	pulsed
Reverse polarity protection	yes
Overload protection	yes
Voltage drop [V]	< 2.5
Current consumption [mA]	< 40
Recommended media	water, water-based medium
Cannot be used for:	oils, grease
Maximum vessel pressure [bar]	-1...16
Medium temperature water and hydrous media	
Continuous [°C]	0...85
Short time [°C]	0...150 (1 h)
Ambient temperature [°C]	0...60
Storage temperature [°C]	-25...80
Protection	IP 68 / IP 69K, III
Shock resistance	IEC 60068-2-27: 50 g (11 ms)
Vibration resistance	DIN EN 60068-2-6: 20 g (10...2000 Hz)
EMC	IEC 61000-6-2 : 2005 IEC 61000-6-4 : 2006 / (open tanks) IEC 61000-6-3 : 2006 / (closed tanks)
MTTF [Years]	470
Housing materials	stainless steel 316L / 1.4404; PEEK; PA12-GF30; FPM (Viton)
Materials (wetted parts)	PEEK; surface characteristics: Ra < 0.8
Display	Switching status LED yellow
Connection	M12 connector; gold-plated contacts
Weight [kg]	0.169

ifm electronic gmbh • Friedrichstraße 1 • 45128 Essen — We reserve the right to make technical alterations without prior notice. — GB — LMT100 — 22.07.2010

Según la normativa estudiada en el apartado anterior (ITC MIE-AP1 del reglamento de "Aparatos a Presión"), el nivel mínimo donde colocar el sensor será de 70mm desde el fondo del depósito.

Si por algún casual ocurriese que el nivel de agua descendiera por debajo de ese nivel mínimo, habría que aportar agua al depósito manualmente. Si el nivel de agua desciende de ese nivel, se encenderá una LED de alerta.

Vamos a colocar dos sensores de nivel en nuestro depósito:



En la parte inferior del depósito tendremos un sensor denominado “vacío”, que tiene como misión informar de que el depósito se encuentra por debajo del 20% de su capacidad, y se tiene que activar, por tanto, la electroválvula “Val_1” para suministrar agua al depósito, pasando previamente por el ablandador de aguas. Este será el sensor que colocaremos a los 70mm del fondo del depósito, en el límite mínimo permitido por el reglamento, y es un sensor de protección de instalación.

En la parte superior del depósito encontraremos otro sensor (“tope”) que se activará cuando el depósito se encuentre al 90% de su capacidad, lo que provocará la desactivación de la electroválvula “Val_1”, evitando así el desbordamiento del depósito.

4.2.3. Funcionamiento.

El funcionamiento del depósito es relativamente sencillo.

El sensor “vacío” es el que coordina la apertura de la electroválvula: si está activado significará que el depósito contiene más de un 20% de agua, por lo que no es necesario abrir la válvula para facilitar la entrada de agua al depósito. Mientras que, si el sensor deja de estar activado quiere decir que el nivel de agua ha caído por debajo del mínimo; el dato es procesado y se efectúa la apertura de la válvula.

El sensor “tope” es el que rige el cierre de la electroválvula. Mientras esté desactivado significará que el nivel de agua está por debajo del máximo establecido, y, por tanto, no intervendrá en el funcionamiento de la electroválvula. Cuando se active hará que la electroválvula se desactive, ya que hemos llegado al límite máximo que no queremos rebasar para que no se desborde el depósito.

4.2.4. Circuitería sensores.

Los dos sensores reciben una tensión de entrada de 5V, lo que proporcionará un 1 lógico (contacto cerrado) en la entrada del PIC.

Cada sensor de nivel tiene dos terminales de salida conectados, A y B, normalmente en contacto abierto. Cuando el nivel de agua llegue al sensor “tope”, se producirá un cortocircuito entre sus dos terminales A y B.

Lo mismo ocurrirá cuando el nivel de agua supere y, por tanto, active el sensor “vacío” produciendo un corto entre sus dos terminales.



Así mismo, cuando el nivel de agua esté por debajo del sensor “vacío”; o lo que es lo mismo, por debajo del nivel mínimo establecido, éste sensor se desactivará. Sus dos terminales se encontrarán entonces en circuito abierto.

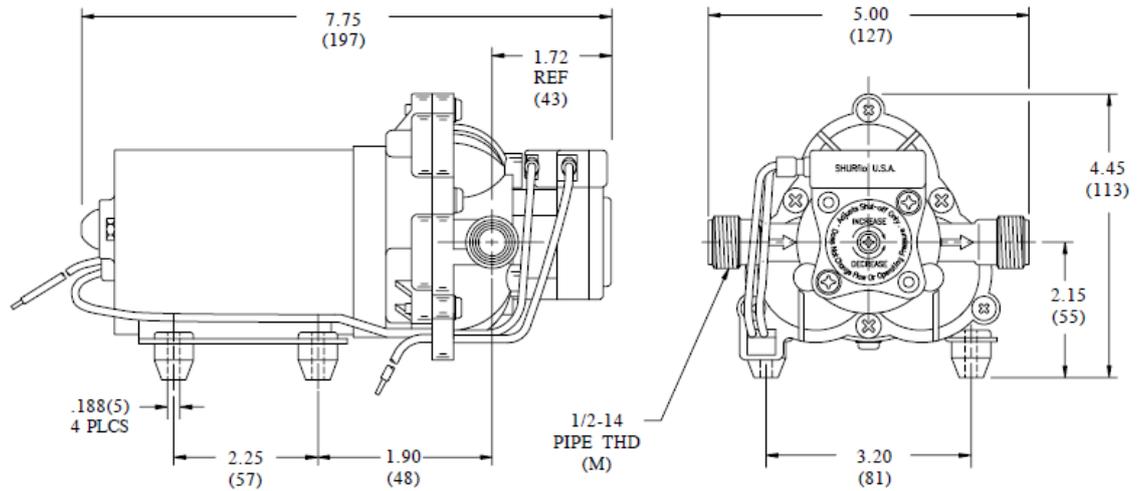
Esto indicará que hay que suministrar agua al depósito, encendiendo un LED y mandando la información al PIC para que active la electroválvula.

4.3.- Bomba de agua.

La bomba que aportará agua a la caldera elegida para este proyecto será la bomba *SHURflo 403, serie 2088 de bombas SHURflo*:



Bomba SHURflo 403



4.3.1. Características:

- Ideal para aplicaciones con un alto volumen de transferencia de agua.
- Diseñado para trabajos duros en aplicaciones de riego por aspersión.
- Funcionamiento silencioso.
- Auto cebado a 3,6 metros.
- Puede funcionar en seco sin riesgo alguno.
- Modelo 2088-403-143 disponible en 12V.
- La serie 2088 es la ideal para aplicaciones de alto fluido con bajo consumo.
- Las bombas pueden ser montadas en cualquier posición y son compactas.
- Válvulas testadas a 13.8 kg./m (200 PSI)
- Con presostato ajustable.
- Disponibilidad de recambios: piezas fácilmente reemplazables.
- Aprobadas por las normativas: UL, CSA, NSF, FDA y IAPMO.

