



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

Diseño de la Placa de Control de un Sistema de  
Planchado Industrial

**Titulación:** I.I.T Electrónica Industrial

**Alumno:** Pedro Francisco Rodríguez  
Vivancos

**Director/a/s:** Pedro Díaz Hernández

# Índice

## Memoria

1. Introducción.....	7
2. Funcionamiento del Sistema.....	8
3. Elementos Mecánicos del Sistema.....	10
3.1. Plancha.....	10
3.2. Deposito.....	10
3.3. Calderín.....	10
3.4. Bomba de Agua.....	11
3.5. Elemento de Planchado.....	12
3.6. Electroválvula.....	12
4. Elementos de Control del Sistema.....	13
4.1. Sensores.....	13
4.1.1. Sensores de Nivel.....	13

4.1.2.	Sensor de Temperatura.....	13
4.1.3.	Sensor de Presión.....	14
4.2.	Pantalla LCD.....	14
4.3.	Microprocesador.....	15
<b>Planos.....</b>		<b>16</b>
<b>Pliego de Condiciones</b>		
5.	BLOQUE 1: Deposito de Agua.....	28
5.1.	Deposito.....	28
5.2.	Control de Nivel de Agua.....	29
6.	BLOQUE 2: Bomba.....	32
6.1.	La bomba.....	32
6.2.	Sensor de Nivel Caldera.....	33
6.3.	Control de la Bomba.....	34
7.	BLOQUE 3: Caldera.....	35
7.1.	La Caldera .....	35

7.1.1.	Aislamiento térmico.....	36
7.2.	Sensor de Presión.....	36
7.3.	Sensor de Temperatura.....	39
7.4.	Resistencia Calefactora.....	41
7.4.1.	Control de la Resistencia Calefactora.....	41
7.5.	Válvula de Seguridad.....	42
7.5.1.	Control de la Válvula de Seguridad.....	43
8.	BLOQUE 4: Elemento de Planchado.....	44
8.1.	La Plancha.....	44
8.2.	Válvula de Vapor de la Plancha.....	46
9.	Fuente de Alimentación.....	47
10.	Pantalla LCD.....	49
11.	Tuberías.....	51
11.1.	Tuberías desde el Deposito de agua a la Caldera.....	52

11.2. Tuberías desde la Caldera a la Plancha.....	54
12. Tratamiento del Agua.....	55
13. Programa del Microprocesador.....	58

## **Presupuesto**

14. Presupuesto.....	69
14.1. Presupuesto de la Placa de Control.....	69
14.2. Presupuesto de la Placa del LCD.....	71
14.3. Presupuesto de los Sensores.....	71
14.4. Presupuesto de los Actuadores.....	72
14.5. Presupuesto Total.....	72

## **Bibliografía**

15. Bibliografía.....	75
-----------------------	----

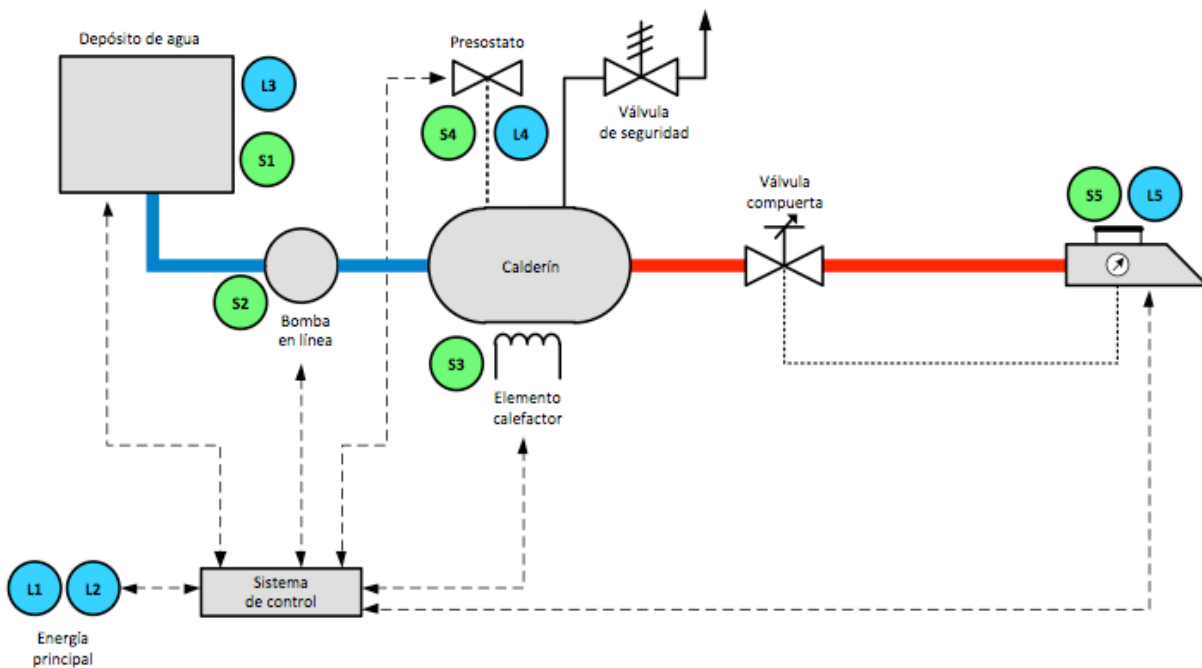
# MEMORIA:

# 1. Introducción.

El proyecto tiene como objetivo crear una tarjeta de control para un sistema de planchado industrial.

En el se detallarán todos los elementos que conforman el sistema para su correcto funcionamiento así como las normativas que estos has de seguir para poder cumplir con una total legalidad.

## 2. Funcionamiento del Sistema.



Se dispondrá de un tanque de abastecimiento de agua el cual dispensará agua al calderín para que este, mediante un elemento calefactor genere vapor.

La caldera tendrá un presostato el cual, cuando alcance la presión deseada indicará que esta lista para su funcionamiento. A su vez dispondrá de una válvula de seguridad la cual se activará cuando detecte la presión máxima de seguridad, para liberar el exceso de presión al aire.

El elemento de planchado tendrá un pulsador manual para que el operario pueda liberar vapor siempre que lo desee y el sistema lo permita.



Todo estará conectado a nuestra placa de control e indicado mediante los correspondientes indicadores tanto acústicos como visuales.

### **3.Elementos Mecánicos del Sistema.**

#### **3.1 Plancha.**

La plancha será de acero inoxidable para una garantizar una larga duración de vida. Dispondrá de un elemento calefactor que caliente la base de esta, y estará alimentada mediante el vapor generado en el calderín. Dispondrá además de un pulsador manual para activar la salida de vapor.

#### **3.2 Depósito.**

El deposito tendrá forma rectangular e irá pintado de un recubrimiento antitérmico y antioxidante. Estará provisto de una bomba de agua encargada de transportarla del deposito al calderín para su vaporización.

También dispondrá de un desgasificador, para eliminar el aire y gases disueltos en el agua.

#### **3.3 Calderín.**

El calderín dispondrá de un elemento calefactor para generación del vapor. Tendrá un volumen algo inferior al del deposito.

El agua que llegue a este deberá estar previamente tratada para alargar el

correcto funcionamiento del sistema.

Deberá de cumplir todas las normativas que a continuación de detallan:

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

### **3.4 Bomba de Agua**

Estará encargada de transportar el agua del deposito a la caldera. Se podrá utilizar tanto manualmente como de forma automática.

Se ha seleccionado una Bomba con presostato Shurflo 15V 403, la cual cumple perfectamente con nuestras exigencias siendo además una de las opciones más económicas.

### 3.5 Elemento Calefactor.

Utilizaremos una resistencia eléctrica para calentar líquidos por inmersión directa, es decir, se cede el calor directamente por el contacto entre el líquido y la resistencia.

Seleccionamos el modelo HELO HARVIA de 3000W.



### 3.6 Electroválvula.

Habrán dos electroválvulas tipo 6014 de 3/2 vías encargadas de dos funciones distintas.

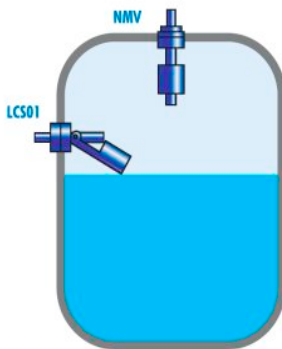
- Expulsar vapor de la caldera si la presión supera la máxima de seguridad prefijada.
- Proporcionar vapor a la plancha cuando el operario así lo desee pulsando el interruptor manual de esta.

## 4. Elementos de Control del Sistema.

### 4.1 Sensores.

#### 4.1.1 Sensor de Nivel.

Para medir el nivel del depósito y del calderín utilizaremos un sencillo y económico dispositivo, el LCS01 de la marca española TOSCANO.



#### 4.1.2 Sensor de Temperatura.

Dispondremos de dos LM35. Es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C. La salida es lineal y cada grado centígrado equivale a 10mV.

Se utilizara para medir la temperatura tanto del elemento calefactor como de la plancha.

### 4.1.3 Sensor de Presión.

El sensor elegido para medir la presión es el transmisor de tensión DMP331, el cual se encargará de medir la presión que hay en el calderín, indicando que está listo para proporcionar vapor o activando la válvula de seguridad si la presión es mayor de 5bares.

Lo utilizaremos para medir la presión del interior de la caldera.

## 4.2 Pantalla LCD.

El sistema llevará además una pantalla LCD 4x16 la cual, en sus 4 líneas, con 16 caracteres cada una, nos irá indicando lo que el sistema hace o le ocurre.



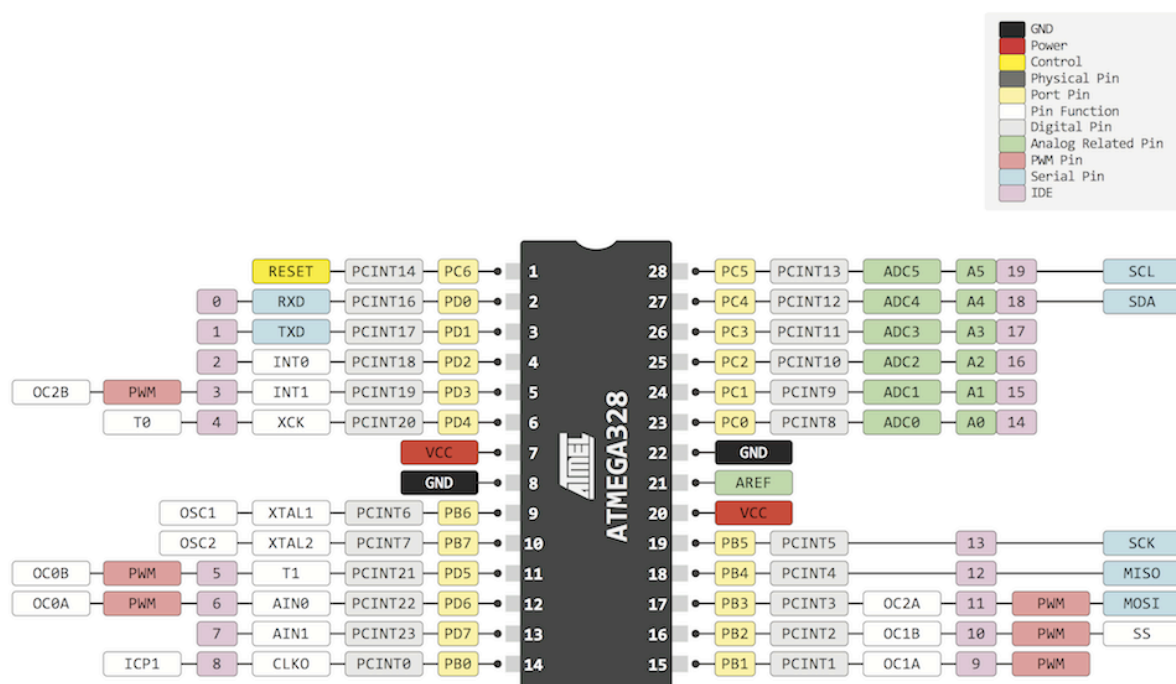
### 4.3 Microprocesador.

Se utilizará el microprocesador Atmega 328, el cual se programará con la archiconocida plataforma Arduino.

Se programará en la placa Arduino uno, utilizando el software libre de esta, y una vez programado, se extraerá el micro para adjuntarlo a la placa diseñada para este proyecto.

