

UPCT



Universidad
Politécnica
de Cartagena

PROYECTO FIN DE CARRERA

CONTROL DE PLANCHADO INDUSTRIAL

ALUMNO:	MOHAMMED BENYAAGOUB
TITULACIÓN:	ITI. ESP. ELECTRÓNICA
DEPARTAMENTO:	TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
TUTOR:	PEDRO DIAZ HERNANDEZ

2012-2013

INDICE

Memoria.....	Página 4
Diseño.....	Página 32
Pliego de condiciones.....	Página 56
Presupuesto.....	Página 70
Anexo I→Programación del pic.....	
.....	Página 72
Anexo II →Páginas webs consultadas.....	
.....	Página 76
Anexo III→Biografía consultada.....	Página 78
Anexo IV→Planos PCB.....	Página 80
Anexo V→Planos Esquemático.....	Página 88

1. INTRODUCCIÓN.

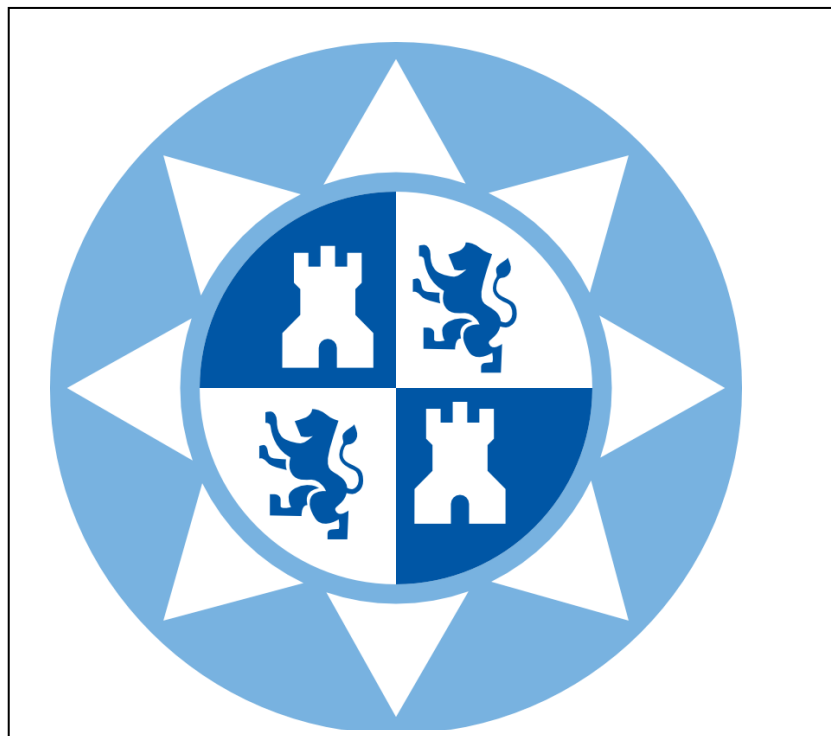
En este proyecto haremos un estudio del funcionamiento de las planchas industriales, así como el diseño de una tarjeta de control. Todo este diseño cumple con el reglamento vigente de los equipos a presión.

1. ESTRUCTURA

Este proyecto se ha estructurado en varias partes:

- Memoria: En este bloque se explica el funcionamiento general del sistema, así como los componentes que lo forman.
- Diseño: En esta parte se diseñan los distintos circuitos de control, acompañados cada uno de una explicación profunda.
- Pliego de condiciones: Aquí se hace un estudio de los distintos elementos que actúan sobre el sistema, relacionándolos en todo caso con la normativa que está vigente en este momento.

MEMORIA



1. INTRODUCCIÓN

A diferencia de la plancha convencional un sistema de planchado industrial o centro de planchado tiene el calderín (el depósito generador de vapor) de forma independiente al aparato y con mayor capacidad. Al generar más vapor, facilita el planchado de la ropa y reduce el tiempo que hay que dedicarle a esta tarea.

Ventajas de los centros de planchado:

- Son más apropiados para un uso “profesional” ya que permiten planchar mucha ropa con menor esfuerzo y tiempo,
- Son más ligeros que las planchas tradicionales de vapor al no tener que arrastrar el depósito de agua al planchar,
- Ofrecen un acabado más profesional ya que emplean menor temperatura con lo que no dejan brillos en la ropa oscura.

Inconvenientes de los centros de planchado:

- Entre sus inconvenientes el principal es el precio, ya que doblan y triplican el precio de las planchas convencionales.

2. OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es el diseño de una tarjeta de control de un sistema de planchado industrial.

Para facilitar la comprensión del sistema que vamos a automatizar incluimos el siguiente esquema:

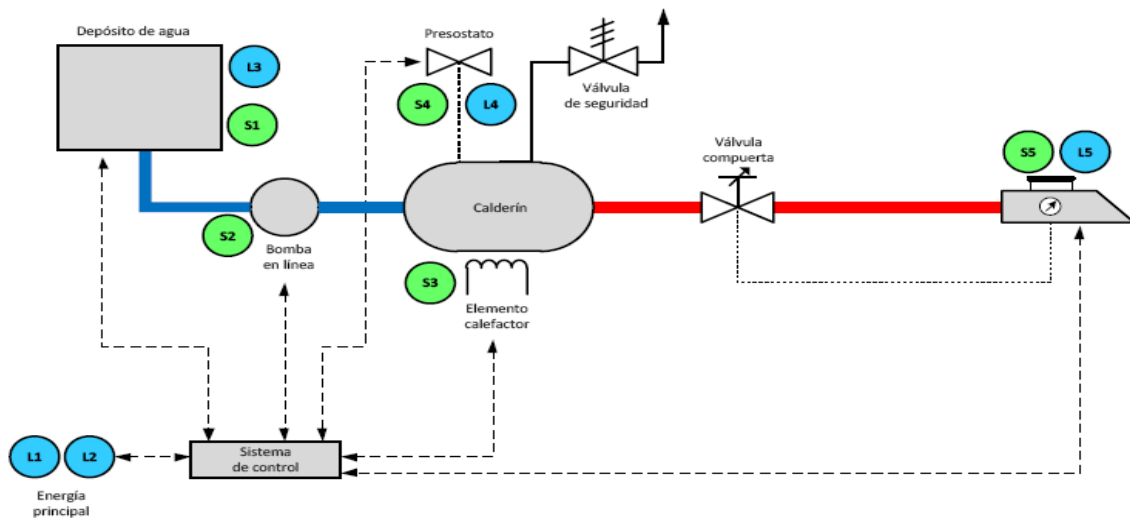


Figura 1. Esquema funcional del centro de planchado

Los elementos representados por la letra “L” son los indicadores del sistema:

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

Los elementos representados por la letra “S” son los sensores del sistema:

- S1.- Sensor de mínimo nivel de agua en el depósito.
- S2.- Sensor de aporte agua entre depósito y calderín.
- S3.- Sensor de funcionamiento de la resistencia calefactora.
- S4.- Sensor presión alcanzado en el interior del calderín.
- S5.- Sensor de temperatura plancha.

3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Se trata de diseñar un sistema de control que regule el flujo de agua por los distintos elementos que componen el sistema para lograr un planchado eficaz.

El agua almacenada en el depósito pasará al calderín por medio de la bomba de impulsión, donde será calentado por un elemento calefactor, hasta conseguir vapor de agua a una presión mayor o igual a 3 bares. La válvula de seguridad se encargara de vaciar el vapor una vez alcanzada la presión de 5 bares, para garantizar la seguridad, tanto de los usuarios como de los componentes.

Otro elemento calefactor se encontrara en la suela de la plancha, que se encargará de calentarla para su posterior contacto con la prenda a planchar. Cuando haya vapor en el calderín a la presión deseada, ya mencionada anteriormente, la temperatura de la suela sea la correcta, en ese momento el usuario puede accionar un pulsador para lograr que el vapor salga por la plancha y así empezar a planchar la ropa.

4. COMPONENTES DEL SISTEMA.

La composición del sistema la podemos organizar en:

- Depósito de agua.
- Calderín.
- Plancha.
- Tuberías de conexión.

- Actuadores.
 - Electroválvula.
 - Válvula de seguridad.
 - Válvula de compuerta.
 - Bomba de impulsión.
 - Elemento calefactor para el calderín.
 - Elemento calefactor para la plancha.

- Indicadores.
 - Led's.
 - Pantalla LCD.

- Microcontrolador.

4.1. Depósito de agua.

El depósito tiene como misión almacenar agua para su aporte al calderín.

Tendrá que almacenar una capacidad mínima de 8 litros, por lo que escogeremos un depósito de 9 litros de capacidad. Además, este depósito deberá ser de un material anticorrosivo para garantizar la durabilidad de éste.



Figura 2. Depósito de agua de 10 litros.

El depósito seleccionado estará fabricado de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio).

El PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) es un material compuesto, formado, como su propio nombre indica, por dos materiales fundamentales:

- Una matriz, constituida por una resina sintética de tipo poliéster.
- Un refuerzo de fibra de vidrio que se ubica dentro de la matriz.

La matriz de Poliéster es un aglomerante perfecto para el refuerzo, ya que nos asegura la participación simultánea de todos los filamentos del mismo, siendo además una barrera excelente frente a los agentes químicos y ambientales.

La Fibra de Vidrio nos proporciona la armadura necesaria con la que logramos la resistencia mecánica precisa tanto para soportar la presión interna del recipiente hacia el exterior cuando este se encuentre lleno, como las cargas y presiones externas hacia el interior del recipiente en los depósitos enterrados.

El PRFV tiene las siguientes ventajas:

- Bajo peso y alta resistencia específica.
- Manejabilidad y fácil instalación.
- Buen aislante térmico y eléctrico.

- Resistencia al fuego.
- Muy higiénico y fácil de mantener limpio.

El depósito de agua llevará enganchado en su parte inferior un conector que nos servirá para anclar las tuberías usadas.



Figura 3. CONECTOR PARA BOTE-DEPOSITO EXPANSION.

4.2. Calderín o Caldera.

Según el Artículo 2 de la ITC EP-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.



Figura 4. Calderín.

El calderín es el encargado de generar vapor a partir del agua que le proviene del depósito. Su estructura debe ser tal que pueda almacenar una capacidad de 8 litros de agua y poder convertirla en vapor. Para ello elegiremos un calderín con capacidad de 9 litros.

Puesto que el calderín trabajará con altas temperaturas y altas presiones, debemos seleccionar los materiales que construyen el calderín de tal manera que funcione a estas condiciones.

El calderín tendrá las siguientes características:

- El calderín se pintará exteriormente con una imprimación antioxidante y con pintura antitérmica.
- La envolvente exterior estará recubierta por una manta de lana de vidrio sin aglomerar, con soporte de malla de acero galvanizado, de referencia TELISOL de la marca Isover.

- Esta capa de lana mineral va a su vez recubierta por una envolvente de chapa galvanizada de 1mm de espesor, de tal forma que para una temperatura ambiente de 25°C, la temperatura de la superficie del calderín sea menor de 35°C.

4.3. Plancha.

Una plancha es un electrodoméstico que sirve para alisar la ropa quitándole las arrugas y las marcas. La plancha trabaja aflojando los vínculos entre las cadenas largas de moléculas de polímero que existen en las fibras del material. Las fibras se estiran y mantienen su nueva forma cuando se enfrían. Esto lo logra con calor, ya que funciona como una resistencia calentadora con peso. Algunos materiales como el algodón requieren el empleo de agua para aflojar los lazos intermoleculares.



Figura 5. Plancha.

➤ **Suela de la plancha.**

Es la zona que entra en contacto con el tejido, fabricada de acero inoxidable, tendrá varios orificios por los que saldrá el vapor procedente del calderín la plancha tendrá varios orificios por los cuales circulará el vapor. Ésta llevará enganchado un elemento calefactor para calentar la plancha y así conseguir una temperatura ideal para planchar, y además, un termostato para regular esta temperatura y evitar posibles accidentes.

➤ **Temperaturas seguras por materiales.**

Según la norma ISO 3758, en el etiquetado de los tejidos la temperatura ideal de planchado está indicada por uno, dos o tres puntos colocados dentro de un símbolo de plancha. La norma EN 60311 establece las temperaturas que deben alcanzar las suelas de las planchas con cada uno de estos símbolos.

- Temperatura entre 70 y 120 °C. Para planchar acetato, elastano, poliamida, polipropileno.
- Temperatura entre 100 y 160 °C. Para planchar cupro, poliéster, seda, triacetato, viscosa y lana.
- Temperatura entre 140 y 210 °C. Para planchar algodón y lino.

Para nuestro proyecto lo resumiremos al primer caso, para planchar acetato, elastano, poliamida, polipropileno. Se podría ampliar el la programación en función del material que constituye las prendas a planchar.

4.4. TUBERÍAS.

La elección del diámetro y material de las tuberías debe ser tal que facilite el vaciado del depósito en un tiempo considerable. El material debe ser resistente a la corrosión y a altas temperaturas.

En este proyecto haremos uso de tuberías del modelo HD150 de la marca HANSA-FLEX:



Figura 6. Tubo flexible.

La razón por la cual se ha elegido este tipo de tuberías son las siguientes:

- Alta resistencia a las temperaturas extremas, y al impacto, lo que le otorga la ventaja de ser un material de larga vida.
- Son inalterables ante la corrosión y los productos químicos.
- Buen aislante del calor.
- Fácil colocación.
- Flexibilidad.

- Se pueden acoplar usando abrazaderas.

Denominación	DN*	Tamaño	Pulgadas	Ø interior min. (mm)	Ø interior max. (mm)	Ø Inserción min. (mm)	Ø Inserción max. (mm)	Ø exterior max. (mm)	Presión de servicio (bar)
HD 104	5	3	3/16"	4,6	5,4	9,0	10,0	12,5	250
HD 106	6	4	1/4"	6,2	7,0	10,6	11,6	14,1	225
HD 108	8	5	5/16"	7,7	8,5	12,1	13,3	15,7	215
HD 110	10	6	3/8"	9,3	10,1	14,5	15,7	18,1	180
HD 113	12	8	1/2"	12,3	13,5	17,5	19,1	21,4	160
HD 116	16	10	5/8"	15,5	16,7	20,6	22,2	24,5	130
HD 120	19	12	3/4"	18,6	19,8	24,6	26,2	28,5	105
HD 125	25	16	1"	25,0	26,4	32,5	34,1	36,6	88
HD 132	31	20	1.1/4"	31,4	33,0	39,3	41,7	44,8	63
HD 140	38	24	1.1/2"	37,7	39,3	45,6	48,0	52,1	50
HD 150	51	32	2"	50,4	52,0	58,7	61,7	65,5	40

Figura 7. Hoja de características según el modelo

Tal y como podemos ver, el modelo HD 150 tiene un diámetro interior que oscila entre 50.4mm y 52.0mm y un diámetro exterior máximo de 65.5mm.

Nos harán falta cuatro tuberías de este modelo:

- La primera conectará el depósito con la bomba de impulsión.
- La segunda conectará la bomba con el calderín.
- La tercera conectará el calderín con la válvula de compuerta.
- La cuarta y última conectará la válvula de compuerta con la plancha.

4.5. ACTUADORES.

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador

o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Tal y como mencionamos anteriormente los distintos actuadores sobre nuestro sistema son:

- Electroválvula.
- Válvula de seguridad.
- Válvula de compuerta.
- Bomba de impulsión.
- Elemento calefactor para el calderín.
- Elemento calefactor para la plancha.

Cada uno de estos actuadores realizará una función distinta en el sistema para llevar a cabo el correcto funcionamiento del centro de planchado.