4.3.2. Especificaciones técnicas

- Diseño de bomba: desplazamiento positivo bomba de diagrama de 3 cámaras.
- Comprobación de válvula: funcionamiento en un sentido, previene el fluido inverso.
- CAM: 3.5 grados.
- Motor: Imán permanente P /N 11-148-01 protección térmica.
- Voltaje: 12 VDC nominal.
- Interruptor de presión: Apagado ajustable en rango de 2.07 a 3.45 Kg. /m.
- Configurado @ 2.76 Kg. /m Encendido 1.72 Kg. /m 0.34.
- Temperatura del líquido: 77 C (170 F) máximo.
- Aspiración: Auto aspiración por encima de 3 metros (10 pies) en vertical, máximo. Presión de entrada 2.07 Kg. /m (2.1 Bar 30 PSI).
- Puertos: " - 14 cable macho paralelo.
- Material de construcción:
- Plástico: polipropileno



- Válvulas: Epdm
- Diafragma: Santoprene principalmente, Buna (interruptor).
- Cierres: acero recubierto de zinc.
- Peso neto: 1.59 Kg. (3.5 libras)
- Ciclo de trabajo: Intermitente (ver el cuadro de incremento de temperatura)
- Aplicaciones típicas: Agua potable.

4.3.3. Normas de obligado cumplimiento:

Ésta bomba y el montaje de la misma, así como sus complementos, han sido elegidos de acuerdo con el Apartado 5 del Artículo 15 de la "I.T.C. MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión".

Para calderas con nivel de agua definido en las que está automatizada la aportación de agua, el sistema de alimentación estará controlado por un dispositivo que detecte el nivel de agua, al menos.

En el caso de acción continua, la bomba de alimentación de agua estará continuamente en servicio, y el caudal introducido vendrá regulado por una válvula automatizada y mandada por la acción del sistema controlador de nivel. Dicho sistema actuará de forma que la válvula que controla la alimentación de agua, quede en posición abierta, si se producen fallos del fluido de accionamiento.

En el caso de acción discontinua (que es nuestro caso), los sensores de nivel de la caldera actuarán sobre la alimentación de la bomba, parándola o poniéndola en servicio según las necesidades.

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

La puesta en marcha de la bomba estará controlada por el PIC, y dependerá del nivel de agua en la caldera, y de la presión dentro de la caldera.

Por lo que puede pasar que:

- Que haya agua en el depósito y presión suficiente en la caldera.
- Que haya agua en el depósito y la presión de la caldera esté bajo mínimo.
- Que no haya agua en el depósito pero si presión en la caldera.
- Que ninguno de los depósitos tenga agua.

Tan sólo en el segundo caso necesitaremos que la bomba entre en funcionamiento, y acto seguido se encenderá un LED que indicará el funcionamiento de la bomba.



4.4.- Caldera.

Según las condiciones exigidas en el proyecto, la caldera elegida que más se acerca a nuestras necesidades será el generador de vapor *ATTSU, Modelo TE-INOX*.



Caldera ATTSU, TE-INOX

TE es un generador de vapor eléctrico, concebido para pequeños consumos de vapor e instalaciones en ambientes limpios y suministro de vapor de gran pureza.

La caldera, está construida en Acero Inoxidable AISI-316L con una producción de vapor de 6 a 50 Kg/h y hasta a una presión de 3,5 Bar.

Está especialmente diseñada para instalaciones que precisan de un generador hecho en Acero Inoxidable y con un título de vapor de alta calidad y pureza.

4.4.1. Características:

- Generador de vapor en **Acero Inoxidable AISI-316L** .
- Perdidas por radiación mínimas a consecuencia de su aislamiento de alta densidad.
- Gran accesibilidad para la realización del mantenimiento, incorporando paneles desmontables en el cuerpo a presión.



- Alto título de vapor, gracias al gran volumen y altura de la cámara de vapor, unido a la incorporación interior de un separador de gotas.
- Las resistencias ohmicas de baja carga , de acero inoxidable, encapsuladas y blindadas, totalmente sumergidas, hacen de la TE una caldera con una inmejorable transmisión térmica.
- Con el escalonamiento de potencia desde 1 hasta 10 o más etapas, hacen de la TE, un generador de vapor flexible y modulante en el suministro de vapor.
- La caldera TE, está Certificada según la Directiva Europea 97/23/CE.
- Bajo pedido, la caldera TE puede suministrarse con el armario eléctrico de control ATTSUTROL, con autómata incorporado pudiendo conseguir una vigilancia de 24 ó 72 horas.
- La caldera TE, con un único mando para la puesta en marcha, indicadores de incidencias, bloqueos automáticos contra maniobras erróneas y un panel con instrucciones resumidas de mantenimiento, la hace muy fiable y comprensible al operador de calderas.

4.4.2. Funcionamiento.

La puesta en funcionamiento de la caldera provocará el encendido de la resistencia calefactora que se encuentra en el interior de la misma, comenzando a calentar el agua para convertirla en vapor.

Esta puesta en funcionamiento dependerá de la presión de la caldera y de la existencia o no de agua en la caldera.

Los casos que se pueden dar serán:

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

Mientras la presión se mantenga por encima de 3,5 bares, la caldera y, por tanto, la resistencia, estará apagada.



Si la presión desciende y se da el caso 3 la resistencia se pone en funcionamiento, y empieza a calentar el agua para subir la presión de nuevo en el interior de la caldera.

Cuando esto suceda un LED se encenderá para indicar que la resistencia está activa.

En algunas zonas de la geografía, el agua que se suministra puede ser excesivamente dura, pudiendo provocar sedimentación de cal alrededor de la resistencia. Para evitar este suceso se ha instalado el ablandador de aguas explicado anteriormente.

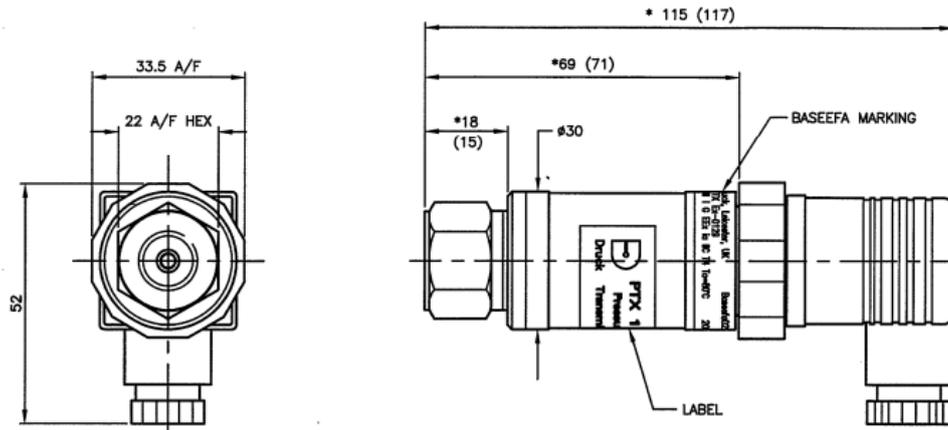
La caldera no debe trabajar sin que haya agua dentro de ella, ya que las resistencias que contienen están diseñadas para trabajar rodeadas de un fluido. Por ello, tomamos precauciones para detectar cuando sucede esto, y desconectamos la resistencia.