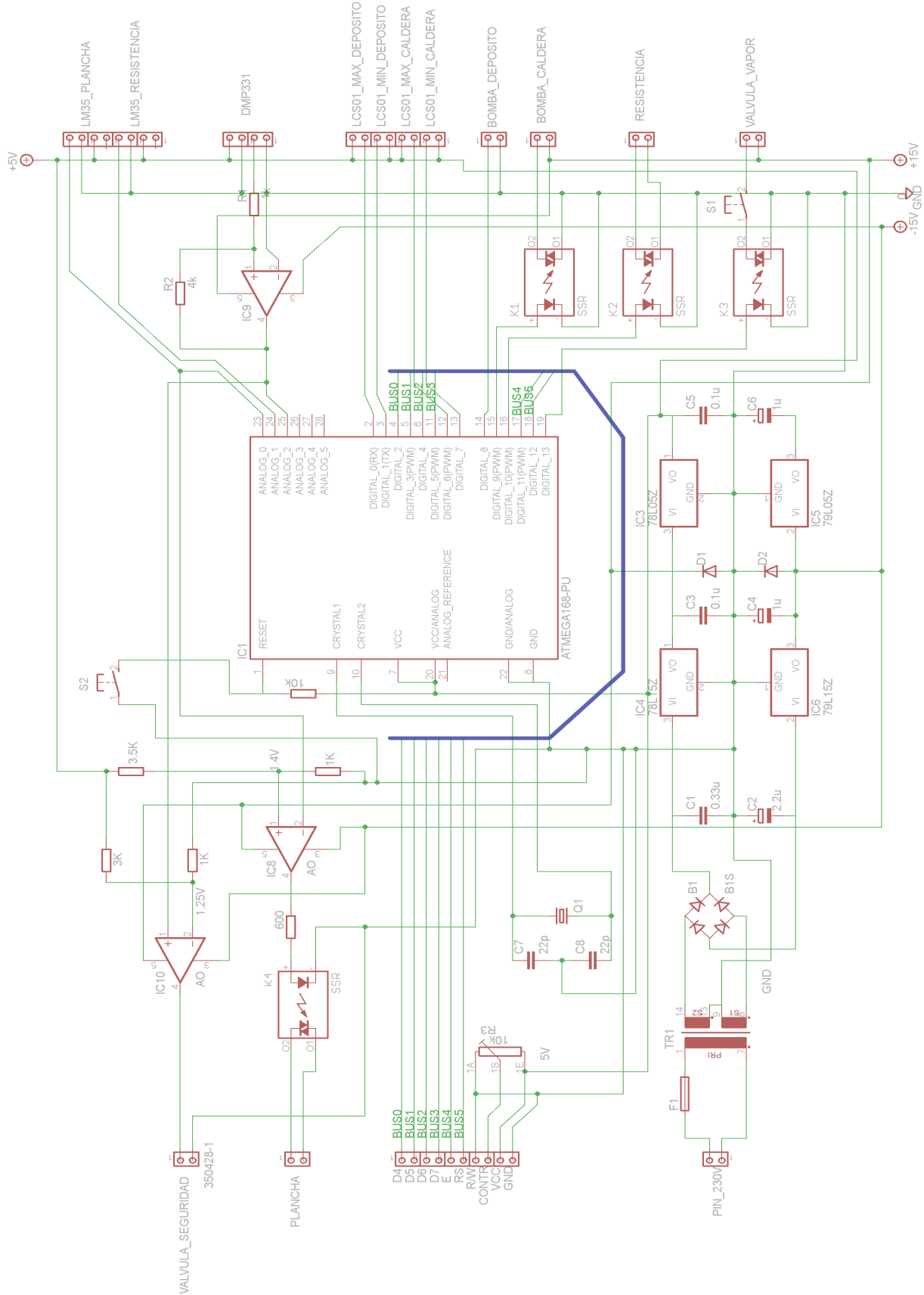
Arduino es la conocida plataforma de hardware y software libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo.

Dispone de todas las entradas y salidas necesarias para nuestro sistema, además de una fácil programación y más que suficiente funcionalidad para este proyecto.

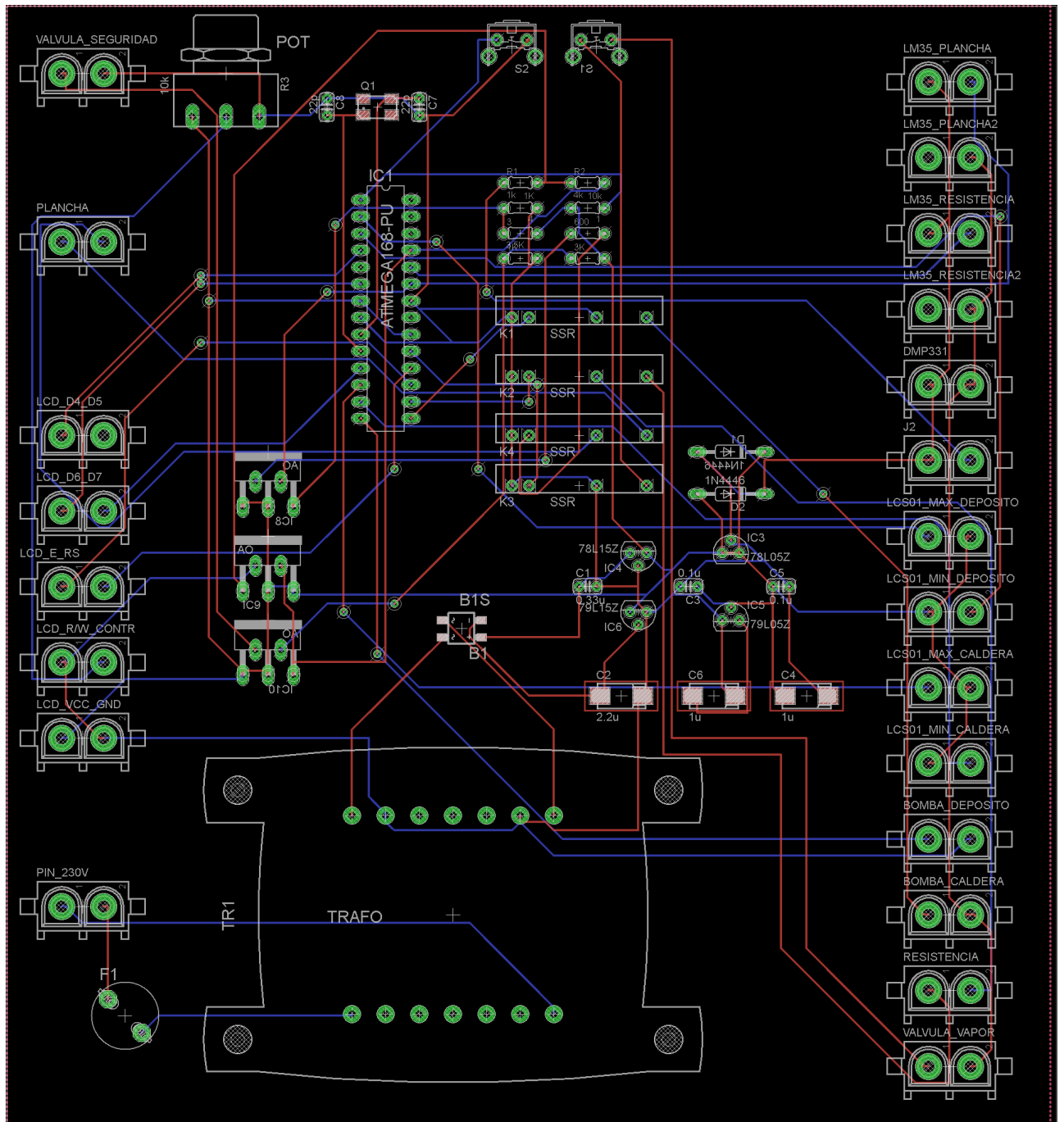


# PLANOS:

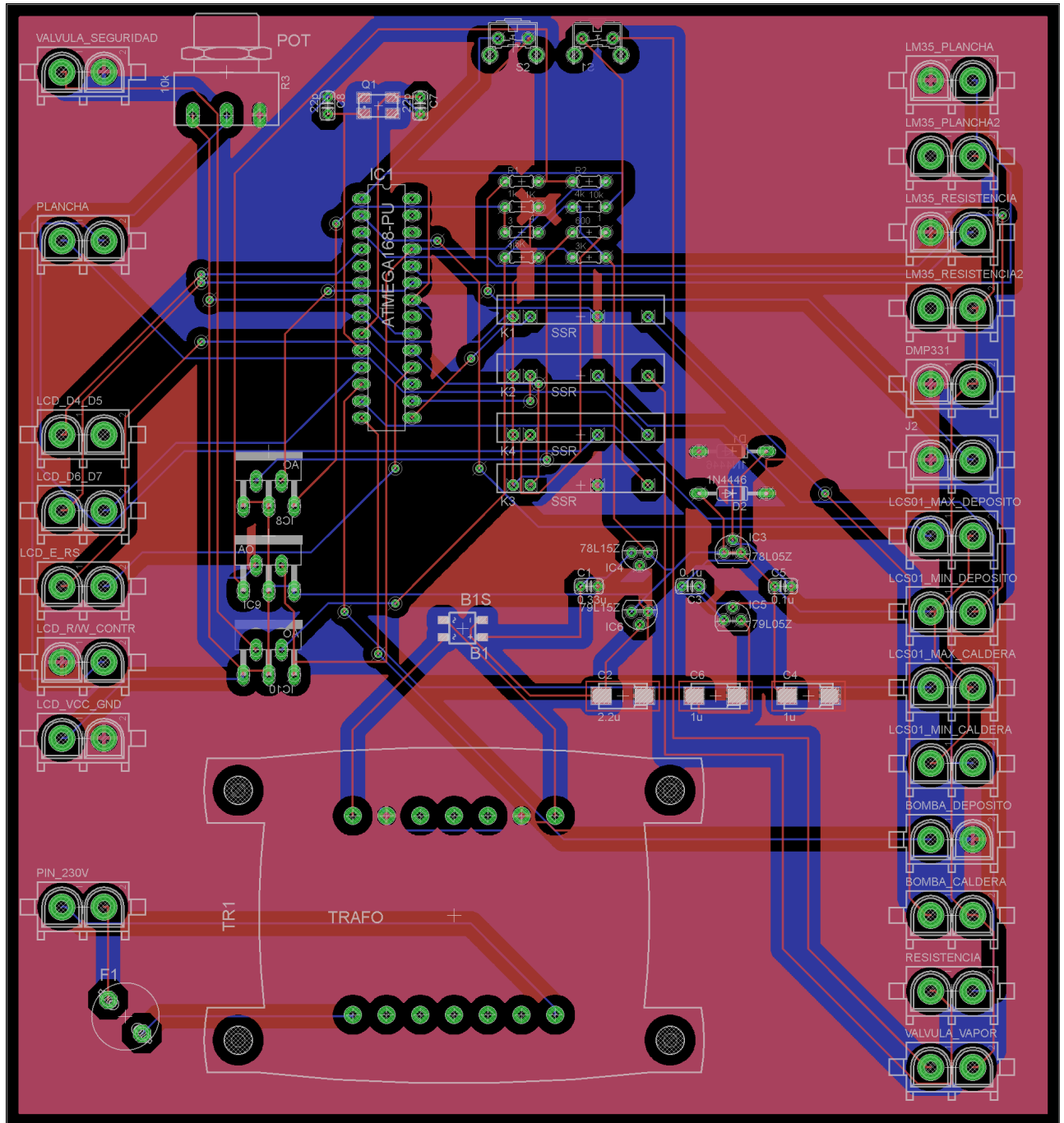




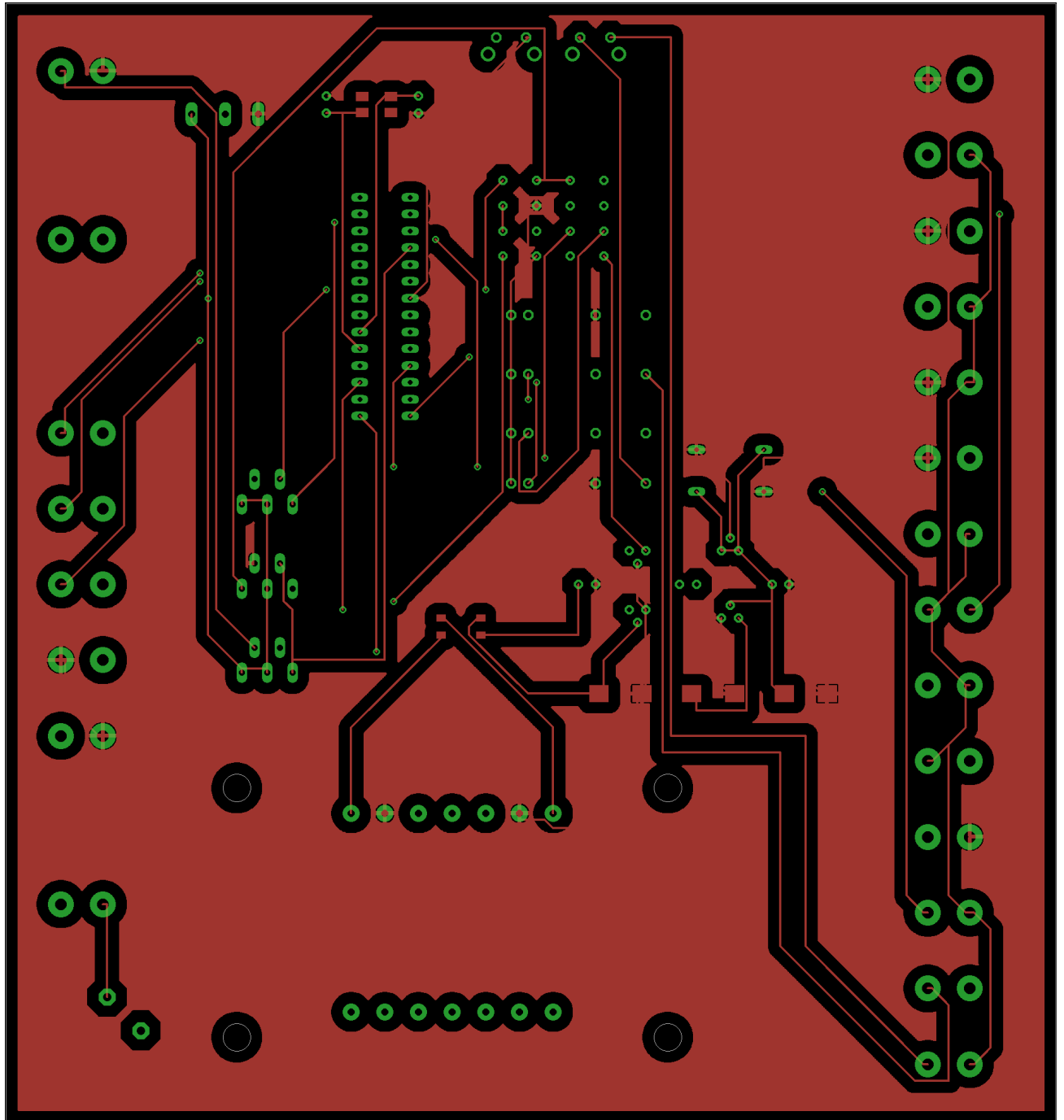
Esquemático de la Placa de Control.