➤ **Electroválvula.**

Con esta válvula controlaremos el llenado del depósito de agua, para así evitar el desbordamiento del agua destilada fuera del depósito. Su accionamiento será eléctrico, de modo que cuando el sensor haya detectado que el recipiente está lleno mande una señal que active dicha bomba y así parar la alimentación del agua al depósito.



Figura 8. Valvula con accionamiento eléctrico.

Datos del producto**Datos básicos**

Estándar o no estándar: Estándar
Energía: eléctrica
Medios: Ácido
Número de Modelo: Q-d-001
material: pvc
el uso de: industrial
de la estructura: bola

Estructura: bola
Material: De plástico
Tamaño del Puerto: Dn15-300
Marca: yongzhong
de la unidad: actuador eléctrico
de tensión: 220v, 24v
standrd: Hg, din, jis, ansi

Presión: Presión baja
Temperatura de medios: Temperatura media
Lugar del origen: China (Continental)
artículo: pvc eléctrico actuador de la válvula de bola
de la válvula: zócalo de pvc bola de la válvula
conectar: Brida, toma de corriente, tornillo
tamaño: Dn15-dn100

Paquete

Paquete: Caja de cartón, la plataforma

Especificaciones

Pvc eléctrico actuador de la válvula de bola de material: frpp, cpvc, pvc, upvc, hpp, tamaño de pvc: dn15-dn100 de voltaje: 220v, 24v de energía: eléctrica

Figura 9. Detalles del producto

Como podemos observar la válvula tiene un accionamiento eléctrico que puede funcionar tanto a 220V como 24V, dependiendo de cómo se conecte el cableado. Para nuestro proyecto accionaremos la válvula con una fuente de corriente continua de 24 voltios.

➤ **Válvula de seguridad.**

Hay elementos o dispositivos que cumplen la función de seguridad de la caldera y de la planta misma a presiones de vapor extrema. A continuación detallare la función de Válvulas de seguridad:

La norma ANSI B95.1 tiene una gran lista de terminología relativa a válvulas de seguridad. Este es el dispositivo de seguridad más importante sobre una caldera, y puede ser la última defensa contra una explosión por sobrepresión.

Unas pocas definiciones sobre este importante dispositivo ayudaran a diferenciar los tipos que hay disponibles:

- Un dispositivo de alivio de presión está diseñado para aliviar la presión o abrir para evitar una subida interna de presión de una vasija o recipiente cerrado (calderín) con presión excesiva sobre la admisible de trabajo.
- Una válvula de alivio de presión está actuada por la presión interior que tiene un ascenso graduado proporcional al incremento de presión y se utiliza principalmente para evitar sobrepresión en el servicio de líquidos.
- Una **válvula de seguridad** es un dispositivo de alivio de presión actuado por la presión ajustada pero caracterizado por una acción de apertura rápida, para trabajar y rebajar presión inmediatamente, al dejar escapar vapor de un recipiente cerrado. Puede utilizarse para servicio de alivio de la presión de aire.
- Una válvula de alivio de presión pilotada por presión es un dispositivo de alivio donde el dispositivo principal está actuado y controlado por un disipador auxiliar auto-operado de la válvula de alivio de presión.

En resumen, la válvula de seguridad es un dispositivo que tiene como misión proteger al calderín contra subidas de presión.

En nuestro caso la válvula de seguridad la controlaremos de modo que se abra cuando la presión en el interior del calderín alcance los 5 bares, y así evitar posibles accidentes que puedan ocurrir con el exceso de presión.

En nuestro proyecto haremos uso de una válvula de seguridad roscada del modelo 1800. Tal y como podemos ver en las características de la válvula

seleccionada, tiene un rango de operación de 1.2 bares a 21 bares. Para el control de presión del calderín ajustaremos la válvula para que su apertura sea a partir de los 5 bares de presión.

Modelo 1800

Tipo de servicio: Gases, vapores, líquidos y vapor de agua saturado.

Tipo de instalación: Industrias de proceso en general

Rango de presión de servicio: Desde 0,2 bar hasta 21 bar.

Rango de temperatura de servicio: Desde -29°C hasta 200° C.

Construcción: Cuerpo-tobera: Acero inox.
Bonete: Acero carbono, bronce o Acero inoxidable.
Internos: Acero inoxidable.
Resorte: Acero carbono.

Conexiones:

Entrada: Rosca Macho o Hembra

Brida: A partir de 1" se ofrece serie 150 o 300 ANSI B16.5

Salida: Rosca Hembra.

Brida 150 ANSI B 16.5.

Dimensiones:

Entrada x salida ½" x ¾" // ¾" x 1" // 1" x 1½"
1¼" x 2" // 1½" x 2" // 2" x 2½" // 2½" x 3" // 3" x 4"



Figura 10. Válvula de seguridad.

➤ Válvula de compuerta.

La válvula de compuerta es la encargada de suministrar vapor a la plancha. Hemos elegido una válvula de accionamiento eléctrico, la cual tendrá un solenoide normalmente cerrado.

Puesto que la válvula tiene que soportar vapor a altas temperaturas hemos elegido una válvula de latón, además de ser resistente a altas temperaturas y altas presiones, es un material anticorrosivo, lo que garantiza la larga durabilidad de dicho componente. La marca concreta que elegiremos es la válvula modelo BONA ZCQ-03B. La activación de esta válvula se realiza

mediante el suministro de una tensión de 12 voltios, la cual alimenta una bobina que acciona un contactor NC (normalmente cerrado) haciéndolo cambiar de posición y así conseguir abrir la válvula y por consiguiente, dejar paso del vapor a la plancha. La señal de 12 voltios recibida la válvula de compuerta se consigue gracias al accionamiento de un pulsador por parte del usuario de la plancha en el momento de planchado.



Figura 11. Válvula de compuerta.

➤ **Bomba de impulsión.**

La bomba se encargará de impulsar el agua del depósito al calderín. En este proyecto usaremos una bomba con accionamiento mediante solenoide, la cual se activara a 12V.

Se dispondrá de una bomba de tipo centrífuga, como la Bomba centrífuga de agua CM/CMP Series, aunque el mercado ofrece una amplia gama de productos para elegir y con características y funcionamiento muy similares.



Figura 12. Bomba centrífuga.

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

➤ **Elemento calefactor de la plancha.**

La función del elemento calefactor de la plancha es la de calentar la suela de la plancha para adaptarla a una temperatura que permita el planchado.

La elección de la resistencia debe ser de modo que garantice un cambio de temperatura rápido, además de ser de fácil colocación a la suela de la plancha.

Colocaremos una resistencia calefactora cinta flexible con malla exterior de acero inoxidable.



Figura 13.Cinta calefactora.

Las razones por la cual elegimos este tipo de resistencias calefactoras son:

- Alta flexibilidad.
- Listos para usar.
- Fácil de instalar.
- No daña las superficies donde se aplican.
- Alimentación por un único extremo.
- Mínimo radio de curvatura.

Hay variedad de modelos de este tipo de cinta que abarcan un rango de longitudes de 600 hasta 28000 mm. Nosotros escogeremos el modelo ELW-VA-1,1, el cual tiene una longitud de 1100 mm. Tendremos que alimentar a la resistencia a una tensión alterna de 220 voltios.

➤ **Elemento calefactor para el caldeín.**

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

La puesta en funcionamiento de la resistencia vendrá condicionada por la presión del calderín y la existencia o no de agua en la caldera.

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

Para este proyecto usaremos una resistencia monofásica con 1 varilla forma 'U' de triple vuelta.



Figura 14. Resistencia calefactora.

La hoja de características normalizada según la longitud de la resistencia, indicada por la letra “L” en la figura 13 la mostramos a continuación:

Código	L en mm	Rosca tapón pulgadas GAS	Wattios	W/cm²	Material tubo	Peso en Kg	Clase térmica constructiva Electricfor	Gama caja de conexiones	
								IP-40 (1)	IP-66 (2)
T001	150	1 1/4"	750	5	Inox	0,36	T-300-E	C-MENZ	Gama P3
T003	200	1 1/4"	1000	4,4	Inox	0,24	T-300-E	C-MENZ	Gama P3
T005	250	1 1/4"	1500	5,7	Inox	0,49	T-300-E	C-MENZ	Gama P3
T007	350	1 1/4"	2000	4,5	Inox	0,62	T-300-E	C-MENZ	Gama P3
T108	250	2"	2000	4,9	Inox	0,86	T-300-E	C-FE-2"	---
T009	450	1 1/4"	2500	4,2	Inox	0,74	T-300-E	C-MENZ	Gama P3
T011	550	1 1/4"	3000	4	Inox	0,88	T-300-E	C-MENZ	Gama P3

Figura 15. Hoja de características.

Nosotros elegiremos una resistencia calefactora del modelo T005.

Las aplicaciones más usuales de este tipo de resistencias vienen mostradas en la siguiente imagen:

Resistencias blindadas en tubo de Cobre niquelado ó Acero inoxidable, con tapón roscado de acoplamiento.

Aplicaciones usuales

- Calderas de vapor
- Baños maría
- Recalentamiento de fuel
- Termos
- Cámaras de aceite
- Destilación
- Limpieza
- Tintes
- Radiadores de calor por convección de líquido
- Secadores de toalla
- Desengrase
- Reacciones endotérmicas o exotérmicas que lo requieran
- Calefacción por circulación de líquido
- Piscifactorías
- Hervidores
- Cocederos

Figura 16. Aplicaciones de la resistencia calefactora.

4.6. INDICADORES.

Los indicadores son los responsables de mostrarnos información acerca del funcionamiento del sistema. Para nuestro proyecto usaremos una variedad de diodos led's y una pantalla LCD.

➤ Diodos LED's

Un diodo led es un dispositivo luminoso que emite luz al ser atravesado por una corriente del ánodo al cátodo. El ánodo es el polo positivo del dispositivo, mientras que el cátodo es el polo negativo. Al igual que un diodo normal, el diodo led tiene la propiedad de conducir cuando es atravesado por la corriente

en un sentido y se opone a la corriente en el sentido contrario, por lo cual para que conduzca tenemos que conectarlo de modo que el ánodo tenga mayor tensión que el cátodo.



Figura 17.Simbolo de un diodo led.

En este proyecto usaremos 5 led's de distintos colores para las distintas partes del sistema. Dichos led's nos proporcionarán información del estado de nuestro sistema y así poder facilitar las tareas de reparación en caso de fallo del sistema.



Figura 18.Diodos led's.

- Led rojo → Indicación de las distintas alarmas del circuito.
- Led azul → Indicación la bomba está en funcionamiento.
- Led amarillo → Indicación del funcionamiento del elemento calefactor de la plancha.
- Led naranja → Indica que la presión en el calderín es la correcta.
- Led verde →Indicación temperatura alcanzada en el elemento de planchado es la correcta

- Identificar la polaridad de un diodo led.

Identificar la polaridad de un LED es muy fácil, hay al menos 3 formas.

1.- La longitud de las terminales (patitas), la terminal negativa es más corta que la positiva, pero esto deja de funcionar cuando cortamos las terminales para ajustarlas a un circuito.



Figura 19.Diodos led's.

2.- Si se ve el LED desde arriba, la terminal negativa tiene un pequeño corte.

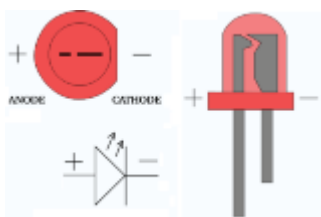


Figura 20.Vistas de un diodo led.

3.- Si se ve el interior del LED contiene una placa que parece estar cortada, el fragmento de la placa más grande (el que parece una pequeña bandera) corresponde al negativo.

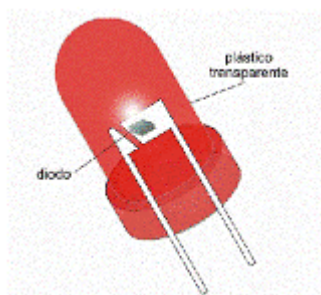


Figura 21.Vista interior de un diodo led.

➤ **LCD.**

Los módulos LCD están compuestos básicamente por una pantalla de cristal líquido y un circuito microcontrolador especializado el cual posee los circuitos y memorias de control necesarias para desplegar el conjunto de caracteres ASCII, un conjunto básico de caracteres japoneses, griegos y algunos símbolos matemáticos por medio de un circuito denominado generador de caracteres. La lógica de control se encarga de mantener la información en la pantalla hasta que ella sea sobrescrita o borrada en la memoria RAM de datos.

En este proyecto usaremos un módulo LCD 16x4, lo cual quiere decir que tiene cuatro filas y puede mostrar un máximo de 16 caracteres por fila. Elegiremos el modelo GVLCM1604B-12428.

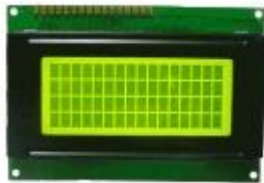


Figura 22.LCD 16x4.

La función que le atribuiremos a la pantalla LCD en nuestro proyecto es la de mostrarnos información acerca del estado de los distintos componentes del sistema. La información que nos mostrará será:

- Nivel de agua.
 - Agua Min.
 - Agua Max.

- Agua OK.

- Presión del calderín.
 - Presión Min.

 - Presión Max.

 - Presión OK.

- Temperatura de la plancha.
 - Temperatura Min.

 - Temperatura Max.

 - Temperatura OK.

- Temperatura del calderín.
 - Calefactor Min.

 - Calefactor Max.

 - Calefactor OK.

4.7. MICROCONTROLADOR.

➤ **Introducción teórica**

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales

unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Algunos microcontroladores pueden utilizar palabras de cuatro bits y funcionan a velocidad de reloj con frecuencias tan bajas como 4 KHz, con un consumo de baja potencia (mW o microvatios). Por lo general, tendrá la capacidad para mantener la funcionalidad a la espera de un evento como pulsar un botón o de otra interrupción, el consumo de energía durante el sueño (reloj de la CPU y los periféricos de la mayoría) puede ser sólo nanovatios, lo que hace que muchos de ellos muy adecuados para aplicaciones con batería de larga duración. Otros microcontroladores pueden servir para roles de rendimiento crítico, donde sea necesario actuar más como un procesador digital de señal (DSP), con velocidades de reloj y consumo de energía más altos.

Cuando es fabricado, el microcontrolador no contiene datos en la memoria ROM. Para que pueda controlar algún proceso es necesario generar o crear y luego grabar en la EEPROM o equivalente del microcontrolador algún programa, el cual puede ser escrito en lenguaje ensamblador u otro lenguaje para microcontroladores; sin embargo, para que el programa pueda ser grabado en la memoria del microcontrolador, debe ser codificado en sistema numérico hexadecimal que es finalmente el sistema que hace trabajar al microcontrolador cuando éste es alimentado con el voltaje adecuado y asociado a dispositivos analógicos y discretos para su funcionamiento.

➤ **Función.**

El microcontrolador es el elemento esencial de este proyecto, es el cerebro que va a controlar todo el sistema. Recibirá la información captada por los sensores

y dependiendo de esta actuará de un modo u otro sobre los elementos a controlar. Para ellos es necesario programarlo para que realice la función que le vamos a asignar.

Haremos uso de un microcontrolador PIC 18F4553 para la realización de este proyecto.

DISEÑO



En este apartado vamos a realizar los cálculos necesarios para el diseño de la circuitería para la automatización de nuestro sistema.

Los dispositivos clave del diseño son los sensores, puesto que ellos son los que nos darán la información en todo momento de los distintos elementos que componen el sistema. Estos sensores captarán la información física del sistema, la convertirán en una señal eléctrica la cual adaptaremos mediante una circuitería adecuada para activar los actuadores del sistema.

1. SENSORES.

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc.