4.4.3. Control de presión.

Para mantener el control de la presión en el interior de la caldera, vamos a añadir un presostato, que tiene la función de un interruptor que se cierra o se abre dependiendo de la presión obtenida.

El sensor elegido es el LS de 250 mbares -400 mbares, un sensor de presión de tipo indicador 4-20 mA, de dos hilos e índice de protección IP65 para el control continuado en zonas con atmósferas explosivas (ATEX), como los entornos de control de procesos y de gas/petroquímicos.





Tensión de alimentación	9-30 Vdc
Corriente de salida	4 a 20 mA
Sin linealidad combinada, histéresis y repetibilidad	$\pm 0,15$ % FS
Amplitud y desajuste cero	± 5 % ajustable
Estabilidad a largo plazo	0,1%, FS p/a
Rango de temperaturas	-20 a +80 °C
Peso	330 g
Rango de temperatura media de proceso	-30 °C a +120 °C
Efecto temperatura	$\pm 0,5$ % 9-10 a +50 °C
Protección RFI	Conforme con IT8839 (10 kHz a 500 MHz)

Se puede observar que trabaja en un margen de 0 a 10 bares de presión, y aporta una tensión en un rango de 0 a 5 V. Por tanto, a 0 bares aportará 0V a la salida; y a 10 bares devolverá una tensión de 5V.

Como se quiere controlar que la presión no exceda de 3.5 bares, como se pide en las especificaciones del proyecto, necesitamos calcular qué voltaje devolverá el sensor cuando detecte una presión de 3.5 bares.

Tiene tres terminales: alimentación, masa y salida. Está alimentado a 12 voltios, y la tensión de salida irá a un comparador. Para comparar necesitamos el valor de la tensión para 3.5 bares de presión, que se conseguirá con una simple regla de tres:

Si para 10 bares, obtendremos 5V; para 3.5 bares obtendremos X:

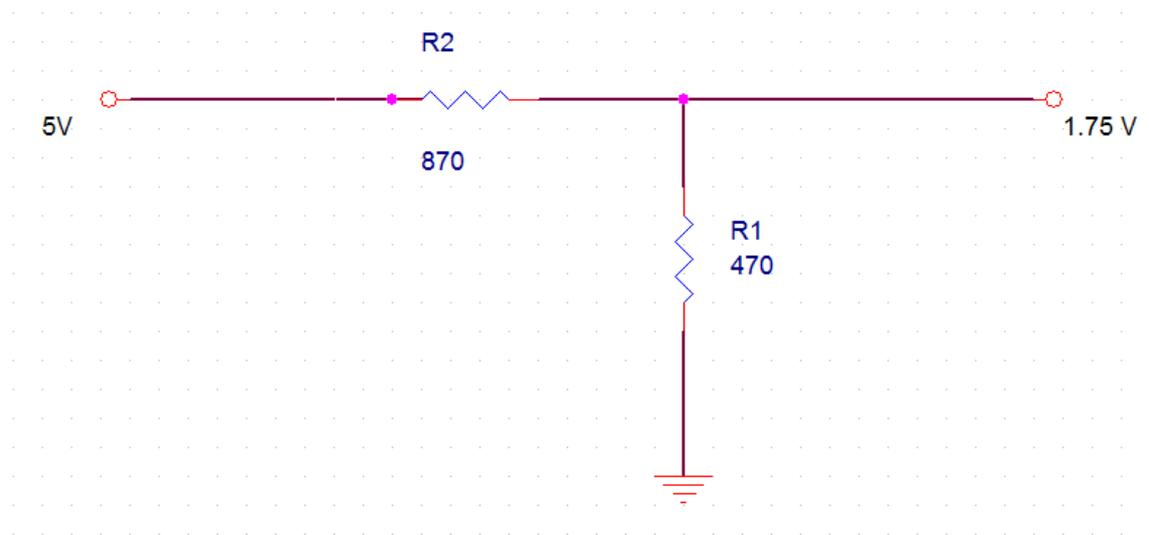


$$X = \frac{3.5 * 5}{10} = 1,75 V$$

Esta tensión será introducida a la entrada de un comparador utilizando un divisor de tensión

La primera resistencia la fijamos en $R1 = 470\Omega$, y la segunda tendremos que calcularla:

$$1.75 V = V_{cc} \frac{R1}{R1+R2} \rightarrow R2 = 870\Omega$$



Lo que se consigue con esto es que cuando en la caldera se alcancen los 3.5 bares de presión deseados, el comparador devolverá un 1 lógico a la entrada del PIC16F877. Se indicará que la presión es la adecuada mediante la iluminación de un diodo LED.

Si la tensión que ofrece el sensor es menor que 1,75V, el comparador devolverá 0V a la tensión de salida, indicando que la presión no es lo suficientemente alta para calentar el agua.

Cuando la presión supera los 3.5bares no hay ningún problema hasta que se supere el límite de 5 bares. Si esto ocurre, la válvula de seguridad vacía la presión de la caldera.



4.5.- Elemento de planchado.

Todo este proyecto está destinado a un fin, que es el de conseguir planchar prendas de ropa de la forma más eficientemente posible. Para ello, se ha seleccionado una máquina de planchado industrial con un sistema de vaporización a cinta continua, que consigue un óptima calidad de acabado y gran productividad.

El centro de planchado será el "COSMOTEX ironing machine TV-ON", que se puede observar a continuación:



TV-ON COSMOTEX



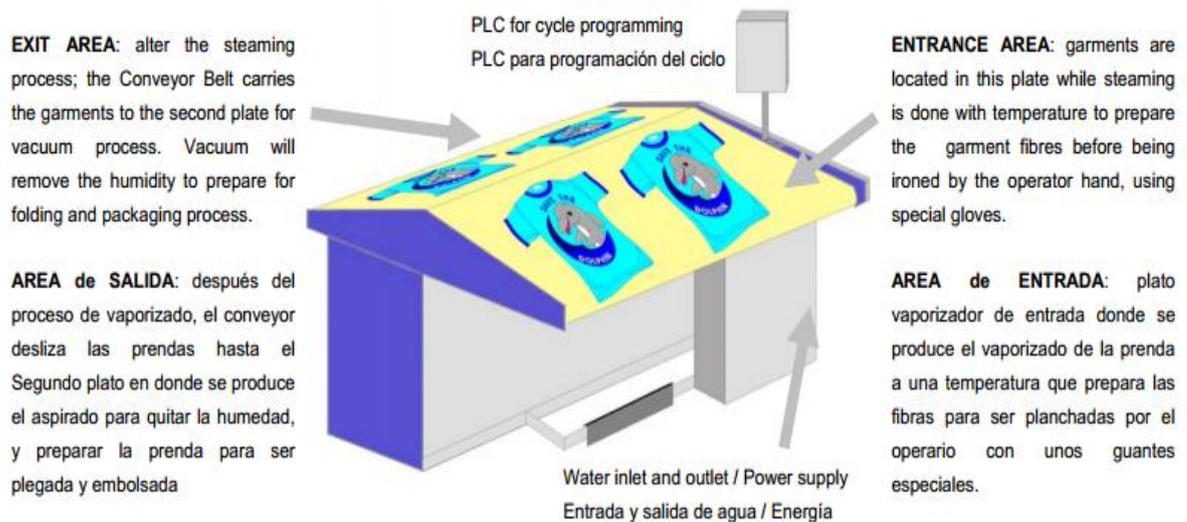
4.5.1. Características.

La máquina consta de dos zonas: el área de entrada, el área de salida.

En el área de entrada encontramos el plato de vaporización de entrada, donde se produce el vaporizado de la prenda a una temperatura que prepara las fibras para ser planchadas por el operario con unos guantes especiales. El funcionamiento de la plancha está automatizado, por lo que al paso de un tiempo fijado por los operarios según las necesidades que estimen convenientes, la cinta transportadora girará y arrastrará las prendas hasta el área de salida.

En esta área de salida se produce el aspirado para quitar la humedad y preparar la prenda para ser plegada y embolsada.

Aquí se puede observar un pequeño croquis ilustrativo del proceso:



Tiene unas dimensiones (mm) de 1800 x 2100, donde poder planchar las prendas de dos en dos.

Se calcula que se puede alcanzar una producción de **360 piezas por hora.**

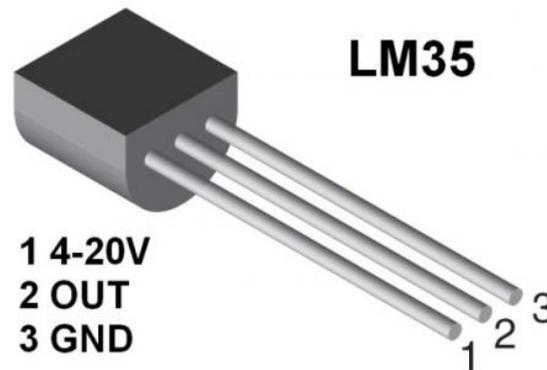
4.5.2. Funcionamiento.

La plancha lleva su propio termostato donde seleccionar la temperatura a la que queremos tener la plancha, a la cual llegará cuando se active la plancha. Será un potenciómetro que dará una señal de referencia.

Añadiremos un sensor de temperatura que transforme el valor de la temperatura en tiempo real en un determinado voltaje.



Se va a utilizar un sensor de uso común, que es fácilmente adquirible. El sensor será un LM35, que dará valores de tensión en función de la temperatura.



Sensor de temperatura LM35

Las dos salidas irán directas al PIC, donde serán comparadas iluminando un LED en el caso de que la temperatura leída por el sensor alcance a la de referencia.

El sensor dará a la salida una tensión proporcional a la entrada. Trabaja en un rango de temperaturas entre 2 °C a los 150 °C, donde cada grado significa 10mV a la salida, por lo que el intervalo de tensión será de 0.02V a 1.5V.

El LM35 es un sensor de temperatura integrado de precisión, cuya tensión de salida es linealmente proporcional a la temperatura en °C (grados centígrados). El LM35 por lo tanto tiene una ventaja sobre los sensores de temperatura lineal calibrada en grados Kelvin. Los usuarios no están obligados a restar una gran tensión constante para obtener grados centígrados.

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

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



5. Indicadores

5.1.- Pantalla LDC.

Se necesita un elemento donde visualizar el estado del sistema en tiempo real. Para ello, lo más funcional es instalar una pantalla LCD de 4 x 16, donde se representará el estado del sistema y cualquier posible anomalía.

En nuestro caso hemos elegido la pantalla GMB-ACE-066:



Pantalla LCD

Nos mostrará cuatro procesos distintos:

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

Y los distintos mensajes que nos mostrará será:

- NIVEL AGUA : VACIO : el nivel de agua está por debajo del límite inferior fijado.
- NIVEL AGUA : TOPE : el nivel de agua ha llegado al límite superior, hay que cerrar la electroválvula para que no rebose.
- RESISTENCIA : ON : la resistencia está calentando.



- RESISTENCIA: OFF : la resistencia está inactiva.
- PRESION OFF : presión en la caldera insuficiente.
- PRESION OK : presión en la caldera adecuada para trabajar.
- PLANCHA FRIA : la temperatura de la plancha no es la adecuada para trabajar.
- PLANCHA OK : plancha lista para usarse.

La pantalla estará empotrada en una chapa metálica con un orificio rectangular con las medidas de la pantalla.

5.2.- Diodos LED.

Son elementos para indicar rápidamente y de una forma fácil de divisar el estado del sistema y los posibles fallos del mismo.

Irán empotrados en la misma chapa que la pantalla LCD, en unos orificios circulares del diámetro del LED (10mm).

Los colores de iluminación de los mismos son lo de menos. Se han elegido unos para este proyecto, pero pueden ser modificados.

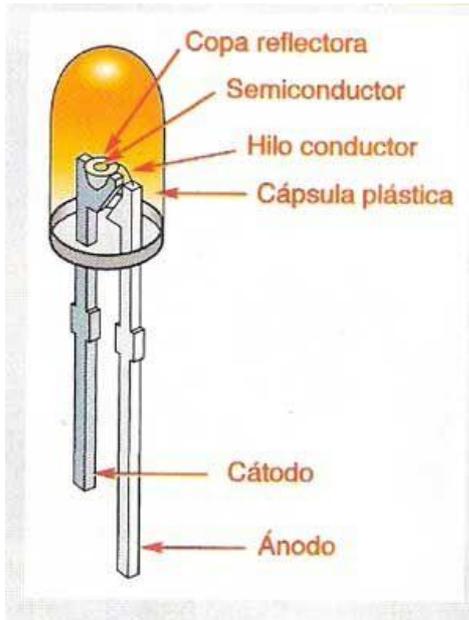
Cuando el sistema esté en marcha, cuando se haya puesto a funcionar todos, lo indicaremos con un LED transparente que nos dará una luz clara.

Después, se pondrá en funcionamiento la bomba y la resistencia de la caldera, lo cual se reflejará con un LED naranja para cada uno.

Cuando la presión en la caldera sea la adecuada, y la temperatura en la plancha también, se encenderán dos LEDs verdes que indicarán que el sistema está listo para trabajar.

Cuando el nivel de agua en el depósito esté por debajo del mínimo establecido, se encenderá un LED rojo a modo de alerta.