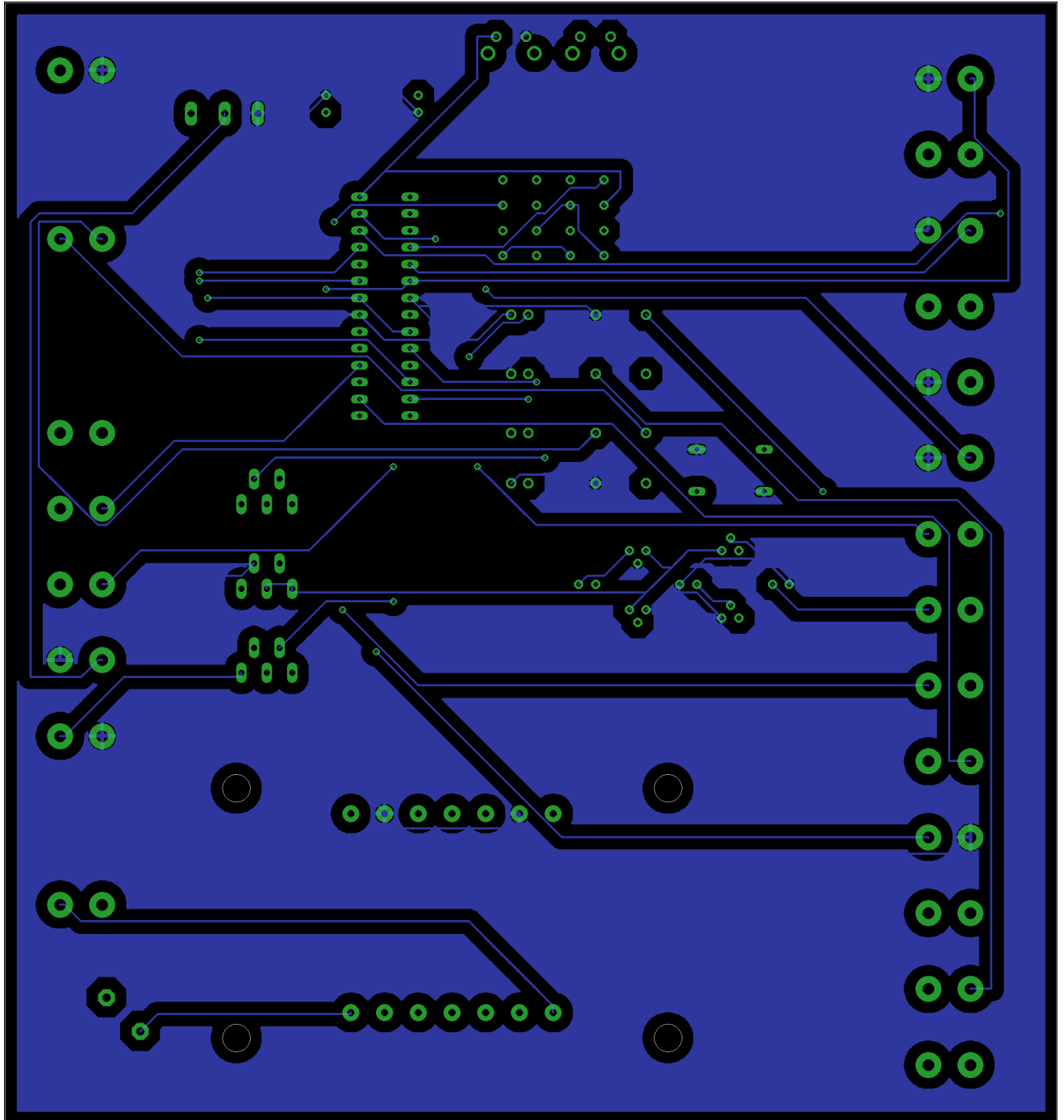
PCB de la Placa de Control.



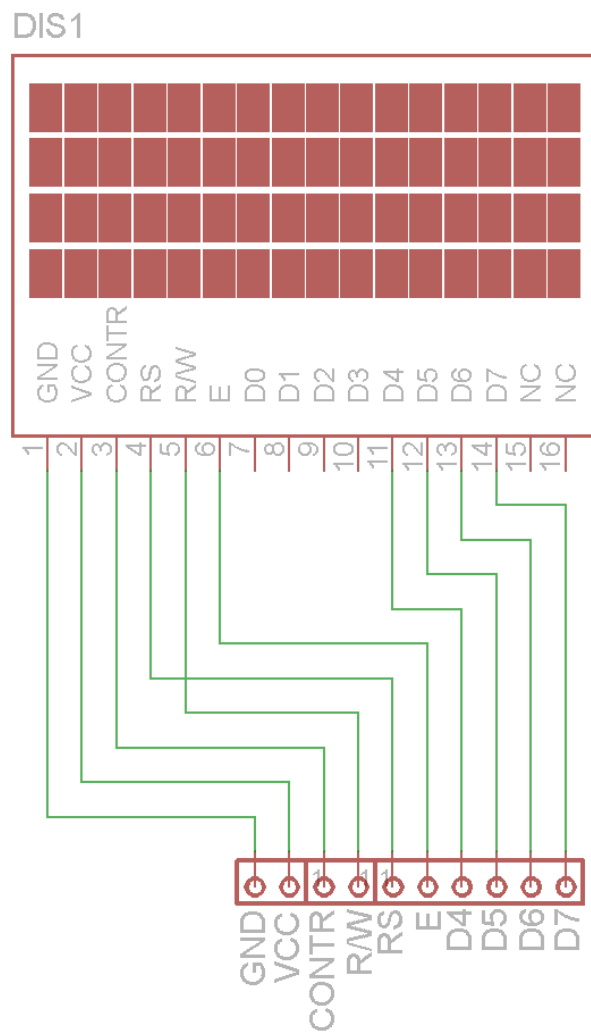
PCB de la Placa General con capa Top y Bottom.



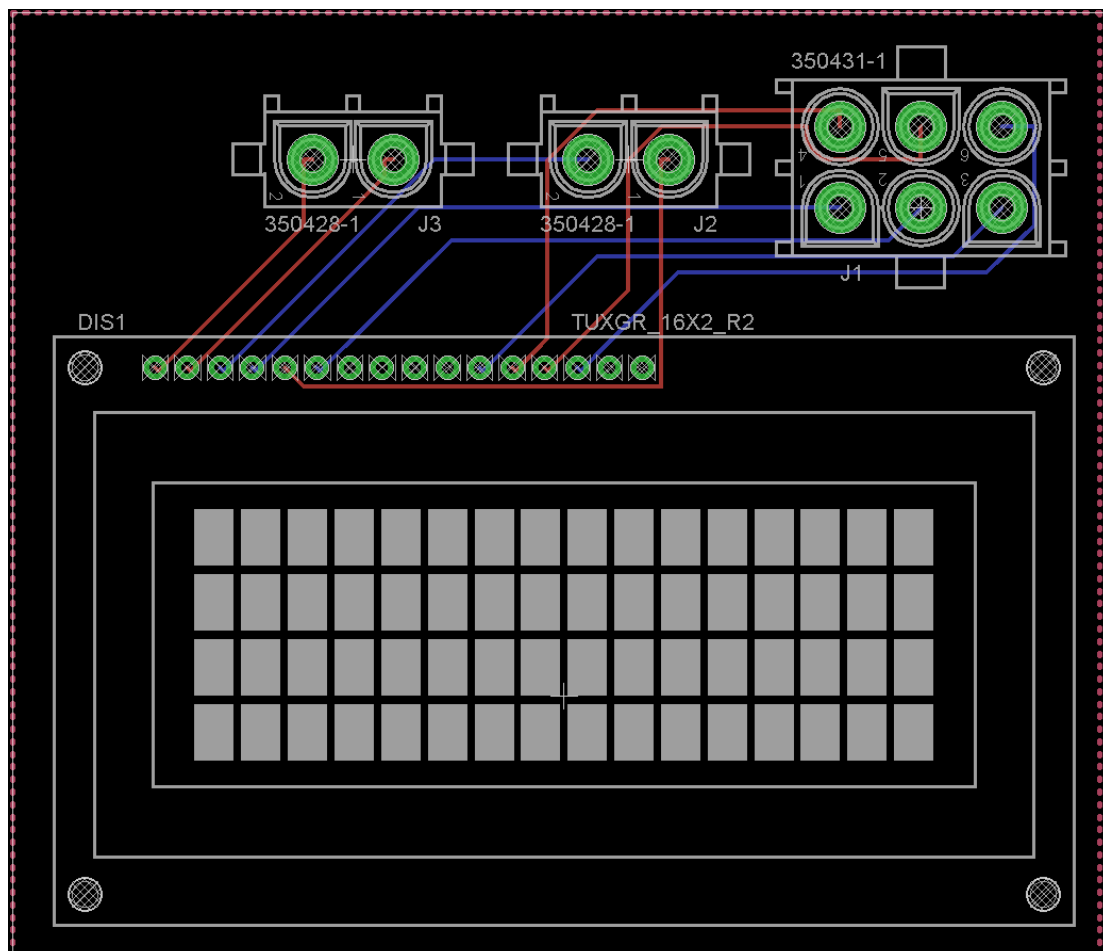
PCB de la Placa General con capa Top.



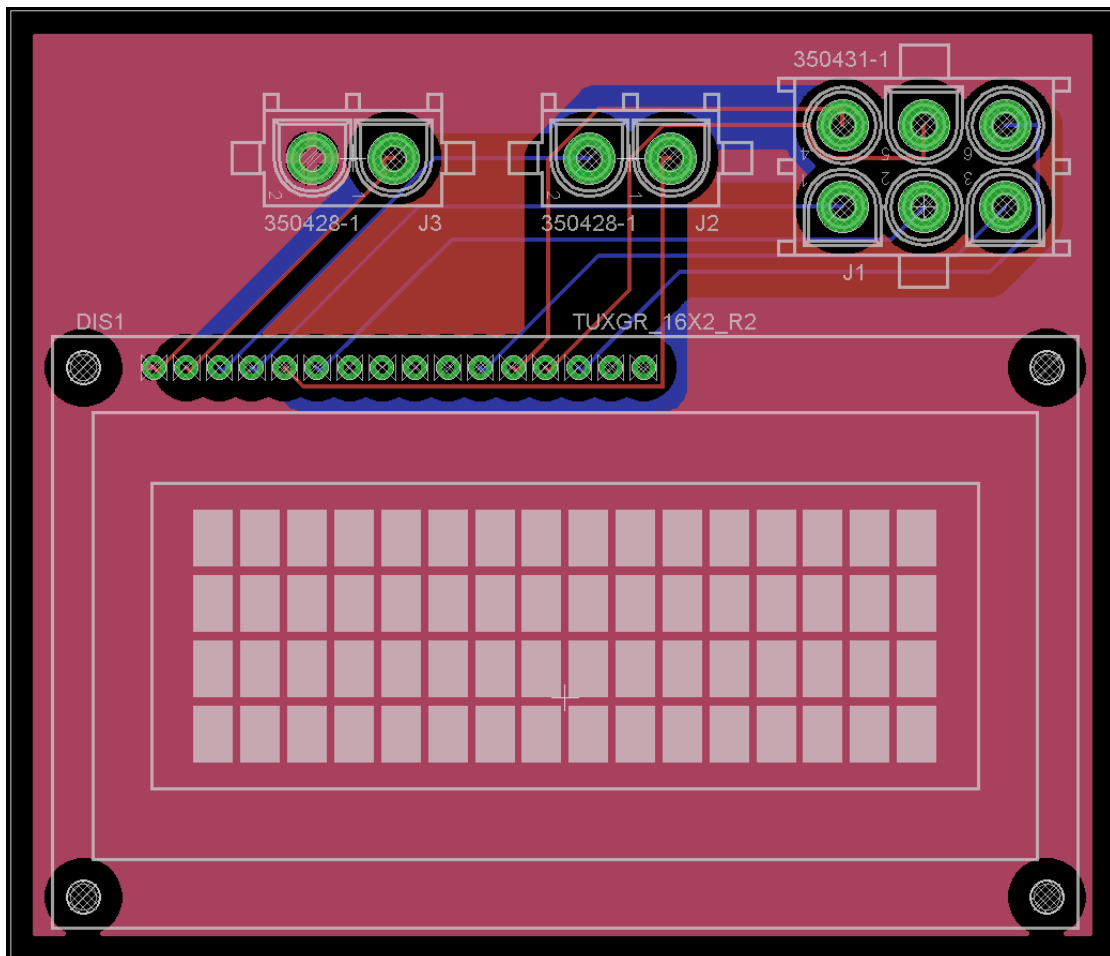
PCB de la Placa General con capa Bottom.



Esquemático de la Placa del LCD.

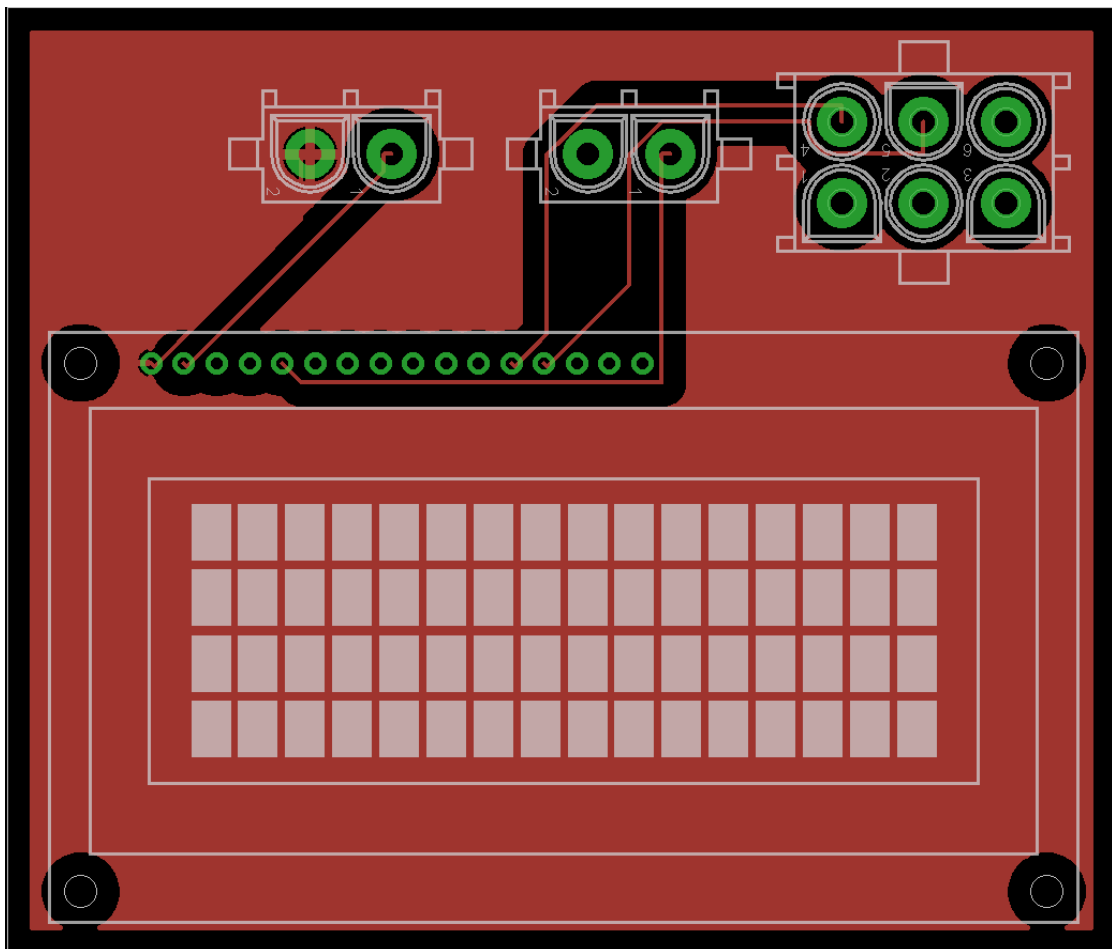


PCB de la Placa del LCD.