Los sensores pueden estar conectados a un computador para obtener ventajas como son el acceso a una base de datos, la toma de valores desde el sensor, etc.

1.1. SENSOR DE NIVEL.

El sensor de nivel nos detectará el nivel de agua tanto en el depósito como el calderín.

Haremos uso de un sensor comercial CoFox CMG 01



Figura1. Sensor potenciómetro

Descripción del producto.

El nuevo medidor de nivel potenciométrico CoFox CMG 01 de AFRISO se emplea para la medición continua y de alta precisión de niveles en tanques con fluidos líquidos y conductivos (-40/+150 °C). CoFox CMG 01 trabaja según el

principio de medición potenciométrica, así que no depende de cambios de presión, temperatura y de densidad.

El medidor de nivel está diseñado para tanques y recipientes con alturas de llenado de 200 hasta 6.000 mm con una longitud de sonda desde 200 mm hasta 6.000 mm. El ámbito de ajuste mínimo es de > 10 mm (p.ej., 0/11 mm). El rango de medición puede ser ajustado libremente a través de la longitud completa de la sonda. La precisión de medición es de ± 1 % FS con una resolución de $< 0,1$ %. Al nuevo CoFox CMG 01 se pueden aplicar presiones de proceso hasta 150 bares con temperaturas de fluido de 20 °C y presiones hasta 25 bares con temperaturas de 150 °C. El sistema electrónico integrado en una caja de campo robusta de acero inoxidable se alimenta con DC 8–30 V y emite una señal de 4-20 mA. La sonda y la conexión de proceso están diseñados de acero inoxidable 316 Ti. El medidor se inserta en el tanque mediante una rosca R3/4. La posición de montaje se reconoce automáticamente.



Figura 2. Ejemplo de montaje.

Cálculos justificativos

Como podemos ver en la descripción del producto, este sensor nos detecta medidas de nivel desde 200 hasta 6.000 mm de altura. Alimentaremos el sensor a una tensión de 24 V.

Según el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1, *“el nivel mínimo del agua en el interior de una caldera debe mantenerse por lo menos 70 milímetros más alto que el punto más elevado de la superficie de calefacción. El nivel medio del agua estará situado, como mínimo, a 50 milímetros por encima del nivel límite definido anteriormente. Ambos niveles se marcarán de modo bien visible sobre el indicador de nivel.”*

Para conocer cómo vamos a ajustar detector de nivel potenciométrico necesitamos conocer las dimensiones tanto del depósito como del calderín

Tanto la caldera como el calderín tienen que ser capaz de almacenar una capacidad de 8 litros de agua. Escogeremos una forma cilíndrica para el calderín.

La ecuación del volumen de un cilindro viene dada por:

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

Sabemos que el volumen es de 8 litros, lo que equivale a $8 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$.

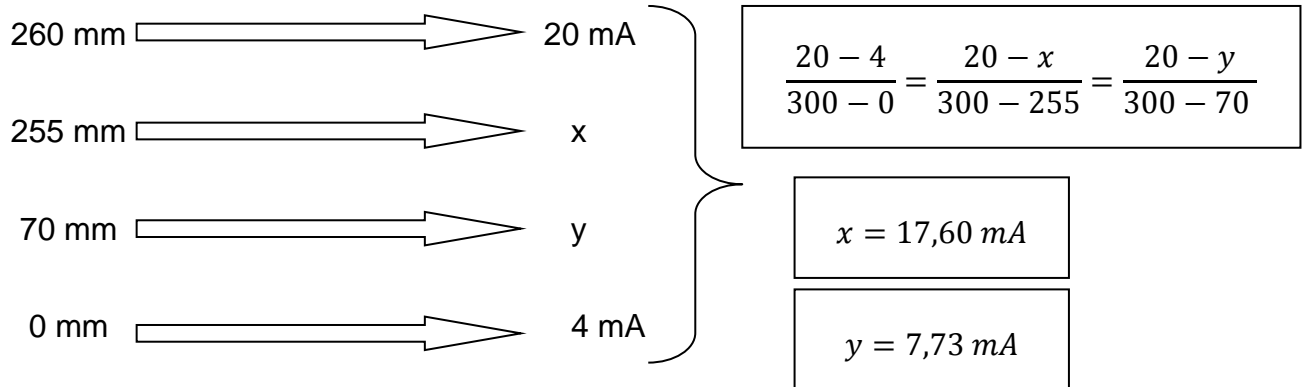
Por lo tanto, escogiendo un radio de 100 mm tendríamos:

$$8 \cdot 10^6 = \pi 100^2 h$$

→

$$h = 254,64 \text{ mm} \approx 255 \text{ mm}$$

Ajustaremos el sensor de nivel a 300 mm.



Resumen.

El potenciómetro tendrá las siguientes salidas:

- 7,73 mA → Nivel de agua mínimo.
- 17,60 mA → Nivel de agua lleno.

Pondremos una resistencia a la salida del sensor de 500 Ω, y aplicando la ley de Ohm que dice $V = I \cdot R$, donde V es el voltaje, I la intensidad y R la resistencia.

- 3,87 V → Nivel de agua mínimo.
- 8,8 V → Nivel de agua lleno.

1.2. SENSOR DE PRESIÓN.

El sensor de presión es el encargado de detectar la presión en el interior del calderín. La presión del calderín no excede de los 5 bares, puesto que se ha ajustado la válvula de seguridad para que se abra una vez alcanzada esta presión.

Su funcionamiento es esencial en el circuito, ya que de él depende la salida del vapor a la plancha.

Para elegir un sensor de presión comercial debemos tener en cuenta las siguientes principales condiciones:

- Sensor de presión baja.
- Resistente a altas temperaturas.

Atendiendo a estas necesidades hemos elegido un sensor de presión del modelo PMBH2 B22 A2.



Figura 3. Sensor de presión.

Según la hoja de características del sensor seleccionado tenemos:

- Alimentación del sensor: 24 V.
- Rango de presión: 0 a 10 bares.
- Salida: 0 a 10 V.

Las presiones que nos interesan son:

- Presión adecuada → 3 bares, lo que equivale a 3 V del sensor.
- Presión máxima → 5 bares, lo que equivale a 5 V del sensor.

1.3. SENSOR DE TEMPERATURA.

El sensor de temperatura es el encargado de controlar la temperatura, tanto dentro del calderín como en la plancha. Hay un amplio rango de sensores en el mercado industrial. Nosotros elegiremos el sensor LM35 debido a su bajo coste y su sencillo funcionamiento.

El 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 , por lo tanto:

- $150^{\circ}\text{C} = 1500\text{mV}$.
- $-40^{\circ}\text{C} = -400\text{mV}$.

Ahora haremos un análisis de la temperatura de mostrar las temperaturas que nos interesan controlar dentro del calderín es interesante conocer el punto de ebullición del agua. Sabemos que la presión en el interior del calderín es variable, además, el punto de ebullición del agua aumenta con la presión. A una presión de 5 bares, la máxima dentro del calderín, el punto de ebullición del agua es de 120°C aproximadamente, por lo que fijaremos una temperatura de 130°C para desactivar.

- $130^{\circ}\text{C} = 1,3\text{V}$.

Por otra parte tendremos un segundo sensor LM35 para controlar la temperatura de la plancha. Tal y como se mencionó anteriormente en la MEMORIA, la plancha trabajará en un rango de temperaturas de 70°C a 120°C

- $70^{\circ}\text{C} = 0,7\text{V}$.
- $120^{\circ}\text{C} = 1,2\text{V}$.

2. DISEÑO DE CIRCUITOS.

2.1. PAUTAS PARA EL DISEÑO

➤ Alimentación de los sensores

- Alimentación para el **sensor de nivel** → **24 V**.
- Alimentación para el **sensor de presión** → **24 V**.
- Alimentación para el **sensor de temperatura** → **24 V**.

➤ Salida de los sensores.

- Para el **sensor de nivel** hemos colocado una **R = 500 Ω**. Salida:
 - **3,87 V** → Nivel de agua **mínimo**.
 - **8,8 V** → Nivel de agua **lleno**.
- Salida para el **sensor de presión**:
 - **3 V** → Presión **adecuada**.
 - **5 V** → Presión **máxima**.
- Salida para el **sensor de temperatura** para el **calderín**:
 - **1,3 V** → Temperatura **adecuada** para el calderín.
- Salida para el **sensor de temperatura** para la **plancha**:
 - **0,7 V** → Temperatura **mínima** para la plancha.
 - **1,2 V** → Temperatura **máxima** para la plancha.

➤ Alimentación de los actuadores.

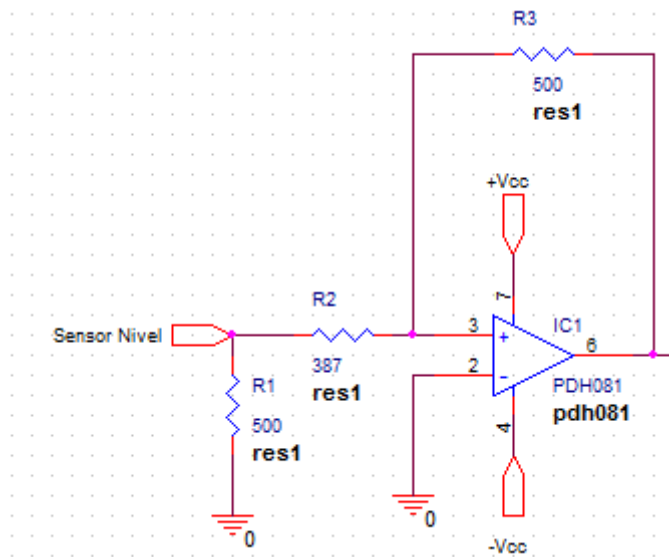
- Alimentación para la **electroválvula** de depósito → **24V**.
- Alimentación de la **bomba** → **12 V**.
- Alimentación de la **válvula de compuerta** → **12V**.
- Alimentación del **calefactor** del **calderín** → **220V**.
- Alimentación del **calefactor** de la **plancha** → **220V**.

2.2. ACONDICIONAMIENTO DE SENSORES.

➤ Acondicionamiento del sensor de nivel del depósito.

El depósito estará vacío cuando esté por debajo de los 70 mm (3,87 V).

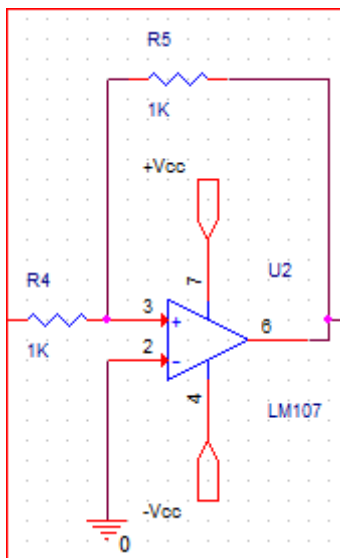
Lo primero que haremos es adaptar la señal a 5 voltios:



$$V_o = -V_{in} \cdot \frac{R_3}{R_2}$$

$$5 = -3,87 \cdot \frac{R_3}{R_2}$$

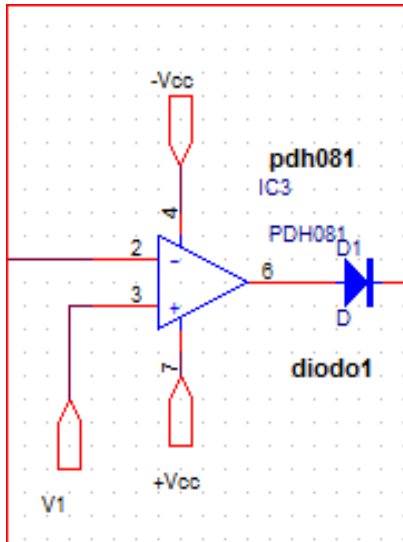
$$\frac{R_3}{R_2} = \frac{500}{387}$$



Ponemos un amplificador de ganancia unitaria para invertir la señal y tener una señal positiva.

$$V_o = -V_{in} \cdot \frac{R}{R} = -V_{in}$$

Hemos pasado de una tensión de referencia de 3,87 voltios a una tensión de 5 voltios, por debajo de esta tensión el depósito estará vacío, por lo que tendremos que usar un comparador.



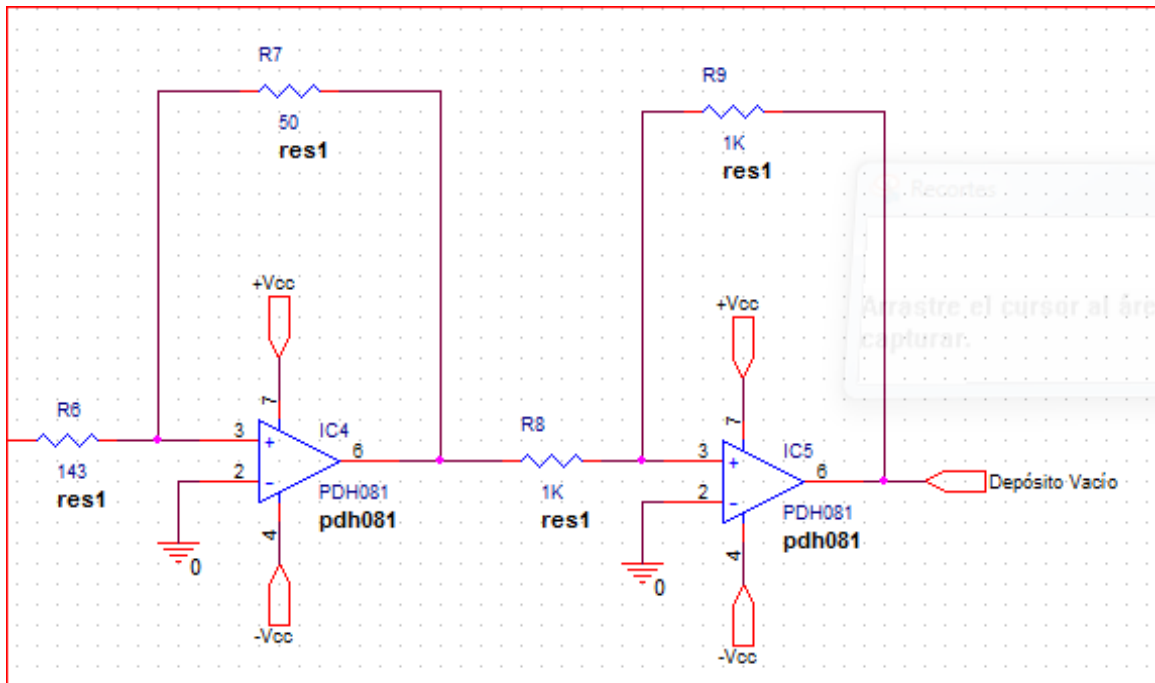
$V_1 = 5\text{ V} \rightarrow$ La salida del A.O. es:

- $V < 5\text{ V} \rightarrow 15$ voltios.
- $V > 5\text{ V} \rightarrow -15$ voltios.