Se usaran diodos LED convencionales de uso común como los que se muestran a continuación:



Los diodos van protegidos con sus correspondientes resistencias insertadas directamente en la placa diseñada.

La dimensión de los diodos deberá ser de 10mm de diámetro.

5.3. Panel de control.

El panel de control será una placa de unos 5 mm de grosor donde irán empotrados los distintos elementos indicativos, tanto la pantalla LCD como los LED's.

Partiendo de una placa de acero de 300mm x 300mm, se deberá taladrar con las dimensiones de los LEDs elegidos, así como un orificio más grande para la pantalla LCD.

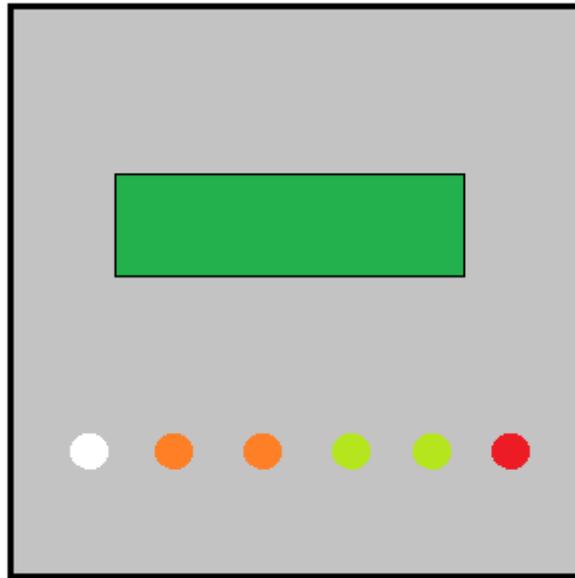
Los LEDs de nuestro sistema elegidos serán de 10 mm, por lo que se harán 6 orificios de 10mm para empotrar los 6 LED's.

Encima de éstos, haremos el orificio rectangular para nuestra pantalla LCD de dimensiones 87 x 60 mm.

Debajo de esta chapa irá colocada "Placa Indicadores" que se ha diseñado previamente para el conexionado de los elementos indicadores.



La chapa se verá como una cosa así:



Panel de indicación

6. Actuadores.

El suministro general a nuestro sistema, así como el suministro de vapor a la plancha desde la caldera será controlado por unas electroválvulas que recibirán orden directa del microcontrolador dependiendo de las necesidades de nuestro sistema.

6.1.- Electroválvula VAL 1:

Controla la entrada de agua al sistema desde el suministro general hasta el ablandador de aguas.

La información en tiempo real del sistema es cotejada por el microcontrolador PIC y, si detecta que el nivel de agua en el depósito es insuficiente, manda una señal a la electroválvula para abrirla y permitir el flujo de agua para elevar el volumen de agua en el depósito.

La electroválvula elegida para el sistema trabajará bajo una señal de 12V, normalmente cerrada y controlada absolutamente por nuestro microcontrolador.



El fabricante elegido será *Shanghai KaiKe* (aunque valdría cualquiera de uso comercial que trabaje a 12V):



Electroválvula 12V

6.2.- Electroválvula VAL 2:

Será exactamente igual que la electroválvula VAL_1 y el funcionamiento es similar, tan sólo que en esta ocasión lo que se regula es el flujo de vapor a la plancha.

Será controlada por el microcontrolador y se activará cuando detecte que la presión en la caldera y la temperatura de la plancha es la adecuada. En este caso, el flujo de vapor será permitido y se podrá empezar a trabajar.

7. Conexionado elementos

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

Cuando la tubería es sometida a una presión interna, se induce una tensión hidrostática en la pared de la cañería.

De acuerdo con la normativa ISO, la designación de material se relaciona con el nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS (Minimum Required Strength)



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

7.1. Tubería desde el depósito a la caldera

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

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

Es importante destacar que las tuberías de polietileno pueden soportar líquido y gases a baja temperatura.

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

Tabla de características PE100

En las tuberías a presión hay que tener en cuenta el espesor de las paredes. Este espesor nos lo da la siguiente ecuación:

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

Donde:

PN = presión nominal, MPa

D = diámetro externo de la tubería, mm.

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

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

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



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

Según el Apartado 5 del Artículo 15 de la I.T.C. MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión, sabemos que la bomba, situada en la línea de alimentación de agua, deberá ser capaz de introducir el caudal de agua a una presión superior a un 3% como mínimo a la presión de tarado más elevada de la válvula de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa.

Por lo tanto, como la presión de tarado de la válvula es 5 bares, supondremos que la presión nominal (PN) es igual a 5.2 bares aproximadamente.

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

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

Por lo tanto, para la comunicación entre la caldera y el depósito de agua, utilizaremos tuberías de polietileno de 40mm de diámetro y de espesor 2.14mm.

7.2. Tuberías de la caldera a la plancha

Como las tuberías de polietileno no soportan altas temperaturas, no serán adecuadas para comunicar el valor que suministra la caldera a la plancha.

Para este caso se utilizarán tuberías de polipropileno. Éste material presenta se caracteriza por:

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

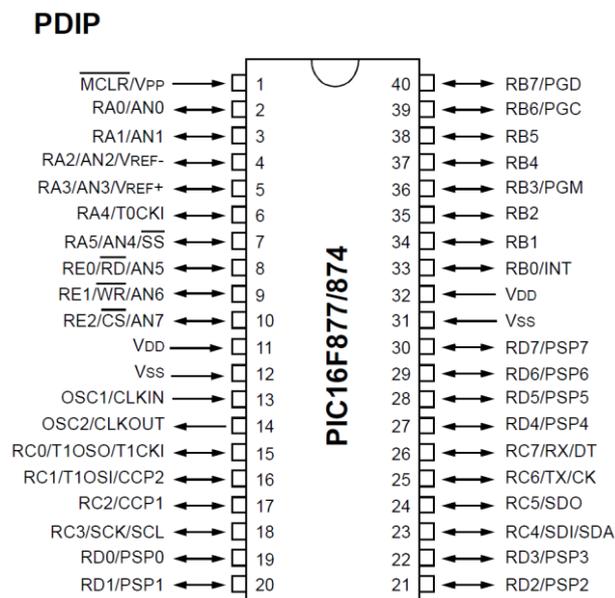
Para la comunicación entre la caldera y la plancha elegiremos una tubería de polipropileno de diámetro 40mm y con espesor de 3.14 mm aproximadamente.



8. Microcontrolador PIC

Es el cerebro del sistema. Se encarga de cotejar toda la información del mismo en tiempo real y tomar las decisiones para coordinar y actuar según se necesite.

El microcontrolador elegido se denomina PIC, ya que procede de la familia MicroChip. En concreto, elegimos el modelo 16F877 por contener varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en nuestro sistema.



Ha sido elegido este dispositivo porque:

- Soporta modo de comunicación serial, con dos pines para ellos.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria programable: la memoria en este PIC es la que se denomina tipo "flash". Esta memoria se puede borrar electrónicamente.