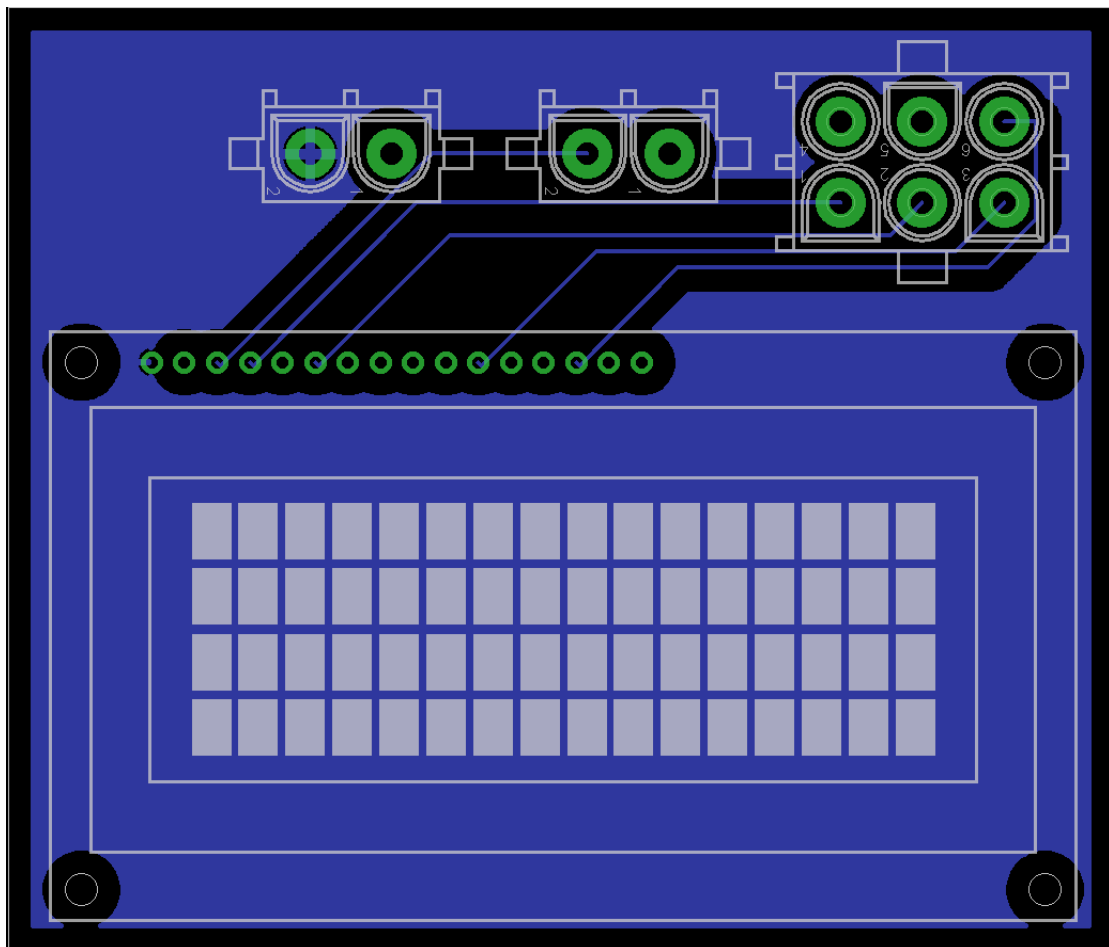


PCB de la Placa del LCD con capa Top y Bottom.





PCB de la Placa LCD con la capa Top.



PCB de la Placa del LCD con la capa Bottom.

# **PLIEGO DE CONDICIONES:**

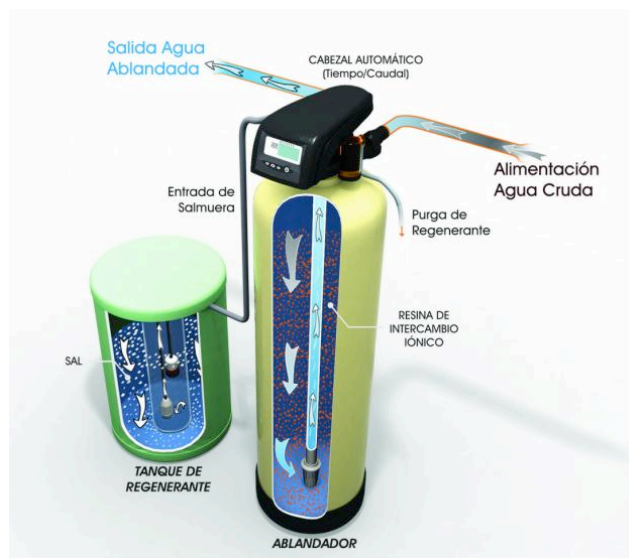
## 5. BLOQUE 1: Deposito de Agua.

### 5.1. Deposito.

El depósito debe contener  $5 \text{ dm}^3$  de agua, así pues, tendrá un volumen de  $8 \text{ dm}^3$  como mínimo, para que haya capacidad de sobra. El depósito estará provisto de todo un sistema de desgasificación y ablandación de agua, y un sistema de inyección de vapor por toberas que se encargará de mantener la alta temperatura dentro del estanque acumulador.

-Ablandador:

*Su función es eliminar iones de Ca y Mg, que conforman la dureza agua y favorecen la formación de incrustaciones en la caldera.*



*los  
del*

*El principio de funcionamiento de estos equipos se basa en un proceso llamado “intercambio iónico”, que consiste en la sustitución de estos iones por sodio (Na) para obtener agua para ser utilizada en calderas.*

-Desgasificador:

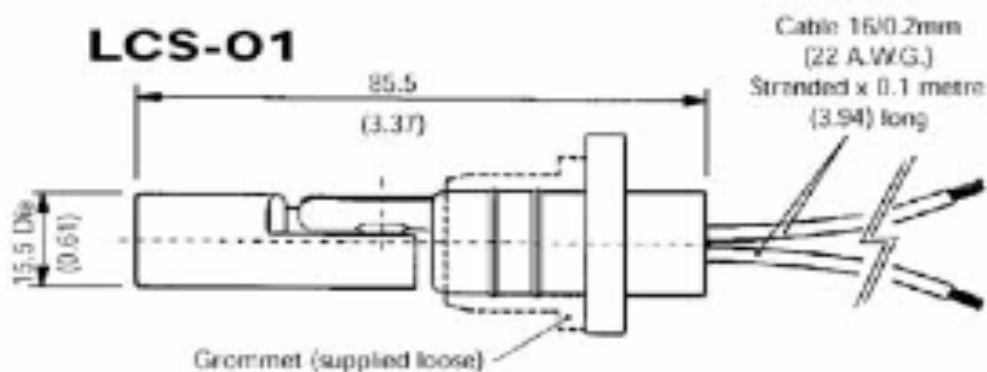
*El principio de funcionamiento de los desgasificadores se basa en el hecho que la solubilidad de los gases disueltos en el agua ( $O_2$  y  $CO_2$ ) disminuye cuando el agua está en el punto de ebullición ( $100^\circ C$  a presión atmosférica).*

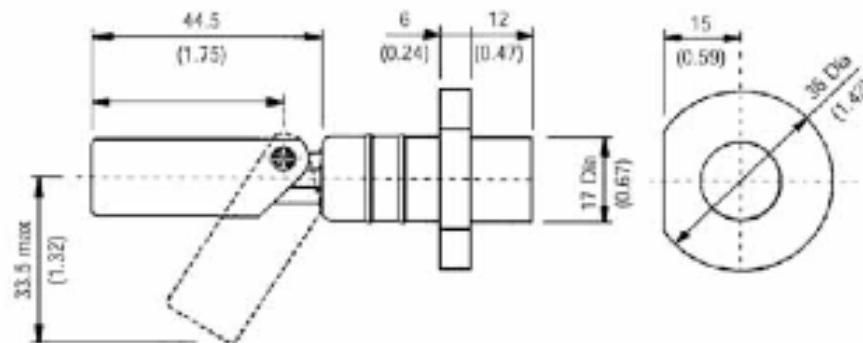
## 5.2. Control de Nivel de Agua.

El sistema que utilizaremos para el control de nivel en el depósito es un sencillo sistema de control mediante dos sensores tipo flotador.

El sensor tipo flotador elegido es el anteriormente comentado en la memoria, el LCS01.

Esquema según fabricante:





El sensor dispone de dos terminales, uno conectado a +5V y otro a la entrada designada para esta función en nuestra placa. Cuando el agua esté por debajo del sensor la boya que actúa de interruptor estará en estado off, llegando 0V a nuestra placa, o lo que es lo mismo, un cero lógico.

Cuando el agua llegue al nivel del sensor la baliza flotante subirá hasta colocarse en posición horizontal, cortocircuitando los dos terminales llegando +5V a nuestra placa, o lo que es lo mismo, un 1 lógico.

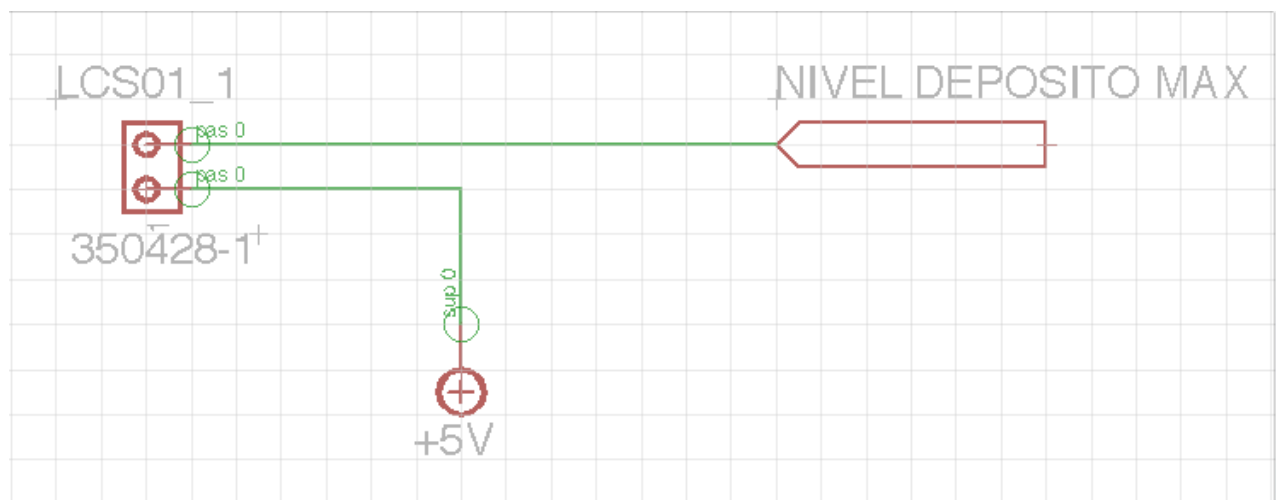
Serán dos sensores los utilizados, uno para medir el mínimo y otro para el máximo.

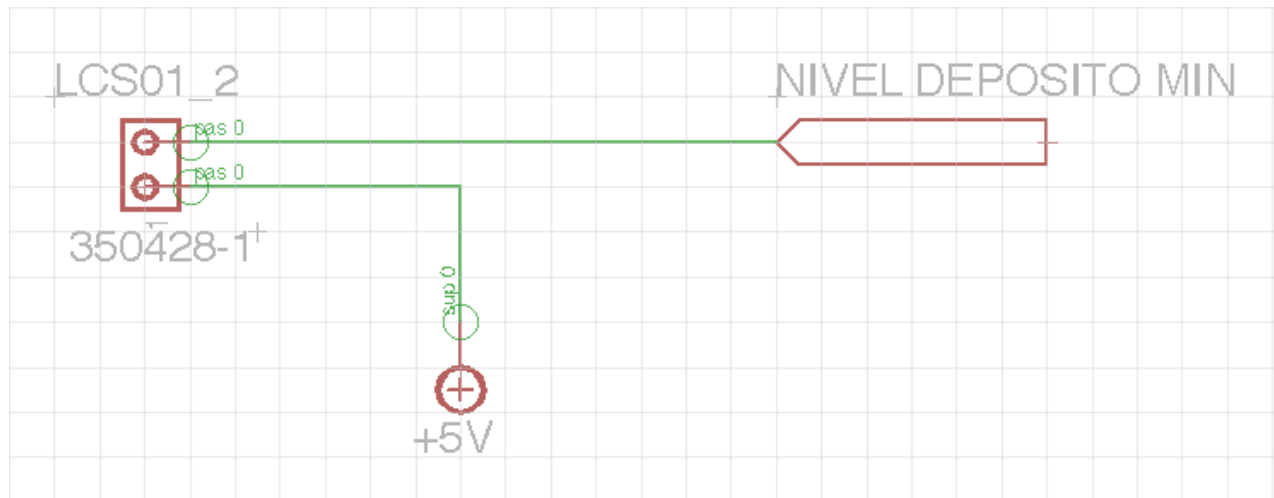
El mínimo deberá cumplir con el apartado 4 del artículo 15 de la INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-MIE-AP1 CALDE-RAS, ECONOMIZADORES, PRECALENTADORES, SOBRECALENTA-DORES Y RECALENTADORES (O. 17-3-1982. BOE 8-4-1981) (O. 28-3-1985. BOE 13-4-1985), donde dice que el nivel mínimo de agua en el interior de una caldera debe mantenerse por lo menos 70 milímetros más alto que el punto más elevado de la superficie.