El diodo les para eliminar el voltaje negativo:

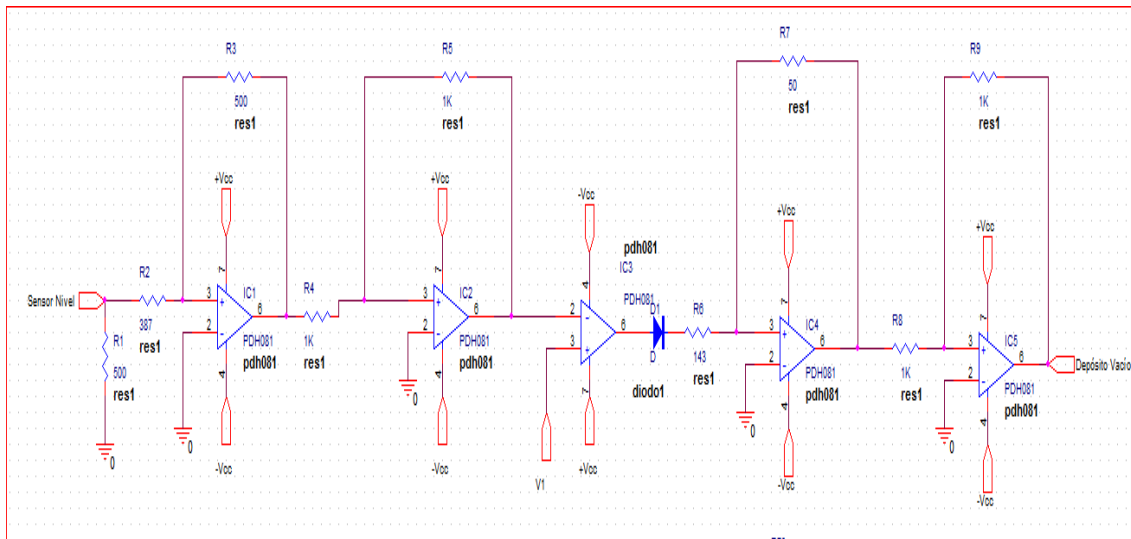
- $V < 5\text{ V} \rightarrow 14,3$ voltios.
- $V > 5\text{ V} \rightarrow 0$ voltios.

Adaptaremos la señal a 5 V y la invertimos.

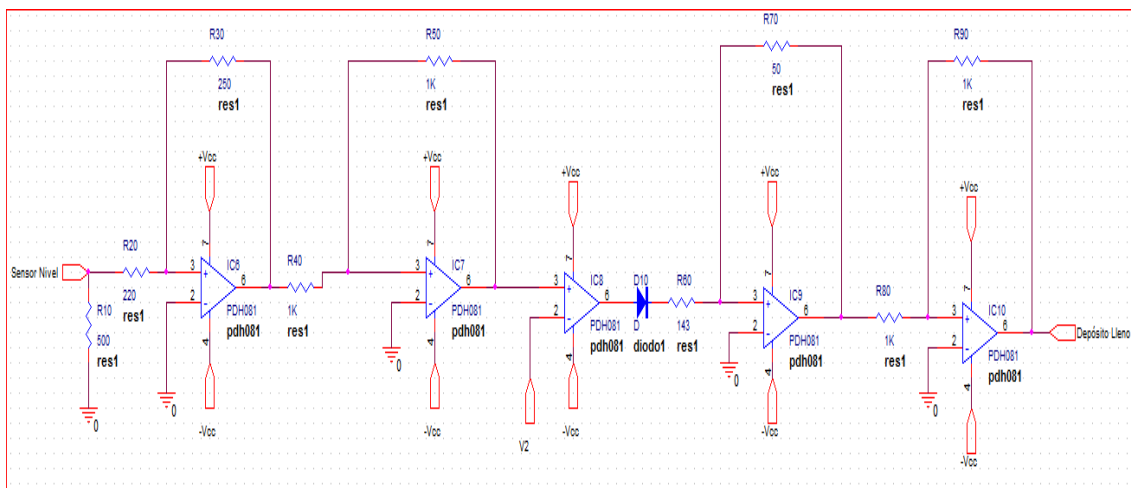


$$V_o = -V_{in} \cdot \frac{R_7}{R_6} \quad \Rightarrow \quad 5 = -14,7 \cdot \frac{R_7}{R_6} \quad \Rightarrow \quad \frac{R_7}{R_6} = \frac{50}{143}$$

El circuito resultante quedaría de este modo:



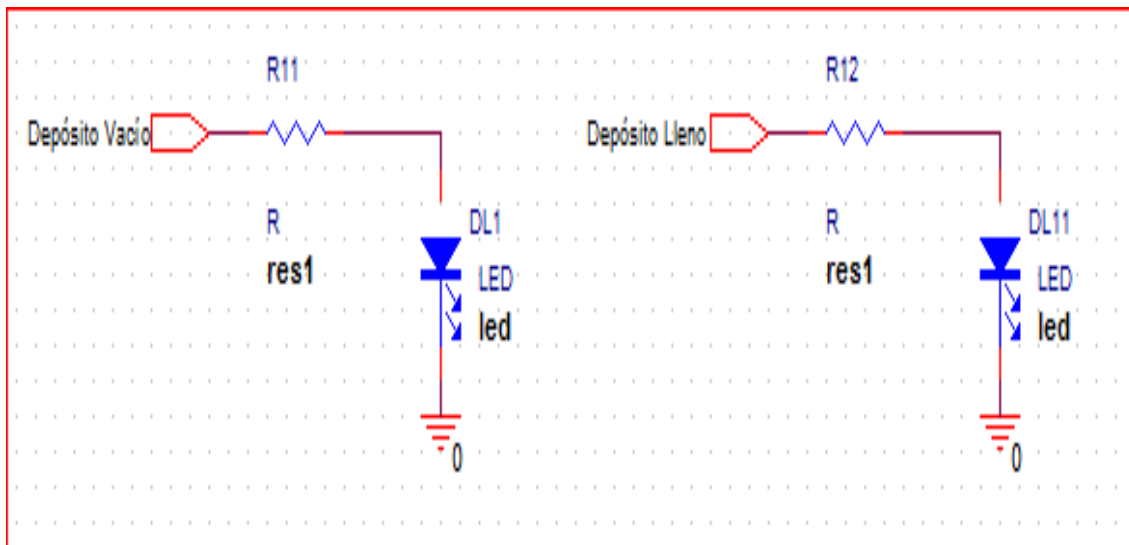
El circuito para la detección de del llenado del depósito es el siguiente:



La señal de referencia para el depósito lleno es de 8,8 voltios. Explicación del circuito:

1. El primer amplificador es para adaptar la señal a 10 voltios.
2. El segundo amplificador invierte el voltaje consiguiendo así un voltaje positivo.
3. El tercero compara con la tensión de referencia (10 V), produciendo una señal de 15 voltios para el depósito lleno y -15 voltios en caso contrario.
4. El diodo es para quedarnos solo con valores positivos de tal manera que:
 - 14,3 V → Depósito Lleno.
 - 0 V → Caso contrario.
5. Después del diodo, adaptamos la señal a 5 voltios y la invertimos para quedarnos con valor positivo.

➤ **Indicadores de nivel.**



El led de la izquierda se enciende para indicar que el depósito está vacío, mientras que el de la derecha se enciende para avisar del llenado del depósito.

En el apartado de planos se ve el circuito completo de nivel.

➤ Acondicionamiento del sensor de nivel calderín.

Sería el mismo circuito que el del depósito, ya que el calderín y el depósito tienen las mismas medidas.

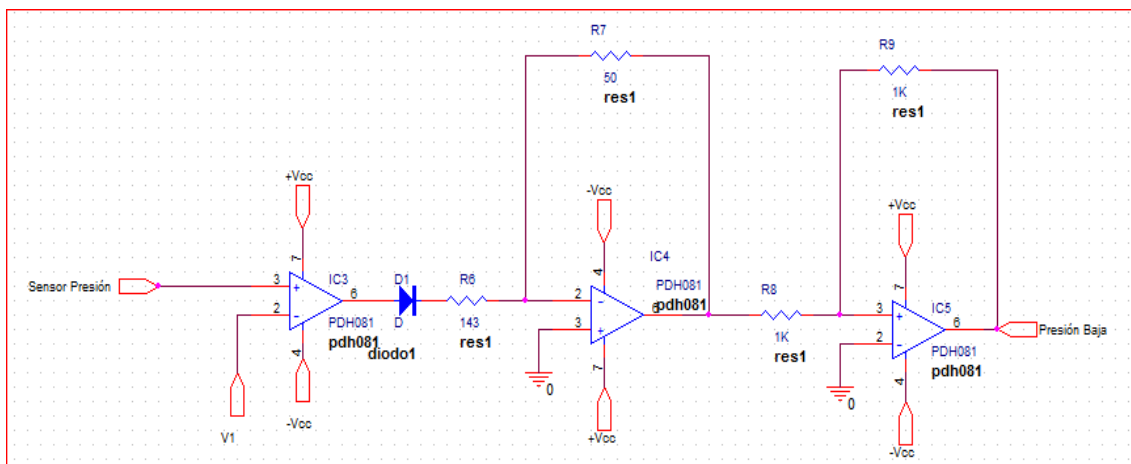
➤ Acondicionamiento del sensor de presión.

Para determinar el circuito de detección de presión seguiremos los mismos pasos que el circuito de nivel. Por lo tanto vamos a poner el circuito y dar una explicación resumida.

Antes de mostrar el circuito repasamos los voltajes de salida del sensor:

- **3 V** → Presión **adecuada**.
- **5 V** → Presión **máxima**.

Por debajo de los 3 V la presión será baja, mientras que por encima de los 5 V la presión será máxima.

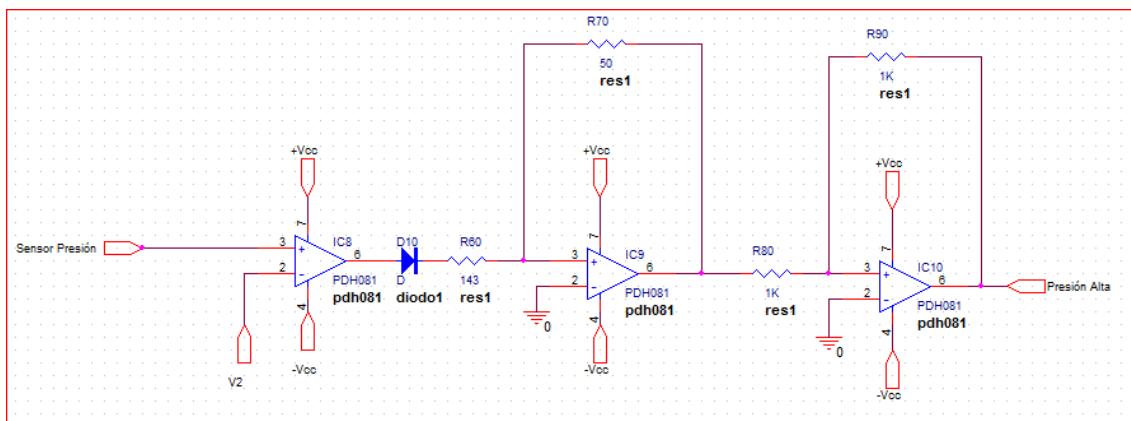


- 1- El primer A.O. compara la señal con V_1 , que tiene un valor de 5 V. Si la señal es menor (presión baja), nos da una salida de 15 V y, si es mayor que el voltaje de referencia nos da una salida de -15 V. La salida tiene los valores de +15 V y -15V.

- 2- El diodo rectifica la señal a +14.3 y 0 V.
- 3- Los siguientes dos A.O. nos adaptan la señal a 5V.

Cuando la presión sea baja el circuito enviará una señal de 5V, mientras que en caso contrario el circuito enviará 0V.

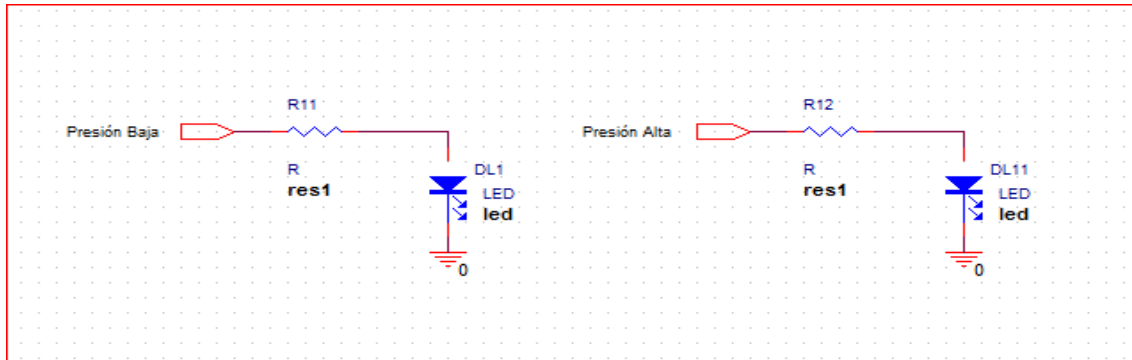
El circuito de detección de presión alta es el siguiente:



- 1- El primer amplificador compara la señal con V_2 , la cual tiene un valor de 5 V. Si la señal es mayor que la referencia, la salida bascula a +15 V. El diodo consume 0.7 V, por lo que a la salida del diodo tendremos 14.3V. Ahora bien, si la señal es menor que 5 V, el A.O. bascula a -15 V. La función del diodo es dejar este valor en 0 V.
- 2- Los siguientes dos A.O. adaptan la señal a 5 V.

➤ **Indicadores de presión.**

Los siguientes dos circuitos son para indicar cuándo la presión es baja y cuando esta presión es alta.

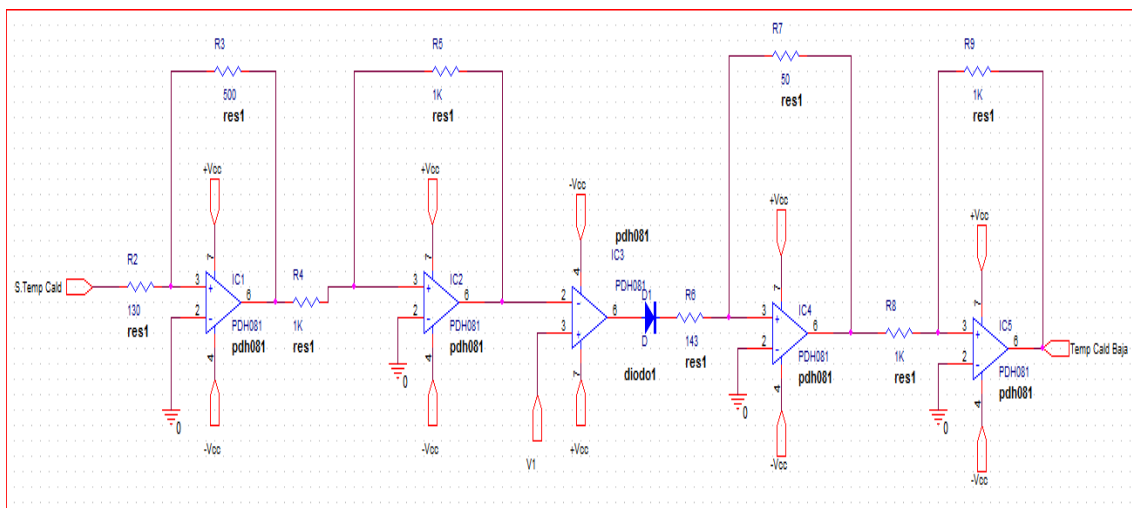


➤ **Acondicionamiento del sensor de temperatura del calderín.**

La temperatura adecuada para el calderín es de 130 °C, que equivale a 1,3 V en la salida del sensor. Dicho esto, mientras la señal del sensor este por debajo de este valor, el elemento calefactor permanecerá encendido y, si supera este valor el elemento calefactor se apaga.

Entonces diseñaremos un circuito que nos informe que la temperatura es baja.