8.1. Programación 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.



Aquí se observan las líneas de código para la programación:

```
#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 CALEFACTOR_AVERIADO 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_RESISTENCIA =portd.1

#bit LED_SISTEMA_ACTIVADO=portd.3 //(L2)
#bit LED_RESISTENCIA_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_RESISTENCIA_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 RESISTENCIA_ON[] = "RESISTENCIA: ON ";  
char RESISTENCIA_OFF[] = "RESISTENCIA : OFF";  
char ERROR_BOMBA[] = "BOMBA AVERIADA";  
char ERROR_RESISTENCIA[] = "RESISTENCIA 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_Resistencia = GrafcetPresionCaldera();  
        GrafcetLecturaAD();  
        ProcesosIndependientes();  
    }while(!Fallo_Bomba && !Fallo_Resistencia);  
    lcd_putc('\f');  
    if(Fallo_Bomba){  
        lcd_gotoxy(3,2);  
        lcd_puts(ERROR_BOMBA);  
    }  
    if(Fallo_Resistencia){  
        lcd_gotoxy(1,2);  
        lcd_puts(ERROR_RESISTENCIA);  
    }  
    ACTIVACION_BOMBA=OFF;  
    ACTIVACION_RESISTENCIA=OFF;  
    LED_SISTEMA_ACTIVO=ON;  
    LED_RESISTENCIA_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_ACTIVADA){  
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_RESISTENCIA,
TEST_RESISTENCIA,
CALENTANDO_CALDERA
FALLO_RESISTENCIA,
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_RESISTENCIA;
tiempo_local=tiempo_global;
}
break;
case ENCIENDE_RESISTENCIA:
if( (tiempo_global-tiempo_local) > (int32)20 )
SM_PRESION=TEST_RESISTENCIA;
break;
case TEST_RESISTENCIA:
if(SENSOR_RESISTENCIA_ACTIVADA){
SM_PRESION=CALENTANDO_CALDERA;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_resistencia=0;
}
else{
SM_PRESION=FALLO_RESISTENCIA;
```



```
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_resistencia++;
}
break;
case CALENTANDO_CALDERA:
if(!SENSOR_RESISTENCIA_ACTIVADA){
SM_PRESION=FALLO_CALEFACTOR;
tiempo_local=tiempo_global;
Numero_intentos_calefactor++;
}
else if(SENSOR_PRESION)
SM_PRESION=ESTADO_REPOSO;
break;
case FALLO_RESISTENCIA:
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 RESISTENCIA_AVERIADA;
break;
}
if(SM_PRESION==ENCIENDE_RESISTENCIA ||
SM_PRESION==TEST_RESISTENCIA||
SM_PRESION==CALENTANDO_CALDERA)
ACTIVACION_RESISTENCIA=ON;
if(SM_PRESION==ESTADO_REPOSO ||
SM_PRESION==FALLO_RESISTENCIA ||
SM_PRESION==BUCLE_CERRADO)
ACTIVACION_RESISTENCIA=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_RESISTENCIA_ACTIVADA){
LED_RESISTENCIA_ON=ON;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(REISTENCIA_ON);
}
else{

LED_RESISTENCIA_ON=OFF;
lcd_gotoxy(1,4);
lcd_puts(REISTENCIA_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_RESISTENCIA=OFF;
LED_SISTEMA_ACTIVO=ON;
LED_RESISTENCIA_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]);
}
```



9. Circuito de corriente alterna

El equipo está alimentado con una corriente alterna de 220V con una potencia de 5.5Kw.

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

Dado que el consumo de la resistencia de la caldera y el elemento de planchado son de 4Kw y 1.5Kw respectivamente, se montaran dos contactores con un poder de corte de 30 A , controlados por los relés RL2 y RL3 del módulo de control respectivamente.

La sección del circuito de la resistencia de la caldera es de 4mm y la sección del elemento de planchado es de 1.5mm el cable

Los materiales y procedimientos de instalación de la parte eléctrica cumplirá el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBT).

10. Circuito de corriente continua

La fuente de alimentación de corriente continua irá montada en la tarjeta de control del sistema, y será de tipo serie con unas características adecuadas para alimentar el circuito electrónico con especificaciones digitales.

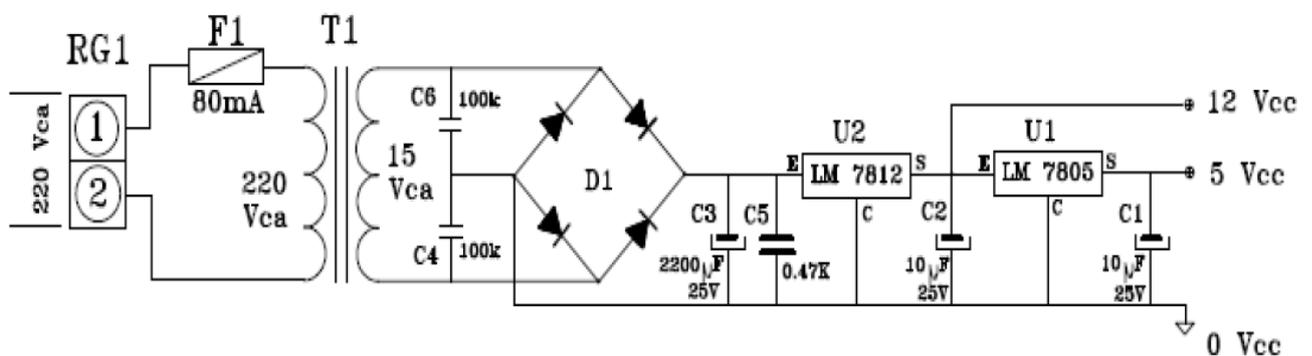
La fuente de alimentación estará estabilizada mediante reguladores integrados monolíticos (concretamente para 1 A de salida) y con un encapsulado del tipo TO-220 y con unas tensiones de salida estándar 12 y 5 V que refrigerados nos proporcionan una corriente máxima de 1 A. Los dos reguladores LM7812 y LM7805 puestos en serie nos proporcionan las dos tensiones estabilizadas que utilizamos en la placa de control y en el modulo LCD.

El transformador de alimentación debe de ser un transformador separador, por motivos de seguridad (lleva dos devanados separados galvánicamente). La tensión de entrada será la de línea (220Vca) y a la salida tendrá 15Vca y una intensidad de 1A en la salida. El circuito de entrada de 220V será protegido por un fusible de 80mA.



Se utilizará un rectificador de puente de onda completa para minimizar el rizado. Se ha empleado un condensador electrolítico de 2200uF para alisar la corriente continua a la salida del rectificador.

Con los reguladores de tensión U2 y U1 obtenemos las dos tensiones de trabajo de la circuitería del proyecto.