Por tanto colocaremos el sensor a una altura de 80mm, para que haya algo de margen de error.

El máximo estará como mínimo a unos 110mm del sensor de mínimo, para cumplir con margen de sobra con el reglamento, el cual nos dice que el nivel medio de agua estará situado, como mínimo, a 50 milímetros por encima del nivel límite del mínimo definido en el párrafo anterior (70mm).

El circuito de acondicionamiento para los sensores máximo y mínimo serán los siguientes:





## 6. BLOQUE 2: Bomba.

### 6.1. La Bomba.

La encargada de transportar el agua a la caldera cuando esta así lo demande es la bomba, una Shurflo 12V 403.

La caldera mediante un sistema de sensores de nivel idéntico al del deposito estará en continua demanda de agua automáticamente según se vaya generando vapor y se vaya quedando sin esta.

Así pues, la bomba estará automatizada a través de la placa de control. Cuando el nivel de agua de la caldera llegue al mínimo se activará la bomba hasta que vuelva a llegar al máximo.

El apartado 5 del Art. 15 del Capítulo VII ( Prescripciones de Seguridad) de la I.T.C. MIE-AP1 nos dicta las siguientes normas de seguridad:



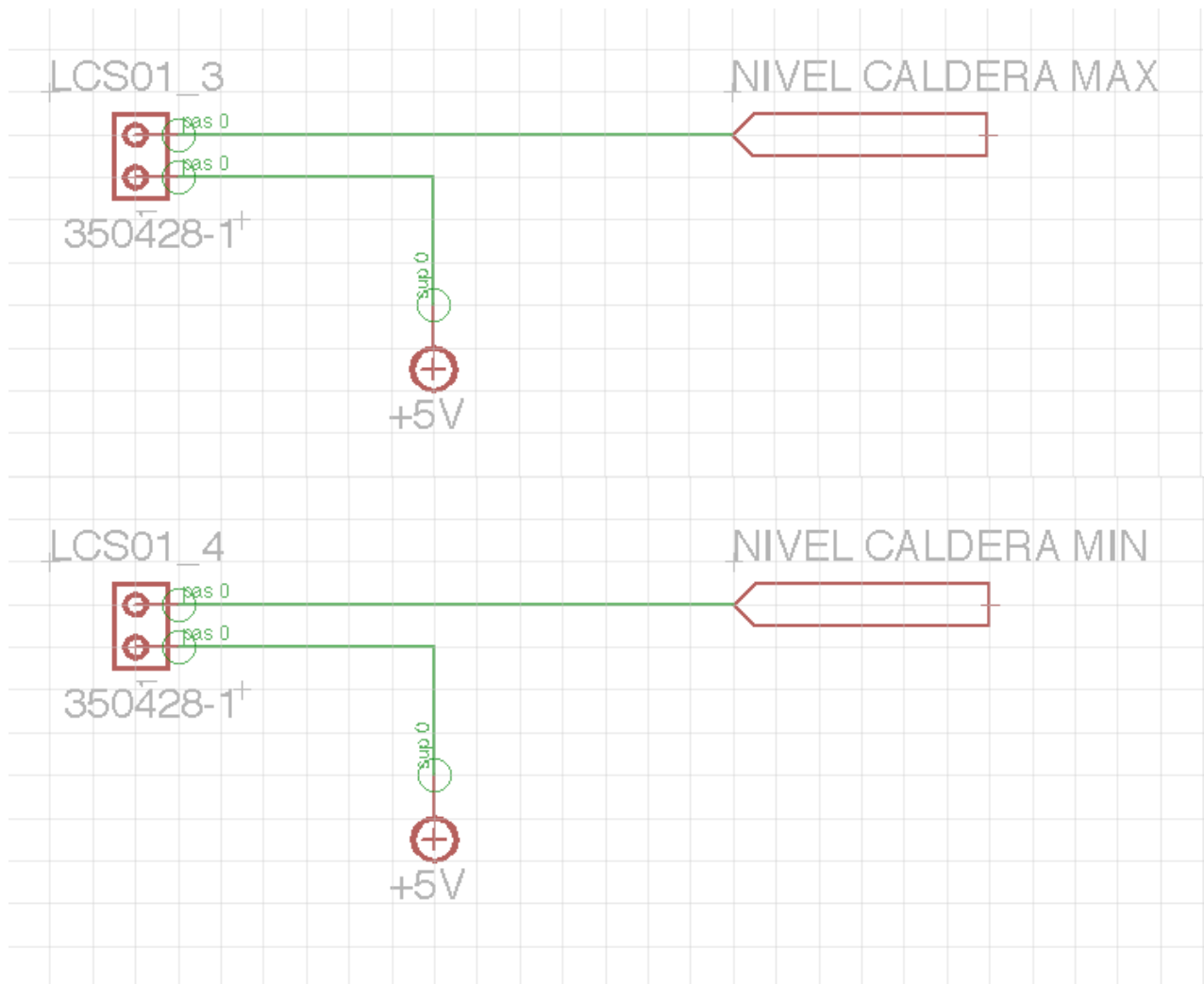
- *El sistema de alimentación de agua deberá poder inyectar dicho líquido a una presión superior en un tres por ciento como mínimo a la presión de tarado más elevada de las válvulas de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa*
- *La cantidad de agua a inyectar deberá ser igual, como mínimo a 1,1 veces la máxima que pueda evaporarse, más la pérdida de agua por purgas.*

## **6.2. Sensor de Nivel Caldera.**

Un sensor tipo flotador LCS01 estará tarado en el máximo de nivel de agua de la caldera, y otro al mínimo establecido de 80mm, cumpliendo nuevamente con el I.T.C. MIE-AP1.

De nuevo el circuito de acondicionamiento del sensor de nivel se basará en una tensión de ref, +5V ( 1 lógico), donde al estar abierto el sistema flotador el micro registra un 0 lógico, y al cerrarse el micro tiene un 1 lógico.

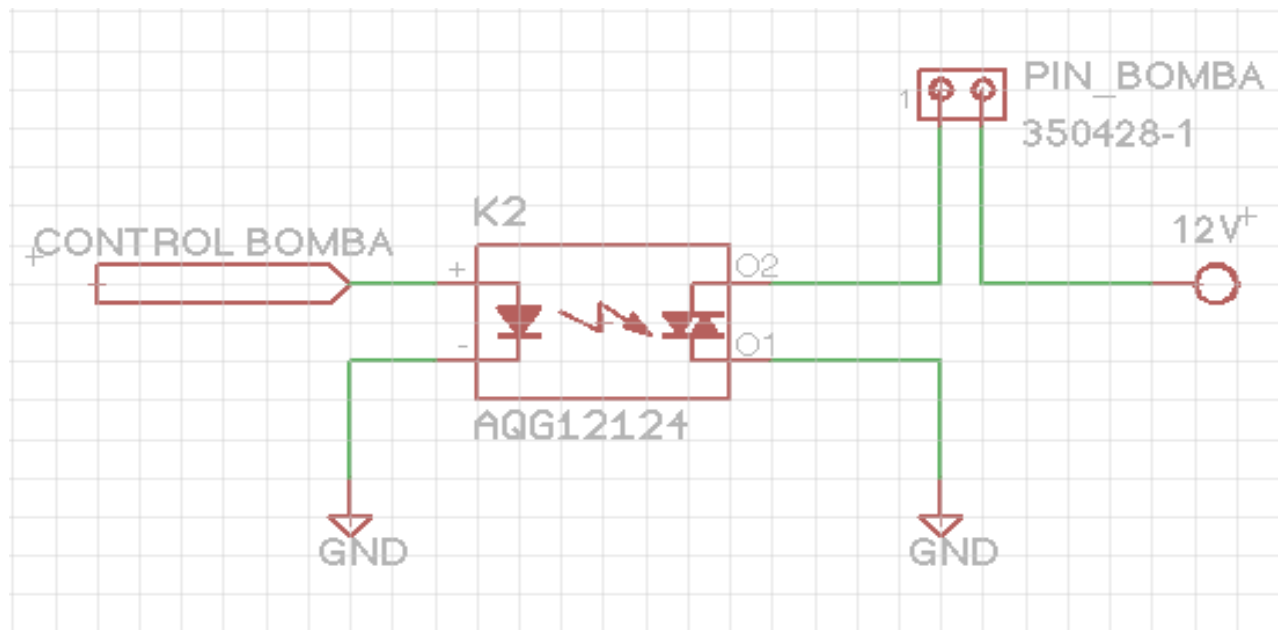
EL circuito de acondicionamiento será igual que el del anterior apartado de los sensores del deposito:



### 6.3 Control de la Bomba.

El control de la bomba con el micro se efectuará mediante un relé de estado sólido (SSR a partir de ahora). Este hará de interruptor mediante un octoacoplador incorporado en el interior del encapsulado.

El esquema sería el siguiente:



La salida de control de bomba del micro cierra el relé de estado sólido alimentando la bomba. Cuando vuelva a dar una señal de nivel bajo, el relé se abrirá y la bomba dejará de conducir agua.

## 7 BLOQUE 3: Caldera.

### 7.1 La Caldera.

La caldera tendrá unas dimensiones iguales o casi idénticas a las del depósito, 8 dm<sup>3</sup> de volumen, para poder almacenar los 5 dm<sup>3</sup> sin problema. Deberá de medir al menos 500 mm de altura, para poder albergar la resistencia calefactora sin problemas, y será de acero inoxidable.

Para un mejor mantenimiento frente a la corrosión y demás problemas

relacionados con el tratamiento de agua, se pintara con una capa de pintura antioxidante y otra antitérmica.

### 7.1.1 Aislamiento térmico.

Con el fin de hacer un ambiente seguro y operable en las aproximaciones de la caldera y reducir las pérdidas de calor se deberá aislar térmicamente.

Por tanto la caldera:

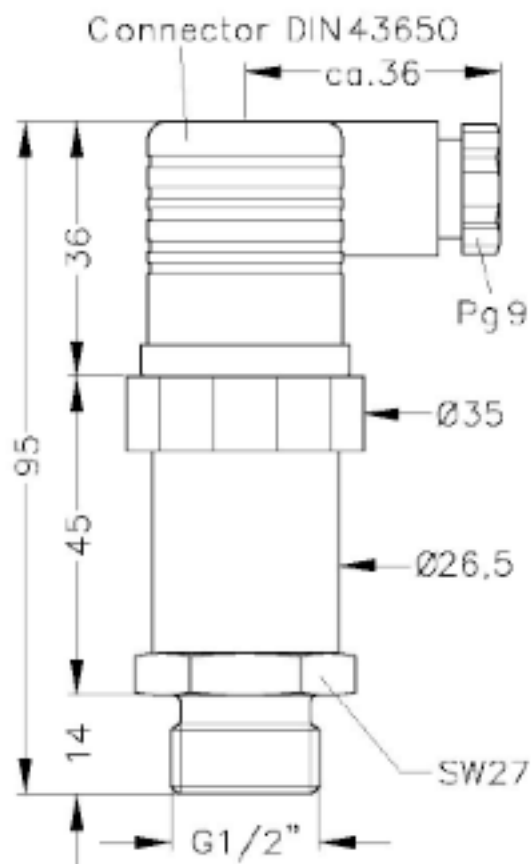
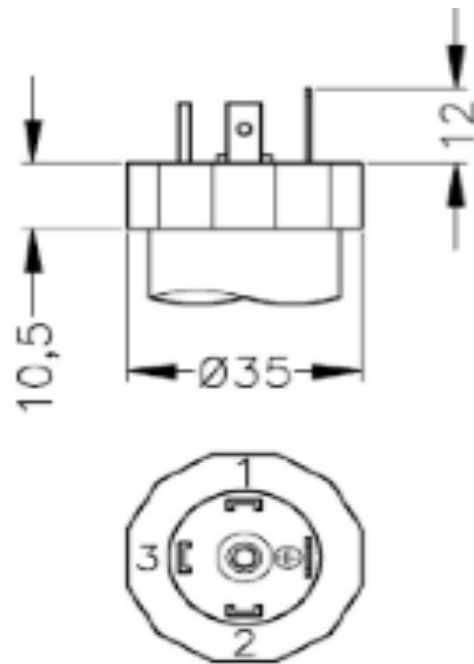
- Deberá ir recubierta externamente de una capa de imprimación antioxidante
- Deberá ir pintada de una capa de pintura antitérmica.
- Estará recubierta de una envoltura de una manta de lana de vidrio sin aglomerar, con soporte de malla de acero galvanizado.

### 7.2 Sensor de Presión.

Será el encargado de medir la presión dentro de la caldera para que no exceda de los 5 bares de presión máxima de seguridad, y para indicarnos cuando la presión es la correcta para saber si hay vapor.

Se ha escogido el sensor de presión DMP 331 para el sistema de medición de presión en la caldera.

Esquema según fabricante:



El sensor se coloca en la parte superior de la caldera, lejos del contacto con el agua en estado líquido. El sensor detectará la presión en el aire de la caldera, y esta señal, amplificada por un circuito de adaptación será procesada por el micro para saber como actuar.

El rango de medida va de 0 – 40 bares, y la señal de salida va de 0 –10V, con un voltaje de polarización de 15 Vdc.