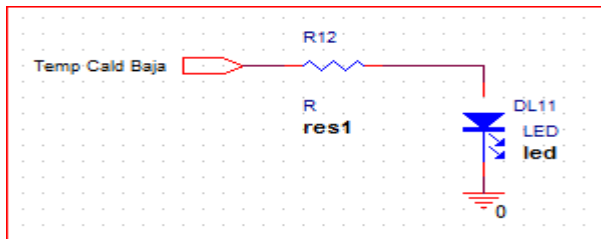
El circuito es el siguiente:



Este circuito nos dará a la salida 5 V, si la temperatura es baja. De este modo podremos controlar el elemento calefactor del calderín.

➤ Indicadores de temperatura en el calderín.

Dispondremos de un diodo led que nos avise de que la temperatura en el calderín es baja.



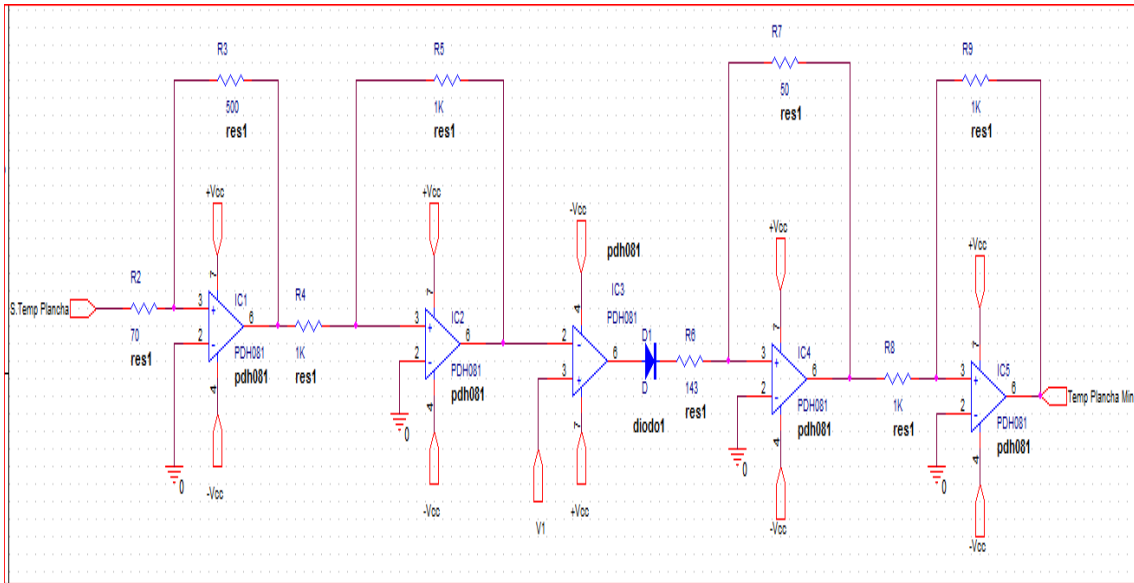
➤ Acondicionamiento del sensor de temperatura de la plancha.

Para el caso de la temperatura diseñaremos un circuito que nos informe de la temperatura alcanzada es la mínima para el planchado. Además el circuito nos informará de cuando se alcance la temperatura máxima. El rango de temperaturas a tratar es el siguiente:

- **0,7 V** → Temperatura **mínima** para la plancha.
- **1,2 V** → Temperatura **máxima** para la plancha.

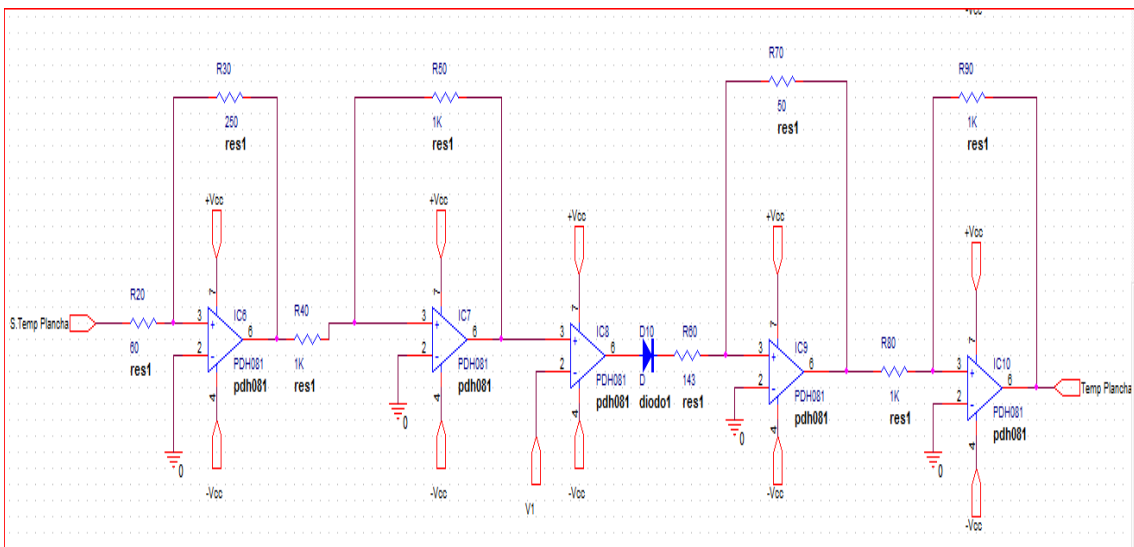
Diseñaremos el circuito de la misma manera que lo hicimos con los anteriores, cambiando el valor de las resistencias para adaptarlo a nuestro caso.

El circuito de detección de temperatura mínima viene representado en la siguiente imagen:



Dicho circuito nos da un voltaje de 5 V a la salida cuando la temperatura de planchado es baja.

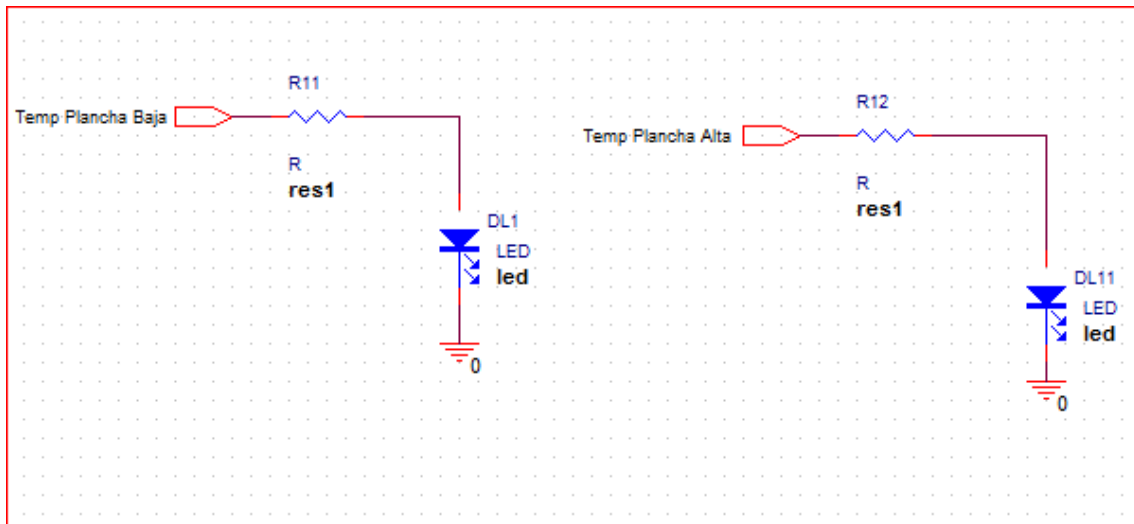
Para el caso de la temperatura alta de la plancha el circuito es similar, adaptando un voltaje de 1,2 V:



Este circuito nos enviará una señal de 5 voltios cuando detecte que la temperatura de la plancha es alta.

➤ **Indicadores de temperatura en la plancha.**

Haremos uso de dos diodos led's para notificar cuando la temperatura sea baja y cuando esta sea alta.



2.3. CIRCUITOS DE CONTROL

➤ **Control de la bomba.**

La bomba se activara si se cumplen las siguientes condiciones:

- Agua del depósito OK o lleno.
- Presión en el calderín baja.
- Agua en el calderín vacío.

Sabemos que el nivel de agua está correcto cuando está por encima del mínimo. El sensor acondicionado anteriormente nos da un valor de 0 V cuando el depósito está por encima del mínimo y 5 voltios cuando está por debajo del mínimo.

Usaremos lógica digital para elaborar la circuitería de control. Para identificaremos a las diferentes condiciones por letras.

Depósito vacío $\rightarrow a$ \implies Depósito lleno $\rightarrow a'$, que representa la negación de a .

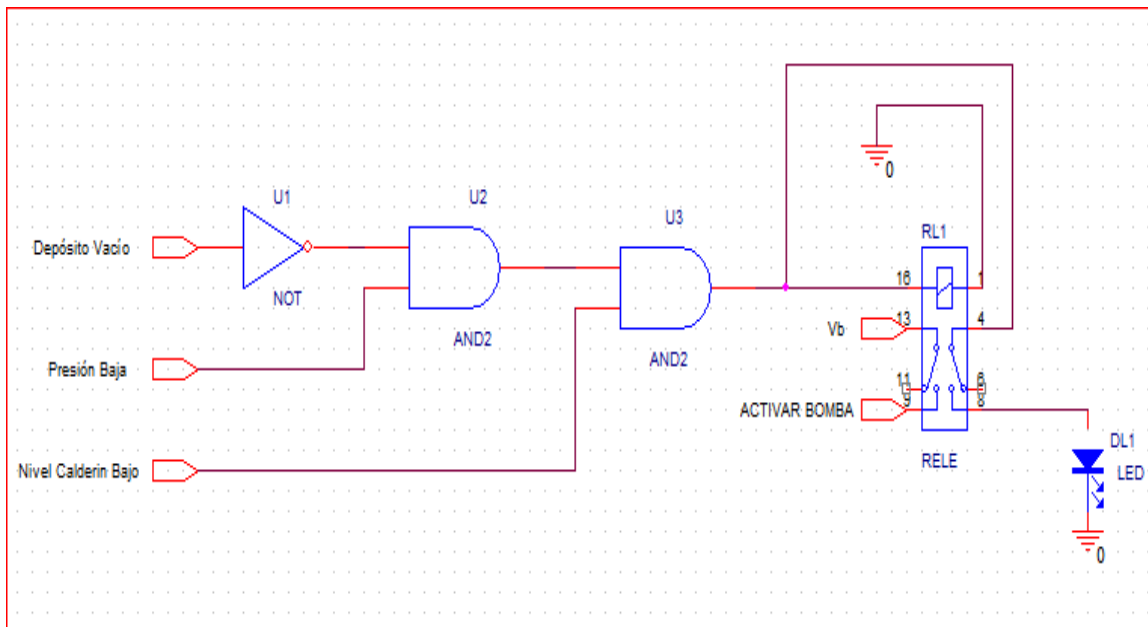
Presión en el calderín baja $\implies b$.

Agua en el calderín vacío $\implies c$.

La función lógica que cumple las tres condiciones es:

$$f = a' \cdot b \cdot c$$

El circuito queda así:

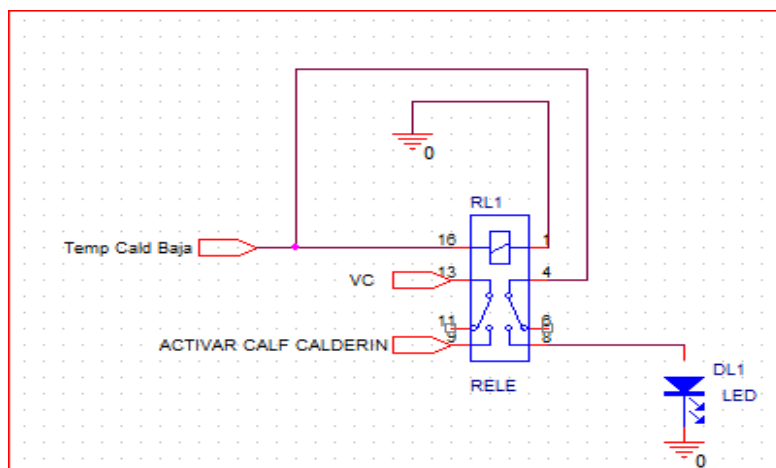


Explicación del circuito:

- 1- Si el nivel del depósito es correcto, tendremos un '0' lógico en la señal de Depósito vacío. La invertimos para conseguir un '1'. De este modo cuando el nivel de agua sea el correcto tendremos un '1' lógico a la entrada de la primera AND.

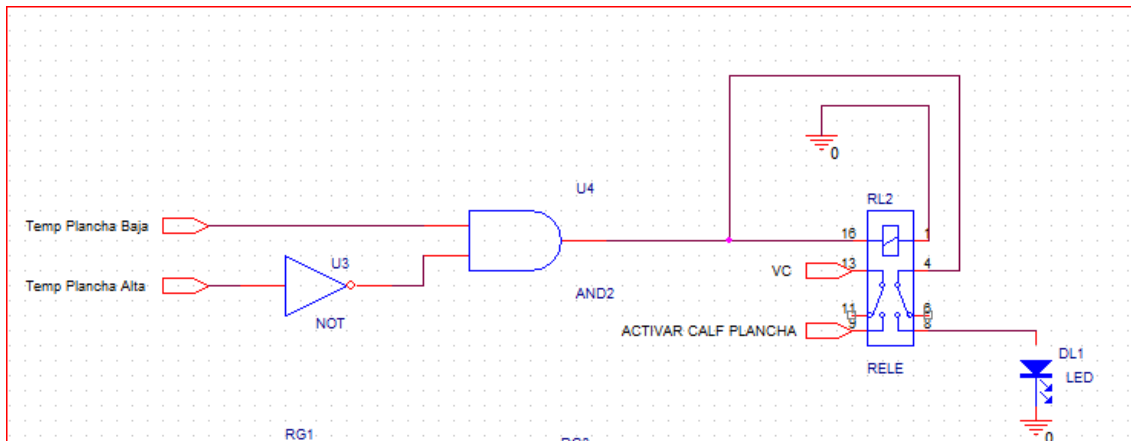
- 2- La salida de la primera AND tendrá una salida de nivel lógico alto solo si ambas entradas son de nivel lógico alto, o sea, que el depósito tenga un nivel correcto de agua y que la presión sea baja. De este modo ya tenemos aseguradas las dos primeras condiciones.
- 3- Al igual que la primera puesta lógica AND, la segunda tendrá un valor alto si recibe valores altos en sus entradas. Por lo tanto se deben cumplir las dos condiciones anteriores, además de que el nivel de agua en el calderín sea bajo.
- 4- Por último, tenemos un relé de doble interruptor, el cual cuando se cumplen las tres condiciones anteriores, recibe 5 voltios y cambian de posición sus dos interruptores, activando uno de ellos la bomba y el otro enciende un diodo led de aviso de la activación de la bomba.

➤ **Control del calefactor del calderín.**



Vemos que cuando la temperatura en el interior del calderín sea inferior a la adecuada, se activa el relé conmutando los interruptores para la activación del elemento calefactor del calderín y el encendido de un diodo led que indica el funcionamiento del elemento calefactor.