Circuito Alimentación

11. Mantenimiento del sistema

El tratamiento del agua utilizada en nuestro sistema es esencial para mantener las características funcionales del sistema en condiciones, pero no será suficiente tan sólo con eso.

Se deberán realizar revisiones periódicas de las cuales se llevará un registro de las operaciones realizadas. Las revisiones se llevarán a cabo por personal especializado, y supervisadas por un empleado con conocimientos generales del sistema.



11.1.- Mantenimiento depósito y caldera.

Para que la instalación mantenga su funcionalidad y su seguridad, es preciso realizar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tratar el agua en una caldera de vapor es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes.

Lo que conseguimos con el tratamiento del agua es evitar problemas de corrosión e incrustaciones, asegurando la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera.

Antes de efectuar un inspección o prueba, deberá de comprobarse que el sistema está desconectado, que las paredes de la caldera estén frías. Habrá que realizar una revisión antes de realizar una limpieza de la caldera.

11.2.- Registro de mantenimiento

Se deberá de llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, donde se plasmaran los resultados de las tareas realizadas. El registro se reflejará en un libro de mantenimiento.

Se numerarán las páginas según las operaciones de mantenimiento, y deberán figurar:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular de mantenimiento.
- Numero de operación.
- Fecha de ejecución.
- Operaciones realizadas y el operario que las realizó.
- Lista de materiales remplazados o reparados.
- Observaciones.

El registro de las operaciones se hará por duplicado, entregando una copia al titular que será debidamente archivada en orden cronológico.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Presupuesto

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial

Alumno: Víctor Lorca Ballestrín

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 de Junio de 2013



1. Elementos del sistema

Cantidad	Concepto	Precio unidad	Total
2	Válvula electromagnética 12V	27,65€	55,30€
1	Ablandador de aguas	171,00€	171,00€
1	Depósito 200L	121,72€	121,72€
2	Sensor de nivel	156,75€	313,50€
1	Bomba de impulsión	263,28€	263,28€
1	Caldera	362,56€	362,56€
1	Sensor de presión	64,65€	64,65€
1	Válvula de seguridad	23,18€	23,18€
1	Plancha TV-ON COSMOTEX	11,500€	11,500€
2	Contactador bipolar 40A 220V	18,78€	37,56€
1	Interruptor general 40 A	23,25€	23,25€
3	Tuberías de polietileno	3,24€	9,72€
4	Tuberías polipropileno	4,62€	18,48€
2	Cable sección 4mm (10Metros)	18,24€	36,48€
4	Cable sección 1mm (10Metros)	13,34€	53,36€
			13.054,4 €

2. Tarjeta indicadores

Cantidad	Concepto	Precio unidad	Total
1	Pantalla LCD GMB-ACE-066	31,63€	31,63€
2	Diodo LED 10mm Verde	0,26€	0,52€
2	Diodo LED 10mm Naranja	0,26€	0,52€
1	Diodo LED 10mm Blanco	0,26€	0,26€
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€
			40,87 €



3. Tarjeta de control

Cantidad	Concepto	Precio unidad	Total
2	Relé 12 Vcd 16A	7,13€	14,26€
2	Soporte para relés	0,67€	1,34€
1	Fusible cristal 80mA	0,21€	0,21€
1	Porta-fusibles	0,80€	0,80€
1	Transformador 12Vcc 2A	16,15€	16,15€
1	Rectificador puente 2A	2,59€	2,59€
1	Micro-controlador PIC 16F877	9,53€	9,53€
1	Circuito integrado LM239	0,96€	0,96€
1	Circuito integrado ULN2001A	1,67€	1,67€
1	Regulador de tensión 5Vcc 1A	1,25€	1,25€
1	Regulador de tensión 12Vcc1A	1,35€	1,35€
1	Cristal de 20MHz	5,08€	5,08€
2	Regleta 2conexiones 4mm	3,16€	6,32€
4	Regleta 2conexiones 1mm	1,64€	1,64€
3	Regleta 3conexiones 1mm	2,15€	2,15€
1	Conector 16pines hembra	0,52€	0,52€
2	Condensador Electrolítico 10mF 25V	0,26€	0,52€
1	Condensador Electrolítico 2200mF 25V	0,68€	0,68€
2	Condensador cerámico 100K	0,18€	0,36€
1	Condensador cerámico 470	0,15€	0,15€
2	Condensador cerámico 27pF	0,08€	0,16€
2	Diodo 1N4007	0,19€	0,38€
6	Resistencia 330Ω 1/4W	0,05€	0,30€
1	Resistencia 180Ω 1/4W	0,05€	0,05€
1	Resistencia 10K 1/4W	0,05€	0,05€
			68,47 €

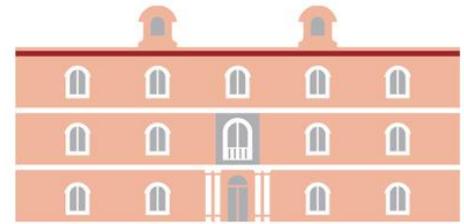


4. Presupuesto total

-Elementos del sistema	13.054,40€
-Tarjeta indicadores	40,87€
-Tarjeta de control	68,47€
	TOTAL	13.163,74€



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Anexo I

Titulación: I.T.I. Electrónica
Industrial

Alumno: Víctor Lorca Ballestrín

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 de Junio de 2013



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 cm^2 y Q_t la potencia calorífica total instalada de los equipos de combustión o de la fuente de calor, expresada en kW. No se admitirán valores de S menores de 0,5 m^2 para las salas con calderas de Clase segunda, ni menores de 0,1 m^2 para las salas con calderas de Clase primera.

En el caso de locales aislados, sin posibilidad de llegada de aire por circulación natural, se dispondrán llegadas de aire canalizadas, con un caudal mínimo de 2,5 Nm^3/hora por kW de potencia total calorífica instalada de los equipos de combustión. Las calderas que como fuente de energía no utilicen la combustión podrán reducir la ventilación de la sala a la mitad.



- c. Toda sala o recinto de calderas deberá estar totalmente limpia y libre de polvo, gases o vapores inflamables.
- d. En la sala o recinto de calderas se prohíbe todo trabajo no relacionado con los aparatos contenidos en la misma, y en todos los accesos existirá un cartel con la prohibición expresa de entrada de personal ajeno al servicio de las calderas.
Sólo podrán instalarse los elementos correspondientes a sus servicios, no permitiéndose el almacenamiento de productos, con la excepción del depósito nodriza del combustible y los necesarios para el servicio de la caldera.
- e. Deberá disponerse del Manual de funcionamiento de las calderas allí instaladas y de los procedimientos de actuación en caso de activación de las seguridades.
En lugar fácilmente visible de la sala o recinto de calderas, se colocará un cuadro con las instrucciones para casos de emergencia.