Aquí un fragmento del datasheet del fabricante:

Input pressure range									
Nominal pressure gauge / abs.	[bar]	-1...0	0.10	0.16	0.25	0.40	0.60	1	1.6
Overpressure	[bar]	5	0.5	1	1	2	5	5	10
Burst pressure $\geq$	[bar]	7.5	1.5	1.5	1.5	3	7.5	7.5	15
Nominal pressure gauge / abs.	[bar]	2.5	4	6	10	16	25	40	
Overpressure	[bar]	10	20	40	40	80	80	105	
Burst pressure $\geq$	[bar]	15	25	50	50	120	120	210	
Vacuum resistance		$P_N \geq 1$ bar: unlimited vacuum resistance $P_N < 1$ bar: on request							
Output signal / Supply									
Standard		2-wire: 4 ... 20 mA / $V_S = 8 \dots 32 V_{DC}$							
Option IS-protection		2-wire: 4 ... 20 mA / $V_S = 10 \dots 28 V_{DC}$							
Options 3-wire		3-wire: 0 ... 20 mA / $V_S = 14 \dots 30 V_{DC}$ 0 ... 10 V / $V_S = 14 \dots 30 V_{DC}$							

Como se sabe, a 5 bares tendría que activarse automáticamente la válvula de seguridad para despresurizar la caldera. El sensor sigue un modelo lineal, por tanto:

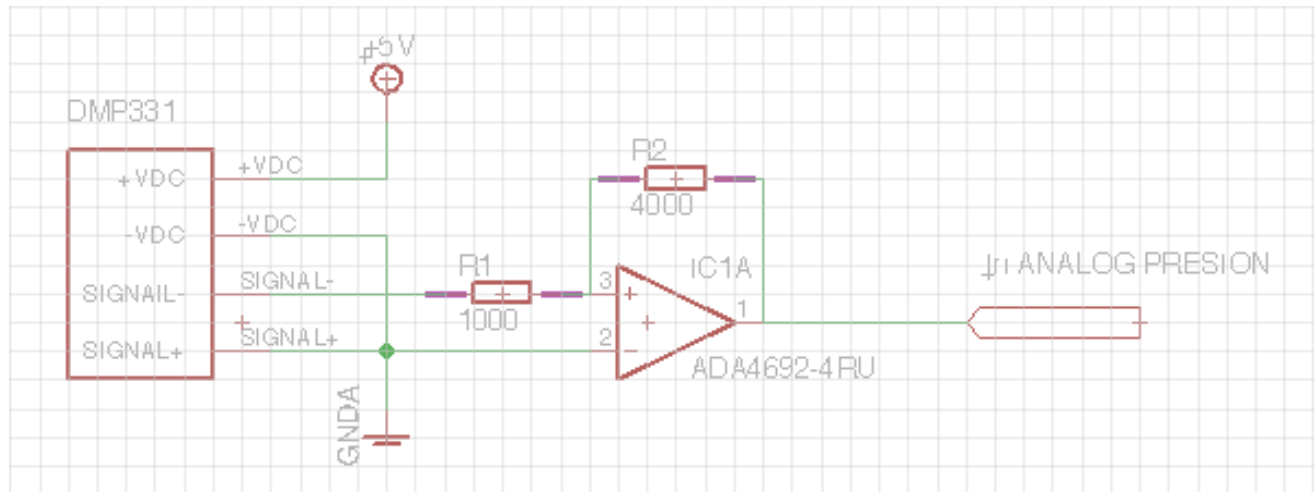
10 Volt – 40 bares

x Volt – 5 bares

Luego la tensión de referencia para 5 bares será de 1.25 Volt

$$V_{out} = - (R_2/R_1) V_{in} \quad \text{Fijaremos } V_{out} = 5 \text{ Volt} ; R_1 = 1 \text{ K}\Omega$$

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



### 7.3 Sensor de temperatura.

Utilizaremos este sensor para dos funciones, saber la temperatura en la resistencia, y saber la temperatura en el elemento de planchado.

Conocer la temperatura en la resistencia permitirá al usuario saber el correcto funcionamiento de la misma, así como conocer la temperatura de la plancha dará al usuario la información necesaria para saber cuando poder planchar un determinado material u otro.

Este apartado se centra en el circuito de adaptación del sensor de temperatura en la resistencia. Más adelante, en el siguiente bloque, se verá el otro.

El sensor utilizado es el LM35.

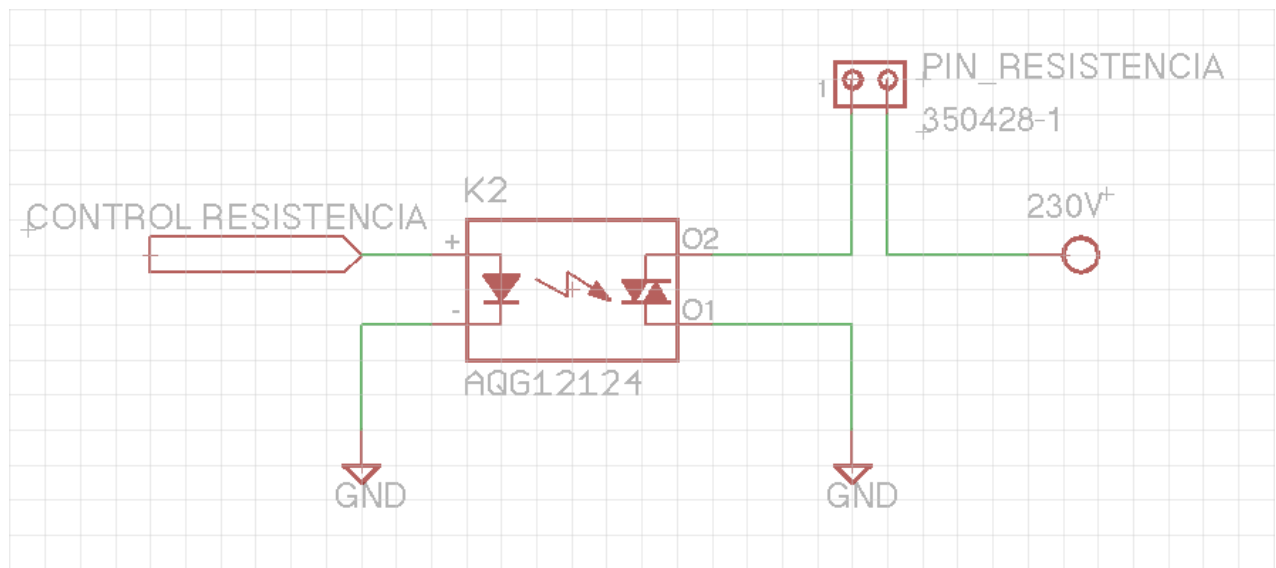






micro le mande una señal de nivel alto, siendo justamente lo contrario para una señal de nivel bajo.

El circuito quedaría así:



## 7.5 Válvula de seguridad.

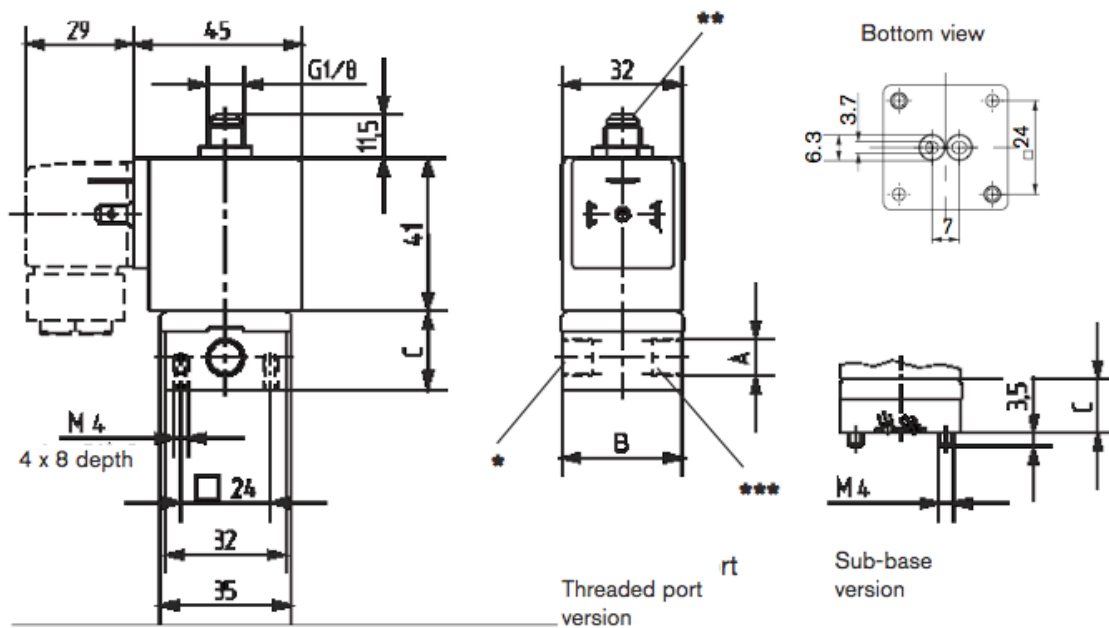
Se colocará una electroválvula en la caldera, para asegurar el correcto funcionamiento de la caldera y cerciorarse de que siempre actuará dentro de los límites de seguridad establecidos.

Se utilizará una válvula de acción directa compacta con bonina automatizada mediante un relé interno. Se elige la electroválvula tipo 6014.

Mediante un sistema de acondicionamiento analógico detallado a continuación se accionará automáticamente siempre y cuando la caldera supere los 5 bares establecidos de seguridad.

Es el único componente no accionado por el microcontrolador.

Esquema según fabricante:

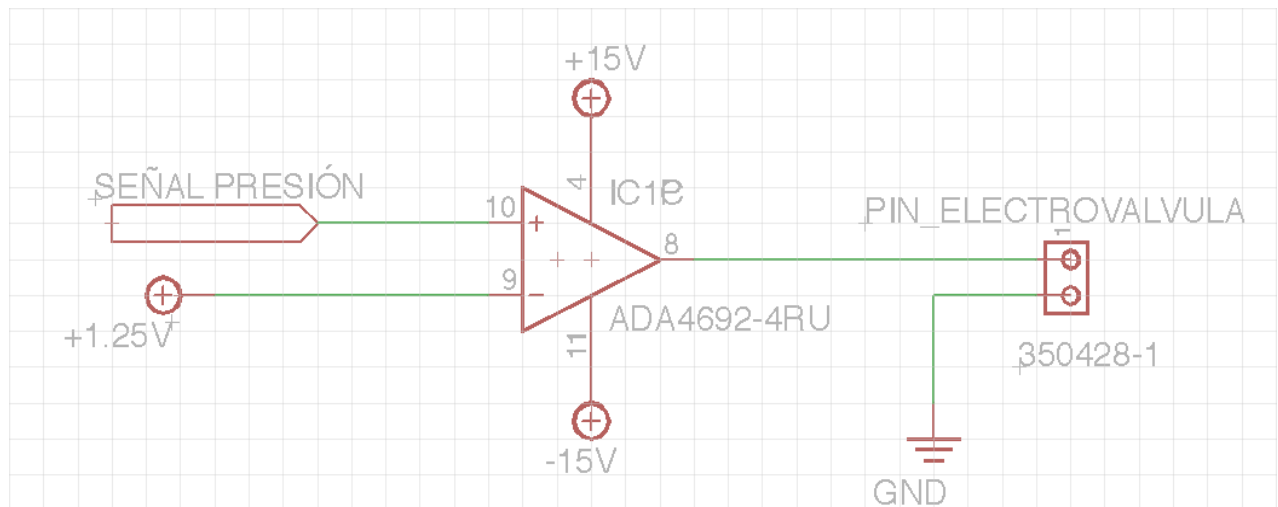


### 7.5.1 Control de la Válvula de seguridad.

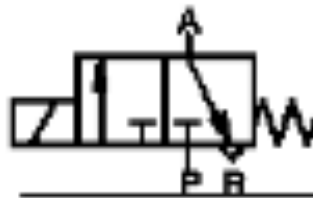
La electroválvula se alimentará o no dependiendo de la señal que nos mande nuestro circuito analógico de acondicionamiento de la señal.

Se ha utilizado un amplificador operacional configurado a modo de comparador.

Esquema del circuito:



La señal de referencia serán los 1.25V correspondientes a los 5 bares de presión. Cuando la señal analógica de presión supere la tensión de referencia a la salida del AO se obtendrán +15V, alimentando al relé interno de la válvula.



## 8 BLOQUE 4: Elemento de Planchado.

### 8.1 La plancha.

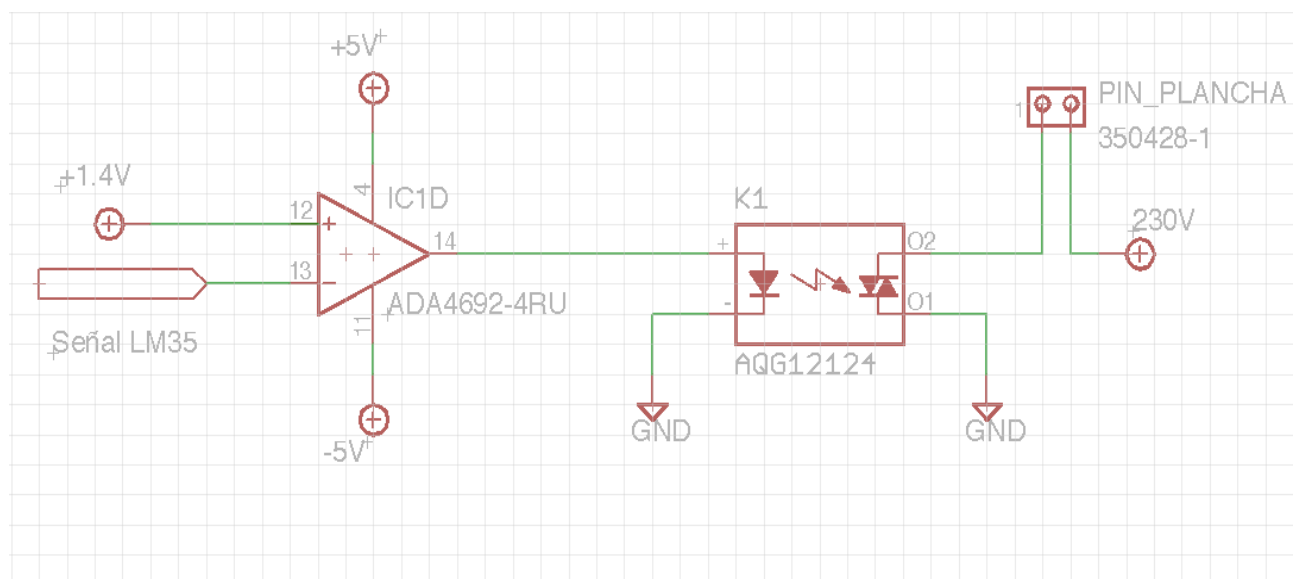
Se dispondrá de una plancha industrial de acero inoxidable con entrada de vapor. La plancha consumirá 1200w y 230V según fabricante.