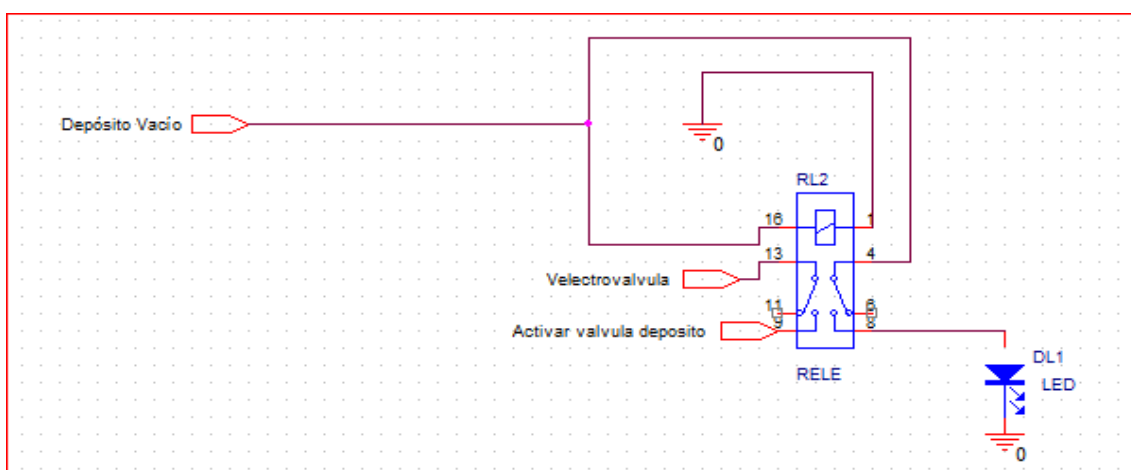
➤ **Control del calefactor de la plancha.**



El calefactor de la plancha se activa cuando la temperatura es baja y se desactiva cuando se alcanza la máxima temperatura. Lo que quiere decir, que se activa solo en caso de que el nivel de temperatura sea bajo y no se ha alcanzado el máximo valor de ésta.

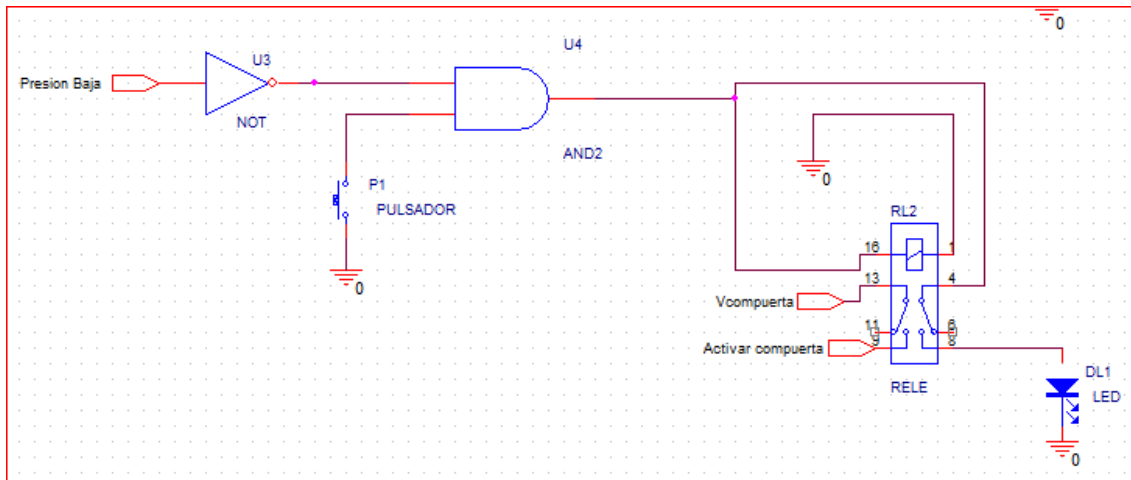
Entonces cuando se cumpla esto el relé activará el calefactor y encenderá un diodo led.

➤ **Control de la válvula de electroválvula.**



Cuando el depósito esté vacío el relé conmuta, activando la válvula de control de llenado del depósito y avisando de que el depósito se está llenando.

➤ **Control de la válvula de compuerta.**

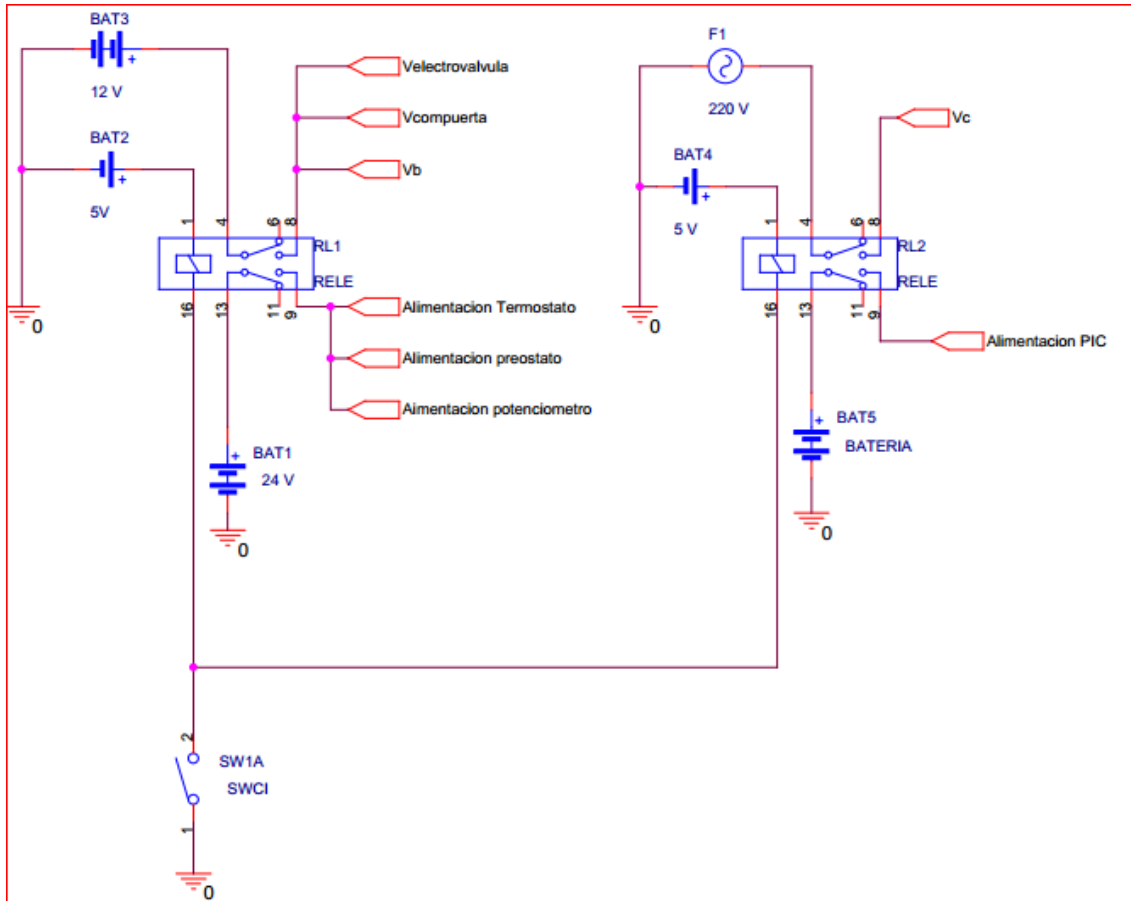


La válvula de compuerta solo se activará en el caso de que haya vapor en el calderín (la presión no es baja) y además, el usuario haya accionado un pulsador para la salida del vapor.

2.4. ACTIVACIÓN DEL SISTEMA.

La activación del sistema se realizará mediante el accionamiento de un interruptor por parte del usuario. Este interruptor alimentara dos relés que facilitaran el paso de la alimentación a los distintos elementos que componen el sistema, empezando así a funcionar el sistema de planchado. Para pararlo el usuario debe accionar el interruptor mencionado anteriormente.

El circuito de accionamiento del sistema es el siguiente:



PLIEGO DE CONDICIONES



1. NORMATIVA

La realización de este proyecto tiene como marco de referencia una normativa legal que debe cumplir.

Concretamente, el marco legal al que debe acogerse aparece definido el Real Decreto 560/2010 de 7 de Mayo que deroga, modifica y unifica todas las normativas anteriores.

En su artículo decimosexto “Modificación del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias” encontramos todo lo referente a este tipo de sistemas. (Normativa completa en Anexos)

2. TUBERÍAS

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

➤ Materiales.

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

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

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

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

En los lugares que pudieran existir vibraciones, esfuerzos mecánicos o sea necesarios para el mantenimiento del aparato, podrán utilizarse tuberías flexibles con protección metálica, previa certificación de sus características. Las válvulas y accesorios de la instalación serán de materiales adecuados a la temperatura y presión de diseño, características que deben ser garantizadas por el fabricante o proveedor. Las juntas utilizadas deberán ser de materiales resistentes a la acción del agua y vapor, así como resistir la temperatura de servicio sin modificación alguna.

➤ Diámetro de la tubería.

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

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

➤ Uniones.

Las uniones podrán realizarse por soldadura, embridadas o roscadas. Las soldaduras de uniones de tuberías con presiones de diseño mayores que 13 kg./cm²deberán ser realizadas por soldadores con certificado de calificación.

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

➤ Ensayos y pruebas.

El nivel y tipo de ensayos no destructivos (END) a realizar en las instalaciones incluidas en esta Instrucción, así como las condiciones de aceptación, serán los prescritos por el código o normas de diseño utilizadas en el proyecto. Si el código no prescribe niveles determinados en END, para presiones superiores a 13 kg./cm², se realizará un 25 por 100 de control no destructivo de las uniones, y las restantes se inspeccionarán visualmente. Como condiciones de aceptación se emplearán las de un código de diseño adecuado y reconocido internacionalmente. 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 por 100 de las uniones soldadas. Una vez realizada la prueba de resistencia a presión, según el artículo 3º, 3, se realizará una prueba de estanqueidad en las condiciones de servicio.

➤ Puesta en servicio.

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

➤ Instalación.

- 1- La instalación de tuberías y accesorios para vapor, agua sobrecalentada y caliente, estará de acuerdo con la norma UNE u otra norma internacionalmente reconocida.
- 2- Las tuberías podrán ser aéreas y subterráneas, pero en todos los casos deberán ser accesibles, por lo que las subterráneas serán colocadas en canales cubiertos, según artículo 4º, 1, o en túneles de servicios.
- 3- Con el fin de eliminar al mínimo las pérdidas caloríficas, todas las tuberías deberán estar convenientemente aisladas, según Decreto 1490/1975.
- 4- Para evitar que los esfuerzos de dilatación graviten sobre otros aparatos, tales como calderas, bombas o aparatos consumidores, deberán preverse los correspondientes puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar totalmente de sollicitaciones a aquellos.
- 5- En todos los casos los equipos de bombeo de agua sobrecalentada, equipos consumidores, válvulas automáticas de regulación u otros análogos, deberán ser seccionables de la instalación con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación.
- 6- Todos los equipos de bombeo de agua sobrecalentada y caliente dispondrán en su lado de impulsión de un manómetro.
- 7- La recuperación de condensados en los que exista la posibilidad de contaminación por aceite o grasas requerirá la justificación ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente de los dispositivos y tratamientos empleados para eliminar dicha contaminación y, en caso contrario, serán evacuados.
- 8- Las instalaciones reductoras de presión en los circuitos de vapor dispondrán de:- Manómetro con tubo sifón y grifo de tres direcciones según artículo 11 de la

Instrucción MIE-AP1, «Calderas», situadas antes y después de la válvula reductora.- Una válvula de seguridad después de la válvula reductora, capaz de evacuar el caudal máximo de vapor que permite la conducción sobre la que se encuentra y tarado a la presión reducida máxima de servicio más un 10 por 100 como máximo

- 9- Si dos o más calderas de vapor están conectadas a un colector común, éste estará provisto del correspondiente sistema de purga de condensados y aquéllos de una válvula de retención que impida el paso del vapor de una a otra caldera
- 10- Todo sistema de purga de condensados conectado a tubería de retorno común estará provisto de una válvula de seccionamiento.
- 11- Los colectores de vapor y agua sobrecalentada en los que el producto de P (en kg./cm^2) por V (en metros cúbicos) sea mayor que 5, serán sometidos a las prescripciones generales del Reglamento de Aparatos a Presión.
- 12- En las instalaciones de vapor se evitarán las bolsas, pero en caso de existir, deberán instalarse los correspondientes sistemas de purgas en el punto más bajo de las mismas.
- 13- Instalación de tuberías auxiliares para las calderas de vapor, agua sobrecalentada y agua caliente. La tubería de llegada de agua al depósito de alimentación tendrá una sección tal que asegure la llegada del caudal necesario para el consumo de la caldera en condiciones máximas de servicio, así como para los servicios auxiliares de la propia caldera y de la sala de calderas. La tubería de alimentación de agua tanto a calderas como a depósitos, tendrá como mínimo 15 mm. de diámetro interior, excepto para instalaciones de calderas con un PV menor o igual a 5, cuyo diámetro podrá ser menor, con un mínimo de 8 milímetros, siempre que su longitud no sea

superior a un metro. 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.

3. TRATAMIENTO DEL AGUA

3.1. INTRODUCCIÓN

El agua se encuentra en la naturaleza, y va acompañada de diversas sales y gases en disolución. Estos elementos son dañinos para el buen funcionamiento de una caldera, por lo que hay que tratar el agua antes de introducirlo en las calderas. Según los elementos que acompañan al agua, podemos considerar dos grandes grupos, que son:

- Elementos disueltos, compuestos por minerales finamente divididos, tales como arcillas, restos orgánicos o gases disueltos.-
- Elementos en suspensión, que aparecen en mayor cantidad en aguas turbulentas que en aguas tranquilas.

Es importante destacar los residuos que las industrias vierten a los ríos procedentes de diferentes procesos de producción. Todos estos elementos son perniciosos para las calderas, ya que provocan en ellas corrosiones, incrustaciones, natas y espumas, arrastres, corrosión por tensiones y fragilidad en las calderas o en la maquinaria conectada que use vapor, como los turbogeneradores. Según la concentración de elementos disueltos y elementos en suspensión nos podemos encontrar con diferentes tipos de aguas

- Aguas Duras → Importante presencia de compuestos de calcio y magnesio, poco solubles, principales responsables de la formación de depósitos e incrustaciones.
- Aguas Blandas → Su composición principal está dada por sales minerales de gran solubilidad.
- Aguas Neutras → Componen su formación una alta concentración de sulfatos y cloruros que no aportan al agua tendencias ácidas o alcalinas, o sea que no alteran sensiblemente el valor de pH.
- Aguas Alcalinas

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

3.2. PRUEBAS QUÍMICAS PARA DETERMINAR EL TRATAMIENTO DEL AGUA EN CALDERAS

Existe un número mínimo de pruebas químicas predeterminadas para calderas de alta presión. Dicho número depende de la relación del agua de aportación al condensado, que se usa para elaborar el agua de alimentación de la caldera, así como para determinar el tratamiento a seguir para la conservación de la caldera. Por citas algunas:

- Prueba de acidez o alcalinidad: Se usa para controlar la corrosión y la incrustación, y que se determina usando los valores obtenidos al calcular la cantidad de álcali a añadir a un agua bruta ácida, o la cantidad de cal y sosa que se necesita en un desendurecedor de cal y sosa.