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

Las calderas de Clase primera podrán estar situadas en un recinto, pero el espacio necesario para los servicios de mantenimiento e inspección se encontrará debidamente delimitada por cerca metálica de 1,20 m de altura, con el fin de impedir el acceso de personal ajeno al servicio de las mismas. Para las calderas de vapor o de agua sobrecalentada cuyo $Pms \times VT = 10.000$, la distancia mínima que deberá existir entre la caldera y el riesgo ajeno será de 5 m. Alternativamente, podrá disponerse de un muro de protección con la resistencia indicada en el apartado 4.b.2 del presente artículo. La distancia mínima señalada se entiende desde la superficie exterior de las partes a presión de la caldera más cercana al riesgo y dicho riesgo.

4. Condiciones de emplazamiento para calderas de Clase segunda.

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

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

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

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

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 cm³, con el fin de poder resistir el posible impacto de aquél en caso de accidente.

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

d.1 La altura de los techos no será nunca inferior a los 3 m sobre el nivel del suelo y deberá rebasar en un metro, como mínimo, la cota del punto más alto entre los sometidos a presión de la caldera y, al menos, a 1,80 m sobre las plataformas de la caldera, si existen.

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

5. Condiciones específicas para las calderas de fluido térmico.

Las calderas de fluido térmico deberán cumplir los requisitos de instalación de la norma UNE 9-310. o cualquier otra norma equivalente. Así mismo, podrá utilizarse cualquier otra norma que aporte seguridad equivalente, debiéndose en este caso acompañarse un informe favorable de un organismo de control autorizado. Las calderas de fluido térmico de la clase segunda podrán instalarse en local



independiente o al aire libre, no siendo necesario cumplir los requisitos del anterior apartado 4.

Artículo 7. Sistemas de vigilancia de las calderas.

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

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

El sistema de vigilancia cumplirá los siguientes requisitos:

1. Vigilancia directa.

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

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

2. Vigilancia indirecta.

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

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

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

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

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



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

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

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

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

CAPÍTULO III

Inspecciones periódicas, reparaciones y modificaciones

Artículo 9. Inspecciones periódicas.

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

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

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

Artículo 10. Reparaciones.

~~Las reparaciones de las partes sometidas a presión de los equipos o conjuntos comprendidos en la presente 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 piro-tubulares (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 piro-tubulares, 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 piro-tubulares, 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 piro-tubulares, 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 piro-tubulares, se adecuará el método de unión de tubo a placa tubular, según se indique en el código de diseño para las nuevas condiciones de funcionamiento.

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

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

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

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

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

CAPÍTULO IV Otras disposiciones



Artículo 12. Obligaciones de los usuarios.

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

1. Operación de la caldera.

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

2. Mantenimiento de la caldera.

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

3. Vigilancia de la caldera.

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

4. Documentación.

Deberá disponerse de la siguiente documentación:

- a. Libro de la instalación.
El operador de la caldera deberá tener a su disposición un libro en el que se indiquen las características de la instalación y las actuaciones, controles o inspecciones realizadas.
El libro podrá sustituirse por los correspondientes registros que incluyan una información equivalente.
En el anexo III de esta ITC, se indica la información mínima que debe incluirse en el libro o registro correspondiente.
En el libro o registro se anotarán las operaciones efectuadas para el control de las seguridades.
De igual forma, deberán anotarse las comprobaciones del control del agua de alimentación, los posibles fallos de funcionamiento, las inspecciones o controles realizados, así como las reparaciones o modificaciones que puedan realizarse.
- b. Documentación de la instalación.
El operador de la caldera dispondrá al menos de la siguiente documentación:



- 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, expansionado
- g. Volúmenes específicos de vapor



- h. Calor específico
- i. Relación entre la presión y la temperatura del vapor

1.2- Generalidades sobre calderas.

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

1.3- Combustión.

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

1.4- Disposiciones generales constructivas en calderas pirotubulares.

- a. Hogares. Lisos y ondulados
- b. Cámaras de hogar
- c. Tubos. Tirantes y pasadores
- d. Fijación de tubos a las placas tubulares
- e. Atirantado. Barras tirantes, virotillos, cartelas
- f. Cajas de 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.

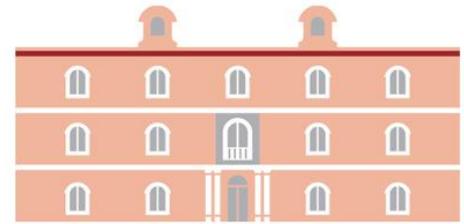
UNE-EN 1293-6:2003, Parte 6: Requisitos para el equipo de la caldera.

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.



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Anexo II

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial

Alumno: Víctor Lorca Ballestrín

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 14 de Junio de 2013



1. Webs consultadas.

<http://www.macrun.es/>

<http://www.proyectosfindecarrera.com/>

<http://www.tintorerias.com/foro/>

<http://www.boe.es/boe/dias/1999/05/31/pdfs/A20532-20559.pdf>

http://www.figmay.com.ar/pdf/destilador_de_agua_FM4.pdf

<http://www.oceanic-saunas.eu/es/steam/steamroom-accessories/oceanic-aablandador-de-agua.html>

http://www.attsu.com/detalle_productos.php?id=23&idc=1&idsc=2

<http://www.climaonline.es/termo-de-agua-electrico-200-litros-envio-gratis-152-p.asp>

http://es.rs-online.com/web/p/sensores-de-nivel-e-interruptores/7406442/?searchTerm=sensores+de+nivel+de+agua&relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E44656661756C74266C753D6573266D6D3D6D61746368616C6C7061727469616C26706D3D5E5C442B5C735C442B2426706F3D3926736E3D592673743D4B4559574F52445F4D554C54495F414C504841267573743D73656E736F726573206465206E6976656C20646520616775612673633D592677633D4E4F4E4526&cm_mmc=ES-PPC-0411- -google- -1 EEM LT- -%20sensores%20de%20%20nivel%20%20de%20%20agua_Broad&gclid=CPOGyL69qbQCFW3KtAod-TYAIQ

http://www.roth-spain.com/files/3218_Tarifa_Catalogo_Acumulacion_Agua.pdf

http://www.salvadorescoda.com/tarifas/Bombas_Agua_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf

<http://www.cosmotex.net/planchas-industriales-punto-tvcon>

<http://www.canalconstruccion.com/polipropileno-usos-y-caracteristicas.html>

http://es.made-in-china.com/co_shengxiong111/product_Solenoid-Valve-DC-24V-12V-6V_hshoseuey.html

<http://www.gmbozone.com/Pantalla-L>

<http://www.ifm.com/products/es/ds/LMT100.htm>

http://legistec.coitiab.es/recep_presion/reglamentos/RD_206008.htm#itc1

<http://www.foroselectronica.es/f69/librerias-orcad-929.html>



http://www.datasheetcatalog.com/info_redirect/datasheets/166/366748_DS.pdf.shtml

<http://mx.rsdelivers.com/product/druck/x610-11g-1300/sensor-presi%C3%B3n-tipo-sonda-10bar-4-20ma/0285318.aspx>

<http://www.demasled.es/10mm-s>