A la plancha se le instalará un sensor de temperatura para que se indique en todo momento la temperatura de esta. Esto sirve para que el sistema

pueda desconectar la resistencia del elemento de planchado si esta supera la temperatura media óptima para un buen planchado en todo tipo de materiales, 140°.

Por tanto la plancha se encenderá en el momento de encendido del sistema, y se desconectará cuando alcance la temperatura establecida como límite, volviéndose a conectar cuando baje, manteniéndose así siempre en la misma temperatura.

Esquema del circuito:



El amplificador operacional funciona de comparador. Cuando se supera la tensión de referencia de 1,4V fijada, que representa los 140°C máximos, el SSR que actúa de interruptor se abrirá y la plancha dejará de alimentarse hasta volver a alcanzar la temperatura deseada.

## 8.2 Válvula de Vapor de la Plancha.

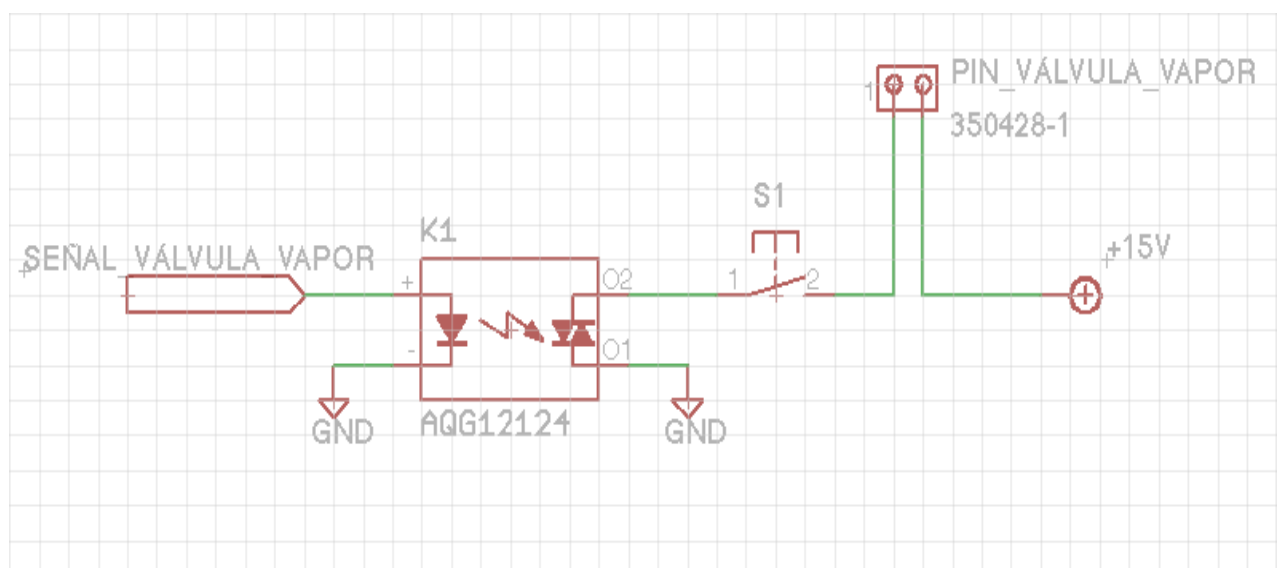
El sistema de suministro a la plancha será de forma manual siempre y cuando se detecte una presión correcta en la caldera.

Para ello utilizaremos una electroválvula tipo 6014, idéntica al sistema de la válvula de seguridad, que necesitará de la activación de dos interruptores, uno automático y otro manual, para su activación y expulsión de vapor.

El sistema se compondrá de un pulsador manual y de un SSR activado por el micro.

Si la presión es correcta en la caldera para que haya vapor, el SSR se alimentará con una señal alta del micro y permitirá el paso de la corriente siempre y cuando el usuario apriete el pulsador de expulsión de vapor.

Esquema del circuito:



## 9 Fuente de alimentación.

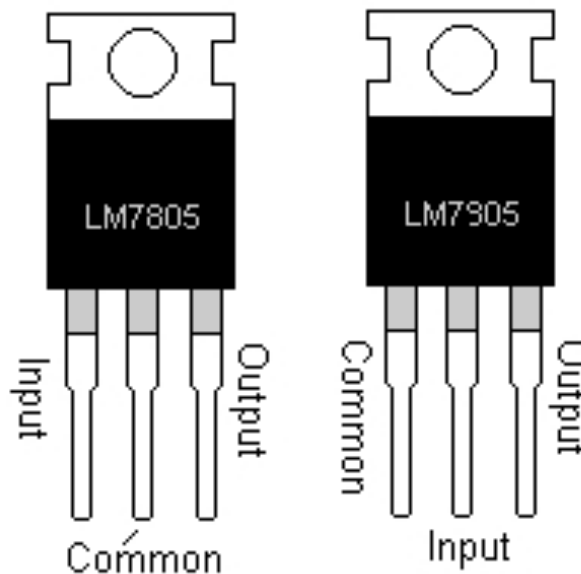
La alimentación del circuito será de 230V de corriente alterna, y consumirá unos 5KW aproximadamente, de los cuales 4,2KW serán consumidos por la Resistencia y la Plancha.

La fuente se ha diseñado para dar 5V y 15V. Se han colocado 4 reguladores o estabilizadores conectados al trafo en la disposición indicada en el datasheet.

Un regulador o estabilizador es un circuito que se encarga de reducir el rizado y de proporcionar una tensión de salida de la tensión exacta que queramos. Se han utilizado dos LM78XX y dos LM79XX.

Las ideas básicas del funcionamiento de un regulador:

- La tensión entre los terminales  $V_{out}$  y GND es de un valor fijo, no variable, que dependerá del modelo de regulador que se utilice.
- La corriente que entre o sale por el terminal GND es prácticamente nula y no se tiene en cuenta para analizar el circuito de forma aproximada. Funciona simplemente como referencia para el regulador.
- La tensión de entrada  $V_{in}$  deberá ser siempre unos 2 o 3 V superior a la de  $V_{out}$  para asegurarnos el correcto funcionamiento.



Se utilizará un transformador de 230V/18V que cumple la condición de dar una tensión de 3 V superior a la  $V_{out}$  del LM7815.

### **LM78XX:**

La tensión entre los terminales  $V_{out}$  y GND es de XX voltios y una corriente máxima de 1<sup>a</sup>.

Se utilizará un 7815 que dará 15V a la salida, y un 7805, que dará 5V.

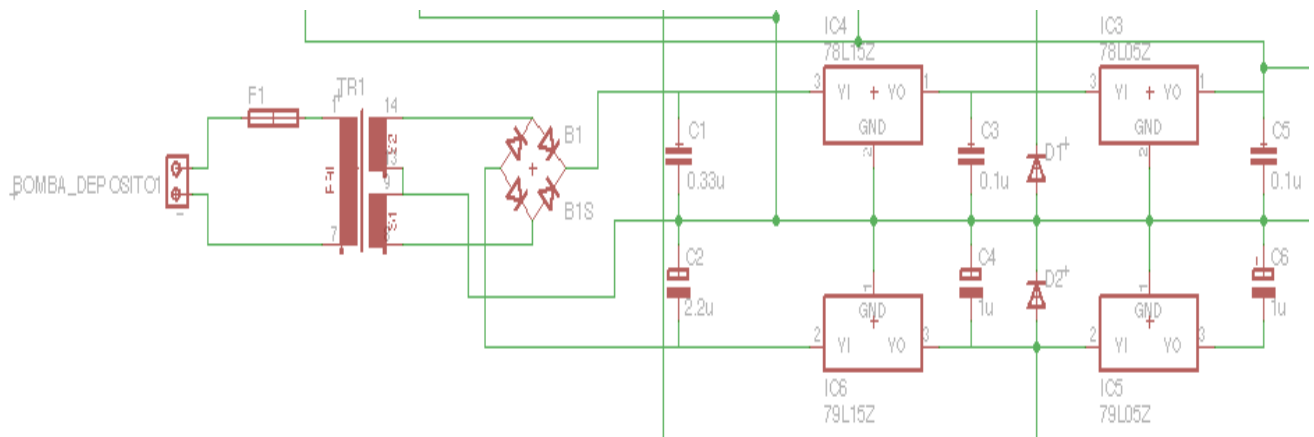
### **LM79XX:**

Se utiliza para suministrar tensiones simétricas. La tensión entre  $V_{out}$  y GND es de -XX voltios.

Se utilizará un 7915 que dará -15V, y un 7905, que dará -5V a la salida.



El circuito quedará así:



*Captura tomada de la placa general.*

## 10 Pantalla LCD.

Se utilizará una pantalla LCD alfanumérica 4x16 para la visualización del correcto o no funcionamiento del sistema. Las pantallas de cristal líquido LCD o display LCD para mensajes (Liquid Crystal Display) tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica.

Irán conectada al microprocesador el cual, con el código correspondiente implementado en la plataforma Arduino, dotará de funcionalidad.

Se podrán mostrar 4 líneas de 16 caracteres alfanuméricos cada una, designada así la primera línea para el control del nivel del calderín, la

segunda para el control del nivel de agua en el depósito, la tercera para el control de la presión en el calderín y la cuarta para el control de la temperatura en la plancha.

Línea 1:

- Need Water: Falta agua. Se mostrará cuando llegue al mínimo del nivel de agua.
- Boiler High: Depósito lleno.
- Boiler OK: Nivel adecuado

Línea 2:

- Need Water: Falta agua. Se mostrará cuando llegue al mínimo del nivel de agua.
- Tank High: Depósito lleno.
- Tank OK: Nivel adecuado

Línea 3:

- Pressure Low: La presión es demasiado baja como para haber vapor.
- Pressure High: Nos dirá que la presión en la caldera es superior a lo prefijado como presión máxima.
- Pressure Ok: Presión correcta de funcionamiento.

#### Línea 4:

- Temp.Iron Low: Nos dirá que la temperatura en la caldera no es adecuada para la creación de vapor.
- Temp.Iron High: Indicará que el elemento calefactor a sobrepasado la temperatura adecuada para un correcto funcionamiento.
- Temp.Boiler Ok: Indicará que la temperatura es la adecuada.

La pantalla LCD estará colocada en una placa aparte de la de control, para poder colocarse donde se desee sin problemas. La adaptación al micro y alimentación están diseñados en la placa general, siendo esta placa únicamente para los pines de conexión del LCD a la placa de control y para el LCD.

En la sección de programación se encontrará el código para el funcionamiento del LCD, así como en la de planos todos mismos.

## 11 Tuberías.

Las tuberías destinadas a utilizarse en sistemas de presión se diseñan para resistir una presión hidrostática interna específica. Esta es la presión nominal PN, que nos indica la máxima presión de trabajo a la que puede estar sometida en operación continua a una determinada temperatura. Cuando la tubería es sometida a una presión interna, se induce en ella una

tensión hidrostática.

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

### **11.1 Tuberías desde el depósito de agua a la caldera.**

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

- Es un material liviano.
- Es flexible y resistente.
- Tiene resistencia química
- Es resistente a la abrasión. Es de importancia destacar que las tuberías de polietileno pueden soportar líquidos y gases a baja temperatura.

Tabla de características:

PE	SDR 26	SDR 17	SDR 13.6	SDR 11	SDR 9	SDR 7.4
	PN ( bares)					
PE 63 ( = 5.0 Mpa / 725 psi )	4	6	8	10	12.5	16
PE 80 ( = 6.3 Mpa / 913 psi )	5	8	10	12.5	16	20
PE 100 ( = 8.0 Mpa / 1160 psi )	6	10	12.51	16	20	25

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

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

PN = presión nominal, MPa

D = diámetro externo de la tubería, mm

$\sigma_s$  = tensión de diseño, MPa (1 MPa = 10 bar  $\approx$  10 Kg/cm<sup>2</sup> )

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

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

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

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

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

Por lo tanto, para la comunicación entre el calderín y el depósito de agua, utilizaremos tuberías de polietileno de 40 mm de diámetro y de espesor 3.14 mm

## 11.2 Tuberías desde la caldera a la plancha.

Las tuberías de polietileno no son adecuadas para suministrar el vapor

desde el calderín hasta la plancha ya que no soportan altas temperaturas.

Se utilizarán tuberías de polipropileno.

Éste material presenta diversas características:

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

Se utilizará una tubería de polipropileno de diámetro 40 mm y con espesor de 3.14 mm para el enlace entre el calderín y la plancha.

## 12 Tratamiento del Agua.

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

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

Para poder asegurar la calidad del agua de alimentación y agua de la caldera, debemos cumplir con los requerimientos de las normas, que definen los límites recomendados para los parámetros involucrados en el tratamiento del agua.

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

- **pH:** El pH representa las características ácidas o alcalinas del agua, por lo que su control es esencial para prevenir problemas de corrosión (bajo pH) y depósitos (alto pH).
- **Dureza:** La dureza del agua cuantifica principalmente la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua, los que favorecen la formación de depósitos e incrustaciones difíciles de remover sobre las superficies de transferencia de calor de una caldera.
- **Oxígeno:** El oxígeno presente en el agua favorece la corrosión de los componentes metálicos de una caldera. La presión y temperatura aumentan la velocidad con que se produce la corrosión.
- **Dióxido de Carbono:** El dióxido de carbono, como el oxígeno, favorece la corrosión. Esta corrosión se manifiesta en forma de ranura y no de tubérculos como los provocados por el oxígeno. La



corrosión en las líneas de retorno de condensado generalmente es causada por el dióxido de carbono. El CO<sub>2</sub> se disuelve en agua produciendo ácido carbónico. La corrosión provocada por el ácido carbónico ocurrirá bajo el nivel del agua y puede ser identificada por las ranuras o canales que se forman en el metal.

- **Hierro y cobre:** El hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se puede utilizar filtros para remover estas sustancias.
- **Fosfato:** El fosfato se utiliza para controlar el pH y dar protección contra la dureza.
- **Aceite:** El aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre al vapor.
- **Sólidos disueltos:** Los sólidos disueltos la cantidad de sólidos (impurezas) disueltas en el agua.
- **Sólidos en suspensión:** Los sólidos en suspensión representan la cantidad de sólidos (impurezas) presentes en suspensión (no disueltas) en el agua.
- **Secuestrantes del oxígeno:** Los secuestrantes de oxígeno corresponden a productos químicos (sulfitos, hidrazina, hidroquinona, etc.) utilizados para remover el oxígeno residual del agua.