- Prueba de dureza, calcio y magnesio: Una medida de calcio y magnesio es una medida de la dureza del agua bruta y blanda. La dureza provoca incrustaciones en una caldera, y los valores que se obtienen de calcio y magnesio pueden usarse para determinar la cantidad de sosa y cal que se necesita añadir a un agua de calderas para poder controlar las incrustaciones.
- Prueba del hidróxido: La cantidad de hidróxido en el agua de caldera se usa para controlar la corrosión, fragilidad, arrastres o indirectamente, el control de las incrustaciones. El hidróxido debe mantenerse a un nivel suficientemente bajo para que el arrastre no tenga lugar como formación de espumas y, además, para evitar que se formen puntos de concentración de tensiones que ataquen al acero. Las concentraciones de hidróxido se usan también para convertir la dureza que podría formar una incrustación en lodos que pueden purgarse fuera de la caldera.
- Prueba del fosfato: La concentración de fosfatos se controla para producir incrustaciones solubles que se puedan purgar fuera de la caldera. La concentración de fosfatos se mantiene de tal modo que no se permite que haya hidróxido libre que provoque fragilidad.
- Prueba del sulfito: La concentración del sulfito, si está ligeramente en exceso, se combinará con oxígeno que exista en disolución en el agua, y así se evitará una corrosión. El tratamiento de sulfito no es recomendable para calderas cuyas presiones en calderín sean superiores a 1600 psi, porque las reacciones químicas pueden ser peligrosas a presiones más elevadas.
- Prueba del hierro: Esta prueba se usa para determinar si el retorno del agua condensada presenta un exceso de óxido de hierro o herrumbre procedente de las tuberías próximas o de la maquinaria. El término erosión por partículas

sólidas se ha utilizado porque la mayoría del hierro está en forma de partículas, y no disuelto en el agua. Los filtros de membrana se usan para tener una aproximación de la concentración del agua.

- Prueba del cobre: Produce similar efecto a la prueba del hierro, pero la fuente de estudio son los intercambiadores de calor o los equipos de bombeo con piezas de cobre. Las reparaciones que sustituyen al cobre por otro material pueden reducir la fuente de este contaminante.
- Prueba de conductividad eléctrica: Esta prueba se usa para determinar la cantidad de sólidos que presenta el agua, y se usa para el control de la purga. Si se usa sobre el retorno de condensados, puede usarse para detectar fugas de agua bruta de los condensadores o de los intercambiadores de calor hacia el proceso de condensado, procediéndose de tal manera que se pueda actuar a tiempo para evitar daños mayores.

3.3. PROBLEMAS DERIVADOS DE LA UTILIZACIÓN DEL AGUA EN CALDERAS.

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

- Problemas de corrosión.
- Problemas de incrustación

Aunque menos frecuente, suelen presentarse ocasionalmente: Problemas de ensuciamiento y/o contaminación. A continuación describimos brevemente las principales características de los temas que mencionamos arriba:

➤ **Corrosión,**

Para que esta aparezca, es necesario que exista presencia de agua en forma líquida. El vapor seco con presencia de oxígeno no es corrosivo, pero los condensados formados en un sistema de esta naturaleza son muy corrosivos. En las líneas de vapor y condensado, se produce el ataque corrosivo más intenso en las zonas donde se acumula agua condensada. La corrosión que produce el oxígeno suele ser severa, debido a la entrada de aire al sistema. A bajo valor de pH, el bióxido de carbono ataca por si mismo los metales del sistema y acelera la velocidad de la corrosión del oxígeno, cuando está disuelto en el oxígeno. El oxígeno disuelto ataca las tuberías de acero al carbono formando montículos o tubérculos, bajo los cuales se encuentra una cavidad o celda de corrosión activa: esto suele tener una coloración negra, formada por un óxido ferroso- férrico hidratado.

Corrosión debida al oxígeno

El oxígeno disuelto ataca las tuberías de acero al carbono formando montículos o tubérculos, bajo los cuales se encuentra una cavidad o celda de corrosión activa: esto suele tener una coloración negra, formada por un óxido ferroso- férrico hidratado.

La eliminación del oxígeno que queda a la llegada del agua de la caldera se denomina, desgasificado químico, combinando el oxígeno con una sustancia reductora. Este problema se encuentra en calderas en periodos de inactividad. Todo el sistema de calderas es susceptible, pero el lugar más común son los tubos del sobrecalentador. Y los tubos del recalentador, donde se puede recoger la humedad, en curvas y flechas de esos tubos.

En una caldera en operación, las primeras áreas dañadas son el economizador y los calentadores de agua de alimentación. En caso de severa contaminación por oxígeno, resultan alteradas las superficies metálicas en otras áreas de la caldera, superficies a lo largo de la línea del nivel del agua en el colector de vapor y en el equipo de operación del vapor. En todos los casos el daño será considerable, incluso para un corto periodo de contaminación.

➤ **Incrustación**

La formación de incrustaciones en el interior de las calderas suelen verse con mayor frecuencia que lo estimado conveniente. El origen de las mismas está dado por las sales presentes en las aguas de aporte a los generadores de vapor, las incrustaciones formadas son inconvenientes debido a que poseen una conductividad térmica muy baja y se forman con mucha rapidez en los puntos de mayor transferencia de temperatura. Por esto, las calderas incrustadas requieren un mayor gradiente térmico entre el agua y la pared metálica que las calderas con las paredes limpias. Otro tema importante que debe ser considerado es el fallo de los tubos ocasionadas por sobrecalentamientos debido a la presencia de depósitos, lo que dada su naturaleza, aíslan el metal del agua que los rodea pudiendo así sobrevenir desgarros o roturas en los tubos de la unidad con los perjuicios que ello ocasiona. Las sustancias formadoras de incrustaciones son principalmente el carbonato de calcio, hidróxido de magnesio, sulfato de calcio y sílice, esto se debe a la baja solubilidad que presentan estas sales y algunas de ellas como es el caso del sulfato de calcio, decrece con el aumento de la temperatura.

3.4. EFECTOS PRODUCIDOS POR LAS IMPUREZAS DEL AGUA.

Las impurezas del agua pueden ser la causa de los siguientes efectos perjudiciales para la caldera y el funcionamiento de la central térmica:

- 1.- Reducción de la cantidad de calor transmitido debida a la formación de incrustaciones sobre las superficies de caldeo.
- 2.- Averías en los tubos y planchas, producidas por la disminución de la cantidad de calor transmitido a través de ellos.
- 3.- Corrosión y fragilidad del acero en la caldera.
- 4.- Mal funcionamiento, formación de espumas y arrastres de agua en cantidad por el vapor.
- 5.- Pérdidas caloríficas debidas a frecuentes purgados.
- 6.- Mal rendimiento de los equipos que utilizan el vapor, a causa de que este sea sucio.

4. EQUIPOS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA.

4.1. ABLANDADOR.

La función de los ablandadores es eliminar los iones de Ca y Mg, que conforman la dureza del agua y favorecen la formación de incrustaciones en una caldera. El principio de funcionamiento de estos equipos se basa en un proceso llamado "intercambio iónico", que consiste en la sustitución de estos iones por sodio (Na).

4.2. DESGASIFICADOR.

La función de un desgasificador en una planta térmica es eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disueltos en el agua de alimentación de las calderas para prevenir problemas de corrosión o "pitting".

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 ($100\text{ }^\circ\text{C}$ a presión atmosférica).

PRESUPUESTO



1. PRESUPUESTO DEL MATERIAL ELECTRÓNICO

ELEMENTOS CALEFACTORES	
Resistencia calefactora cinta flexible	20,60 €
Resistencia calefactora	36,40 €
AMPLIFICADORES VARIOS	100 €
RESISTENCIAS VARIAS	2,40 €
DIODOS	0,20 €
CONDENSADORES	0,40 €
PULSADORES	1,20 €
RELÉS	16,25 €
PRESUPUESTO TOTAL	177,45 €

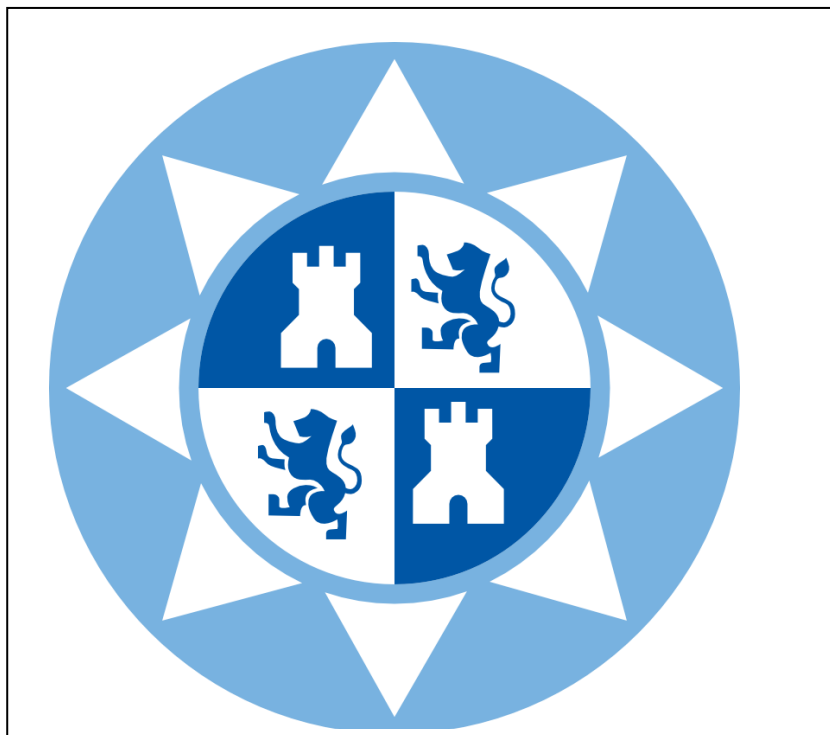
2. PRESUPUESTP TOTAL

PRESUPUESTO TOTAL	480, 48 €
--------------------------	------------------

ANEXOS

ANEXO I

PROGRAMACIÓN DEL PIC



Puesto que el control se ha hecho con circuitería analógica digital, la programación del pic tiene carácter informativo en la pantalla LCD.

➤ **CÓDIGO EN C.**

```
#include <18F4553.h>

#fuses HSPLL,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NOBROWNOUT,USBDIV,PLL3,
CPUDIV1,VREGEN,PUT,MCLR,NODEBUG,NOPBADEN

#use delay(clock=48000000)

// Connections between ModLCD and 18F4550Trainer

// hay que declarar los pines antes de la librería #include <flex_lcd.c>

#define LCD_E    PIN_C0

#define LCD_RW   PIN_C1

#define LCD_RS   PIN_C2

#define LCD_D0   PIN_B0

#define LCD_D1   PIN_B1

#define LCD_D2   PIN_B2

#define LCD_D3   PIN_B3

#define LCD_D4   PIN_B4

#define LCD_D5   PIN_B5

#define LCD_D6   PIN_B6

#define LCD_D7   PIN_B7
```

```
#include "lcd/flex_lcd.c" //Inclusión de librerías

//BOOTLOADER

#define CODE_START 0x1000

#build(reset=CODE_START, interrupt=CODE_START+0x08)

#org 0, CODE_START-1 {}

void main()

{

    lcd_init();

    while(TRUE)

    {

        if (input(pin_d0)==1) printf(lcd_putc, "\fDeposito Vacio");

        if (input(pin_d1)==1) printf(lcd_putc, "\fDeposito Leno");

        if (input(pin_d0)==0 && input(pin_d1)==0) printf(lcd_putc, "\fDeposito

ok");

        printf(lcd_putc, "\n\f");

        if (input(pin_d2)==1) printf(lcd_putc, "Presion Baja");

        if (input(pin_d3)==1) printf(lcd_putc, "Presion Alta");

        if (input(pin_d2)==0 && input(pin_d3)==0) printf(lcd_putc, "Presion ok");

        printf(lcd_putc, "\n\f");
```

```
if (input(pin_d4)==1) printf(lcd_putc,"TEM PLANCHA Baja");

if (input(pin_d5)==1) printf(lcd_putc,"TEM PLANCHA Alta");

if (input(pin_d4)==0 && input(pin_d5)==0) printf(lcd_putc,"TEM
PLANCHA ok");

printf(lcd_putc,"\n\n");

if (input(pin_d7)==1) printf(lcd_putc,"TEM Cald Baja");

else printf(lcd_putc,"TEM Cald ok");

}

}
```

ANEXOS

ANEXO II

PAGINAS WEBS CONSULTADAS



1. www.proyectosfindecarrera.com
2. http://www.provindus.com.py/Contenidos/Productos/Aerre/Catalogos/Aerre_Catalogo.pdf
3. <http://gv-lcd.en.made-in-china.com/product/LMDEWGOwnvka/China-LCD-Module-Cob-16x4-GVLCM1604B-12428-.html>
4. <http://spanish.alibaba.com/product-gs/pvc-electric-actuator-ball-valve-678070511.html>
5. http://es.wikipedia.org/wiki/Plancha_de_ropa
6. <http://www.xn--depositosespaa-2nb.com/productos.html>
7. <http://cat.hansa-flex.com/es/product/901271>
8. <http://www.directindustry.es/prod/afriso-euro-index/sensores-nivel-potenciometricos-16712-947643.html#>
9. es.scribd.com/doc/18360134/manual-calderas
10. <http://www.bdsensors.de/en/industries/energy-industry-renewable-energy/details/produkt/dmp-331/>
11. <http://www.electricfor.es/es/43348/Resistencias-tipo-autorregulante-PTC/Resistencias-PCT-Superficie.htm>
12. <http://www.electricfor.es/es/43846/Resistencias-flexibles/Cintas-calefactoras-alta-temperatura.htm>

ANEXOS

ANEXO III

BIOGRAFÍA CONSULTADA



1. Título: RAP (Reglamento de Aparatos a Presión).
Editorial: LITEAM.
2. Título: INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL 6ª EDICIÓN.
Autor: Antonio Creus.
Editorial: MARCOMBO.
3. Título: SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL 4ª EDICIÓN.
Autor: RAMÓN PALLÁS ARENY.
Editorial: MARCOMBO.
4. Título: AMPLIFICADORES OPERACIONALES Y CIRCUITOS INTEGRADOS LINEALES.
Autor: James M.Fiore.
Editorial: THOMSON.
5. Título: Compilador C Ccs Y Simulador Proteus Para Micro Pic.
Autor: Eduardo García Breijo.
Editorial: Marcombo.