- **Sílice:** El sílice presente en el agua de alimentación puede formar incrustaciones duras (silicatos) o de muy baja conductividad térmica (silicato de calcio y magnesio).
- **Alcalinidad:** Representa la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y silicatos o fosfatos en el agua. La alcalinidad del agua de alimentación es importante, ya que, representa una fuente potencial de depósitos.
- **Conductividad:** La conductividad del agua permite controlar la cantidad de sales (iones) disueltas en el agua

Para solucionar y tratar el agua correctamente el deposito dispondrá de un ablandador y un desgasificador de agua, como se ha indicado anteriormente.

## 13 Programa del Microprocesador.

El microprocesador será programado en la plataforma Arduino. Utilizaremos dicha placa y software libre para programar el ATmega328 para así después extraer el micro e introducirlo en nuestra placa.

El programa recogerá las entradas de los dispositivos de medición, ya sean señales analógicas o digitales, y enviará las salidas correspondientes para las distintas acciones y funcionalidad de la LCD.

```
// Definición de pines de entrada de los sensores

const int PinDeposito1 = 0;    // número del pin de GPIO de
entrada                          del sensor deposito

const int PinDeposito2 = 1;    // número del pin de GPIO
entrada                          del sensor deposito

const int PinDepositoCalderin1 = 6;    // número del pin de
GPIO de                          entrada del sensor agua
                                  calderín

const int PinDepositoCalderin2 = 7;    // número del pin de
GPIO                              entrada del sensor agua
                                  calderín

int sensorPinPresion = 2;    // Pin de entrada del sensor de
presión

int sensorPinTemplancha = 0;    // Pin de entrada del sensor de
temp                              plancha

int sensorPinResistencia = 1;    // Pin de entrada del sensor
de                              temp resistencia

// Variables de almacenamiento de los sensores

//Deposito de agua

int DepositoState1 = 0; //Pin 1
int DepositoState2 = 0; //Pin 2
int N_agua_deposito = 0; // Variable que codifica los dos
estados
                                y entrada al método
boolean llenandoDeposito=false;

//Deposito de calderín
```

```

    int CalderinState1 = 0; //Pin 1
    int CalderinState2 = 0; //Pin 2
    int N_agua_calderin = 0; // Variable que codifica los dos
    estados
                                y entrada a método
    boolean llenandoCalderin=false;

// Sensor de presión

    int sensorPresion = 0; // Variable que almacena el sensor de
    presión
    int entradaPresion = 0; // Variable que codifica los estados y
    entrada al método
    boolean calentandoCalderin=false;

// LCD 16x4

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
int sensorTemp = 0;
int sensorRes = 0;
String NeedWather=String("");
String Presion=String("");
String tempPlancha=String("");
String WatherCaldera=String("");

void setup() {

    Serial.begin(9600);
    pinMode(PinDepositol, INPUT);
    pinMode(PinDepositol, INPUT);

    pinMode(PinDepositoCalderin1, INPUT);
    pinMode(PinDepositoCalderin2, INPUT);

    pinMode(sensorPinPresion, INPUT);
    pinMode(sensorPinTemplancha, INPUT);
    pinMode(sensorPinResistencia, INPUT);

    // set up the LCD's number of columns and rows:
    lcd.begin(16, 4);
}

//Calderín

```

```
// Método general donde se realiza el sondeo de los sensores
// y se procede a actuar

void loop() {

    // Sondea los sensores

    // Nivel de agua del calderín

    // Pines del Calderín

    CalderinState1 = digitalRead(PinDepositoCalderin1);
    CalderinState2 = digitalRead(PinDepositoCalderin2);

    if (CalderinState1 == LOW & CalderinState2 == LOW) {
        // Deposito vacio

        WatherCaldera=String("Need Water");
        N_agua_calderin = 0;
        llenandoCalderin=DepositoCalderin(N_agua_calderin,llenandoC
alderin);
    }
    if (CalderinState1 == LOW & CalderinState2 == HIGH) {

        // OK

        WatherCaldera=String("Boiler OK");
        N_agua_calderin = 1;
        llenandoCalderin=DepositoCalderin(N_agua_calderin,llenandoC
alderin);
    }
    if (CalderinState1 == HIGH & CalderinState2 == HIGH) {

        // LLENO

        WatherCaldera=String("Boiler HIGH");
        N_agua_calderin = 2;
        llenandoCalderin=DepositoCalderin(N_agua_calderin,llenandoCa
lderin);
    }
}
```

```

// Nivel de agua del deposito

// Pines del deposito

DepositoState1 = digitalRead(PinDeposito1);
DepositoState2 = digitalRead(PinDeposito2);

if (DepositoState1 == LOW & DepositoState2 == LOW) {

// Deposito vacio

NeedWather=String("Need Wather");
N_agua_deposito = 0;
llenandoDeposito=DepositoAgua(N_agua_deposito,llenandoDepos
ito);
}
if (DepositoState1 == LOW & DepositoState2 == HIGH) {

// OK

NeedWather=String("Tank OK");
N_agua_deposito = 1;
llenandoDeposito=DepositoAgua(N_agua_deposito,llenandoDepos
ito);
}
if (DepositoState1 == HIGH & DepositoState2 == HIGH) {

// LLENO

NeedWather=String("Tank HIGH");
N_agua_deposito = 2;
llenandoDeposito=DepositoAgua(N_agua_deposito,llenandoDepos
ito);
}

// Presión del calderín

sensorPresion = analogRead(sensorPinPresion);

if (sensorPresion < 178) {

// Presion inferior a 4 bares

Presion=String("Pressure LOW");
entradaPresion = 0;

```

```
    calentandoCalderin=PresionCalderin(entradaPresion,calentand
oCalderin);
    }
    if (sensorPresion > 178 && sensorPresion < 255 ) {

    // Presion entre 4 y 5 bares

    Presion=String("Pressure OK");
    entradaPresion = 1;
    calentandoCalderin=PresionCalderin(entradaPresion,calentand
oCalderin);
    }
    if (sensorPresion > 255) {

    // Presion superior a 5 bares

    Presion=String("Pressure HIGH");
    entradaPresion = 2;
    calentandoCalderin=PresionCalderin(entradaPresion,calentand
oCalderin);
    }

    // Pantalla LCD con temperatura de plancha

    sensorTemp = analogRead(sensorPinTemplancha);

    if (sensorTemp < 204) {

    // Temp inferior a 100

    tempPlancha = String("Temp.Iron LOW");

    }
    if (sensorTemp > 204 && sensorPresion < 286 ) {

    //Temp inferior a 140

    tempPlancha = String("Temp.Iron OK");

    }
    if (sensorTemp > 286) {

    // Temp superior 140

    tempPlancha = String("Temp.Iron HIGH");

    }
}
```

```
String
stringLCD=NeedWather+Presion+tempPlancha+WatherCaldera;
    Serial.println(stringLCD);

} // Fin del metodo setup (main)

// Método depósito de agua.

boolean DepositoAgua(int S1, boolean estado) {

    // Pin de salida para controlar la bomba del deposito de agua
    int bombaDepositoAguaPin=8;
    pinMode(bombaDepositoAguaPin, OUTPUT);

    // Variable que indica si se está lleno
    boolean llenando = estado;

    if(S1 == 0) {
        digitalWrite(bombaDepositoAguaPin, HIGH);
        llenando = true;
        return llenando;
        //
    }
    if(S1 == 1) {

        if(llenando=true) {
            //Activar bomba = 1
            digitalWrite(bombaDepositoAguaPin, HIGH);
            return true;
        }
        else{
            //Activar bomba = 0
            digitalWrite(bombaDepositoAguaPin, LOW);
            return false;
        }

    }
    if(S1 == 2) {
        //Activar bomba = 0
        digitalWrite(bombaDepositoAguaPin, LOW);
        llenando=false;
    }
}
```



```
    return false;
  }
  return false;
} // Fin de metodo deposito de agua
```

```
// Método agua calderín
```

```
boolean DepositoCalderin (int S1, boolean estado){

  // Pin de salida para controlar la bomba del deposito de agua
  int bombaCalderinAguaPin=9;
  pinMode(bombaCalderinAguaPin, OUTPUT);

  // Variable que indica si se está llenando
  boolean llenando = estado;

  if(S1 == 0){
    digitalWrite(bombaCalderinAguaPin, HIGH);
    llenando = true;
    return llenando;
    //
  }
  if(S1 == 1){

    if(llenando=true){
      //Activar bomba = 1
      digitalWrite(bombaCalderinAguaPin, HIGH);
      return true;
    }
    else{
      //Activar bomba = 0
      digitalWrite(bombaCalderinAguaPin, LOW);
      return false;
    }

  }
  if(S1 == 2){
    //Activar bomba = 0
    digitalWrite(bombaCalderinAguaPin, LOW);
```

```

    llenando=false;
    return false;
  }
  return false;
} // Fin de metodo deposito de agua

```

```

// Método presión calderín
boolean DepositoCalderin (int S1, boolean estado){

    // Pin de salida para controlar la bomba del depósito de agua
    int resistenciaCalderinAguaPin=10;
    int valvulaVapor=13;

    pinMode(bombaCalderinAguaPin, OUTPUT);

    // Variable que indica si se está lleno
    boolean llenando = estado;

    if(S1 == 0){
        digitalWrite(resistenciaCalderinAguaPin, HIGH);
        digitalWrite(valvulaVapor, LOW);
        llenando = true;
        return llenando;
        //
    }
    if(S1 == 1){

        if(llenando=true){
            //Activar bomba = 1
            digitalWrite(resistenciaCalderinAguaPin, HIGH);
            digitalWrite(valvulaVapor, HIGH);
            return true;
        }
        else{
            //Activar bomba = 0
            digitalWrite(resistenciaCalderinAguaPin, LOW);
            digitalWrite(valvulaVapor, HIGH);
            return false;
        }
    }
    if(S1 == 2){

```

```
//Activar bomba = 0
digitalWrite(resistenciaCalderinAguaPin, LOW);
digitalWrite(valvulaVapor, HIGH);
llenando=false;
return false;
}
return false;
} // Fin de metodo presion calderin de agua
```

# Presupuesto:

## 14 Presupuesto.

### 14.1 Presupuesto de la placa de control.

El presupuesto se ha dividido en varios apartados dependiendo de su función.

Nos centraremos únicamente en los componentes electrónicos pues es la parte que nos compete.

A continuación se detalla el presupuesto de la placa de control :

<b>Componente</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nº Componentes</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Precio Total</b>
<b>Resistencia</b>	3K	1	0.020 €	0.020 €
	3.5K	1	0.020 €	0.020 €
	600	1	0.020 €	0.020 €
	1K	3	0.020 €	0.060 €
	10K	1	0.020 €	0.020 €
	4K	1	0.020 €	0.020 €
<b>Potenciometro</b>	10K	1	0.040 €	0.040 €
<b>Condensador</b>	0.10u	2	0.120 €	0.240 €

	0.33u	1	0.120 €	0.120 €
	1u	2	0.200 €	0.400 €
	2.2u	1	0.200 €	0.200 €
	22p	2	0.120 €	0.240 €
<b>Fusible</b>		1	0.125 €	0.125 €
<b>Diodo</b>	1N4007	2	0.059 €	0.118 €
<b>Puente de Diodos</b>	SOT143	1	0.367 €	0.367 €
<b>Pin</b>	350428	22	0.380 €	8.360 €
<b>Trafo</b>	230V/18V	1	7.300 €	7.300 €
<b>Rectificador</b>	Lm78XX	2	0.700 €	1.400 €
	LM79XX	2	1.130 €	2.260 €
<b>A.O.</b>	LM124	3	0,306 €	0.918 €
<b>SSR</b>	AQG12105	4	5.240 €	20.96 €
<b>Pulsador</b>	B3F.3150	2	0.336 €	0.672 €
<b>ATmega 328</b>		1	4.570 €	4.570 €
			<b>TOTAL</b>	<b>50.25 €</b>

## 14.2 Presupuesto de la placa del LCD.

<b>Componente</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nº Componente</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Precio Total</b>
<b>LCD</b>	4x16	1	11.59 €	11.59 €
<b>Pin</b>	350428-1	2	0.380 €	0.760 €
	350431-1	1	0.590 €	0.590 €
			<b>TOTAL</b>	<b>12.94 €</b>

## 14.3 Presupuesto de los sensores.

<b>Componente</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nº Componente</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Precio Total</b>
<b>Sensor Temperatura</b>	LM35	2	3.920 €	7.840 €
<b>Sensor Presión</b>	DMP33	1	5.450 €	5.450 €
<b>Nivel</b>	LCS01	4	15.10 €	60.40 €

			<b>TOTAL</b>	<b>73.69 €</b>
--	--	--	--------------	----------------

#### 14.4 Presupuesto de los actuadores.

<b>Componente</b>	<b>Tipo</b>	<b>N° Componente</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Precio Total</b>
Elemento de Planchado.	Plancha	1	70.50 €	70.50 €
Resistencia.	3000W	1	91.00 €	91.00 €
Bomba	Shurflo 403	1	93.17 €	93.17 €
Electroválvula	6014	2	6.320 €	6.320 €
			<b>TOTAL</b>	<b>260.99 €</b>

#### 14.5 Presupuesto total.

Placa de control.	50.25 €
Placa LCD.	12.94 €
Sensores.	73.69 €



Actuadores.	260.99 €
<b>TOTAL</b>	<b>397.87 €</b>

# Bibliografía:

## 15 Bibliografía.

### Libros:

- Electrónica de Potencia, Ed. Pearson, Daniel W.Hart.
- Eagle V6 Getting Started Guide.
- Ramón Pallás Areny. Sensores y Acondicionadores de Señal. Editorial Marcombo, 1998.

### Asignaturas:

- Diseño y Simulación Electrónica.
- Circuitos Integrados Analógicos Lineales.
- Circuitos Integrados Analógicos No Lineales.
- Equipos Electrónicos de Medida.
- Electrónica Analógica
- Electrónica Digital.

## WEBS:

<http://forum.arduino.cc/index.php/board,49.0.html>

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

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

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

<http://es.rs-online.com/web/>