ANEXOS

ANEXO IV

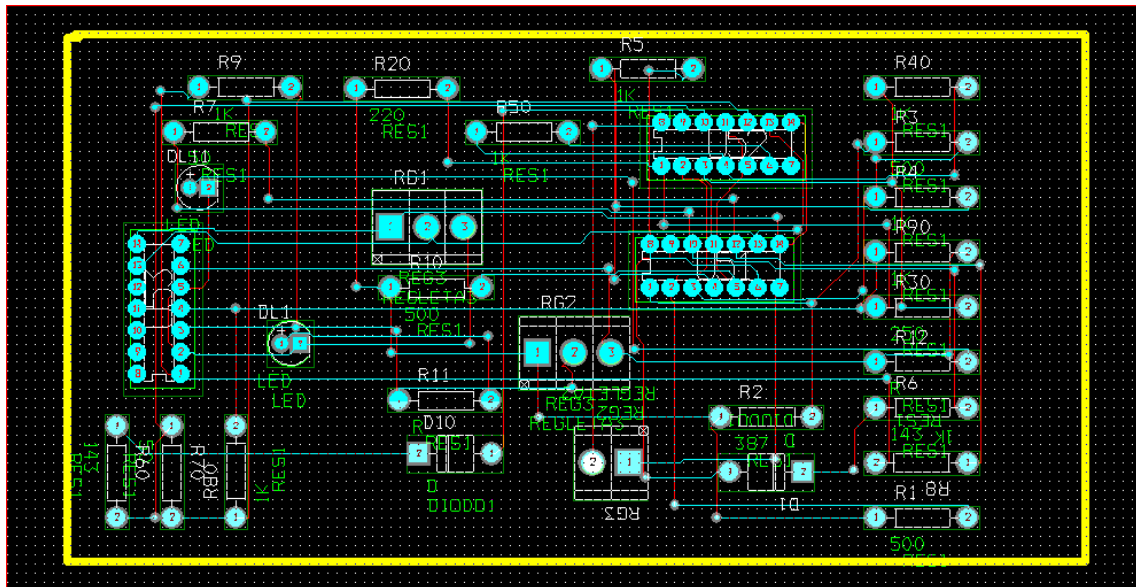
PLANOS

PCB

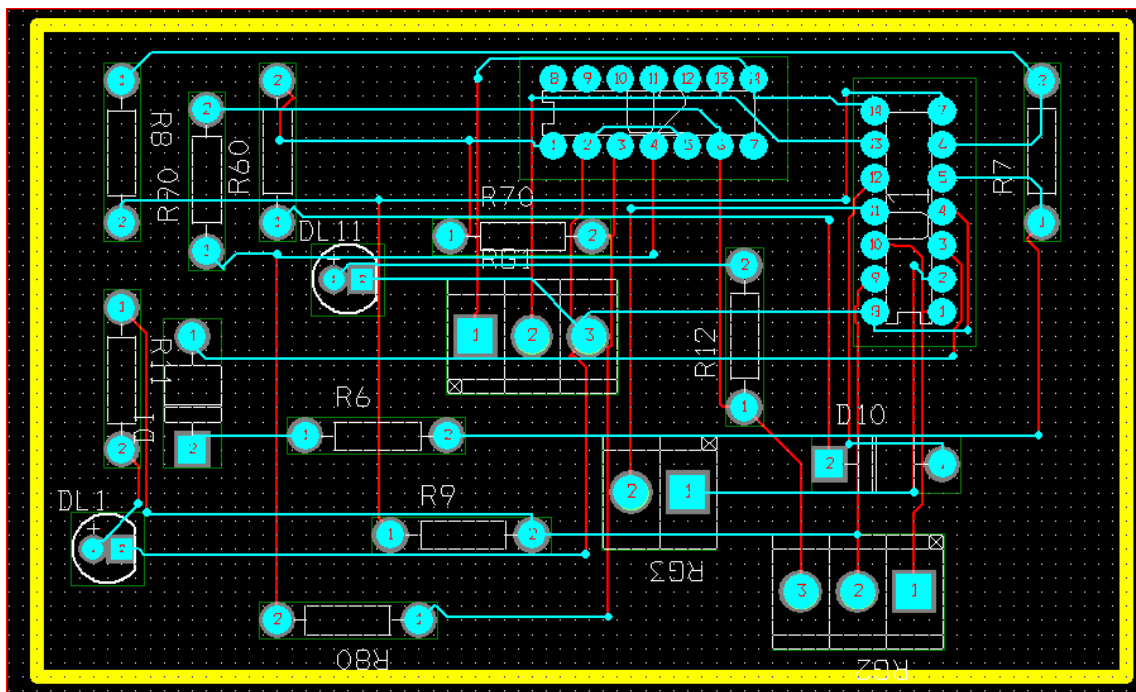


1. SENSOR DE NIVEL
2. SENSOR DE PRESIÓN
3. SENSOR DE TEMPERATURA CALDERÍN
4. SENSOR DE TEMPERATURA DE PLANCHA
5. CIRCUITO DE ACTIVACIÓN
6. CONTROL DE BOMBA
7. CONTROL CALEFACTOR
8. CONTROL VÁLVULA
9. MICROCONTROLADOR

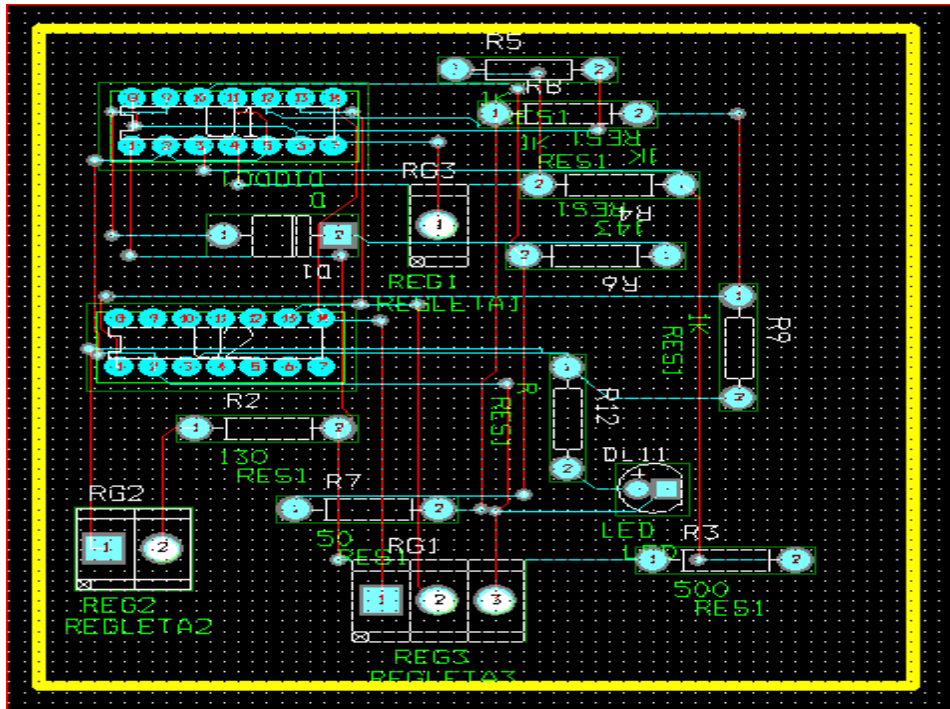
1. SENSOR DE NIVEL



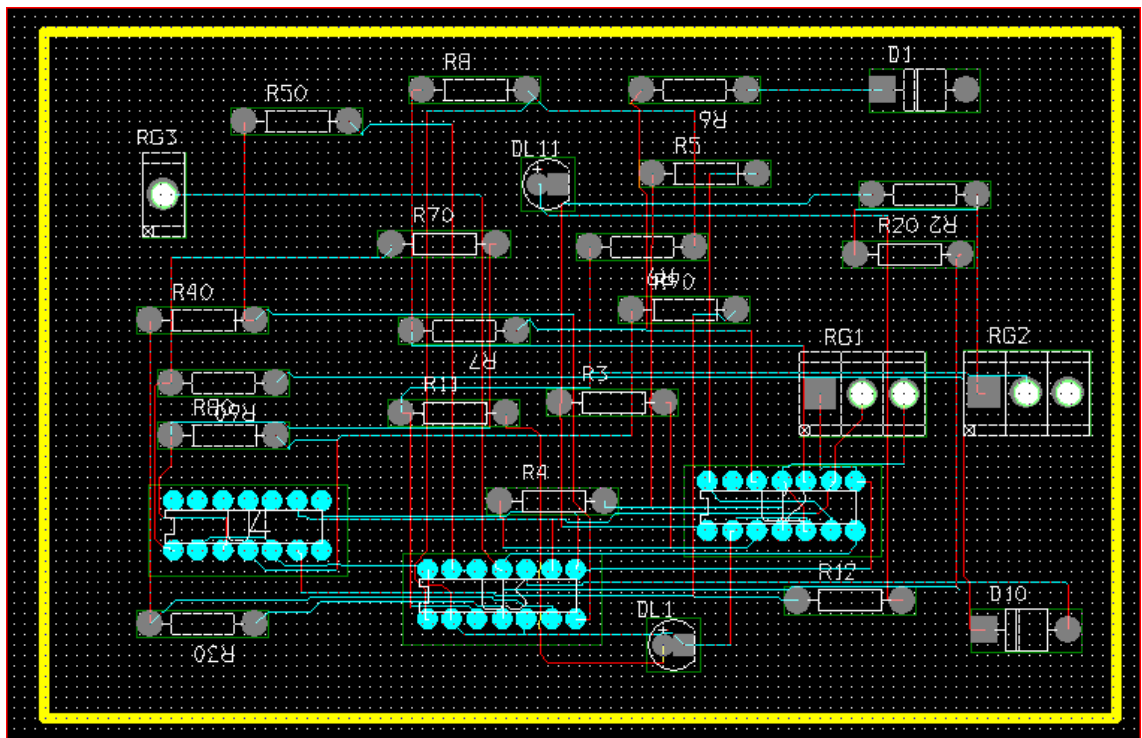
2. SENSOR DE PRESIÓN



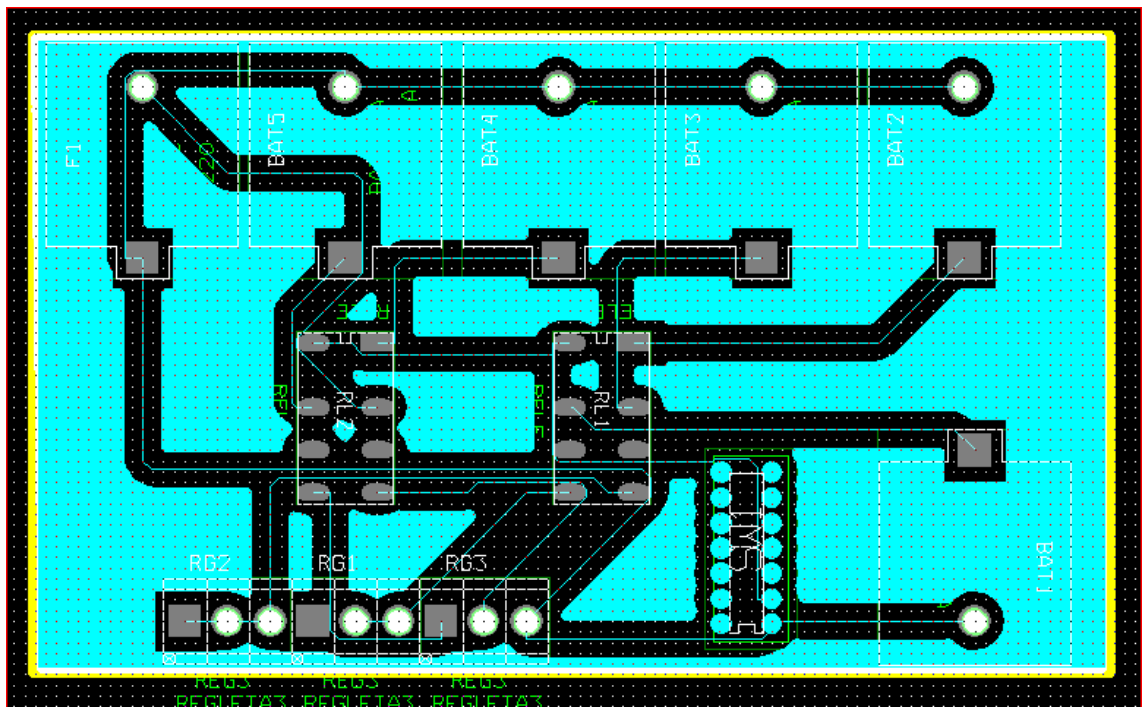
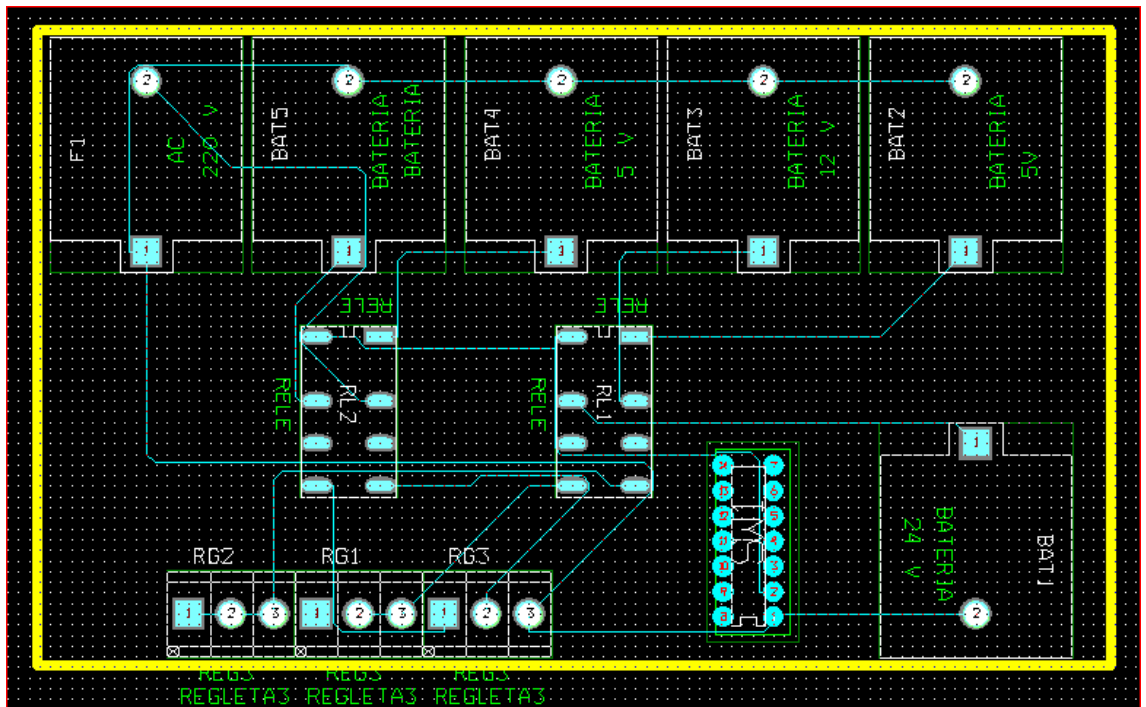
3. SENSOR DE TEMPERATURA DEL CALDERÍN



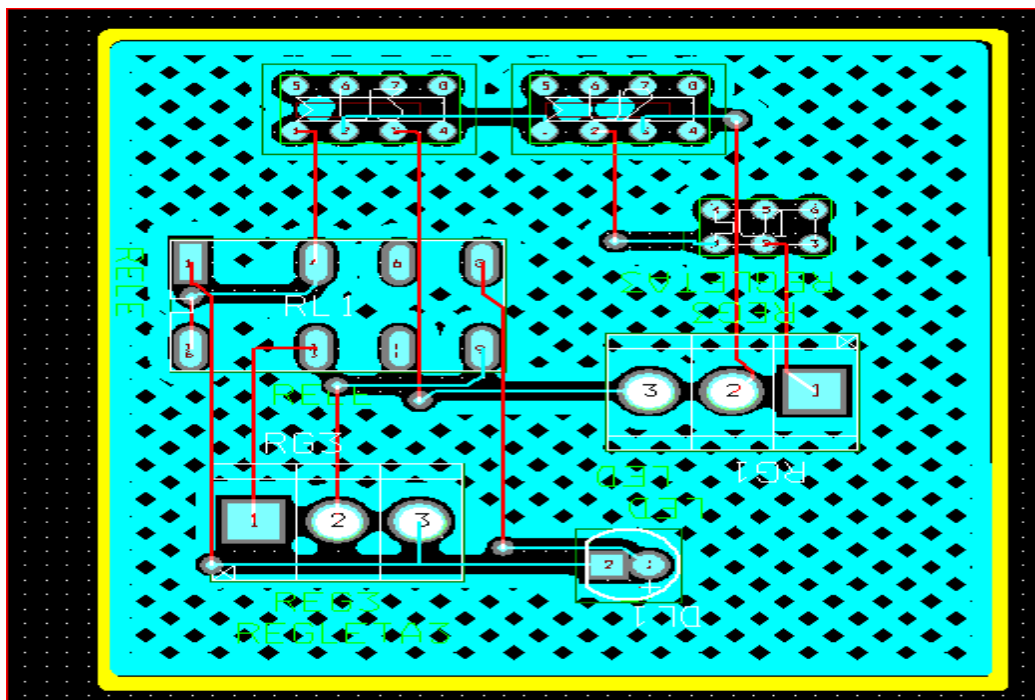
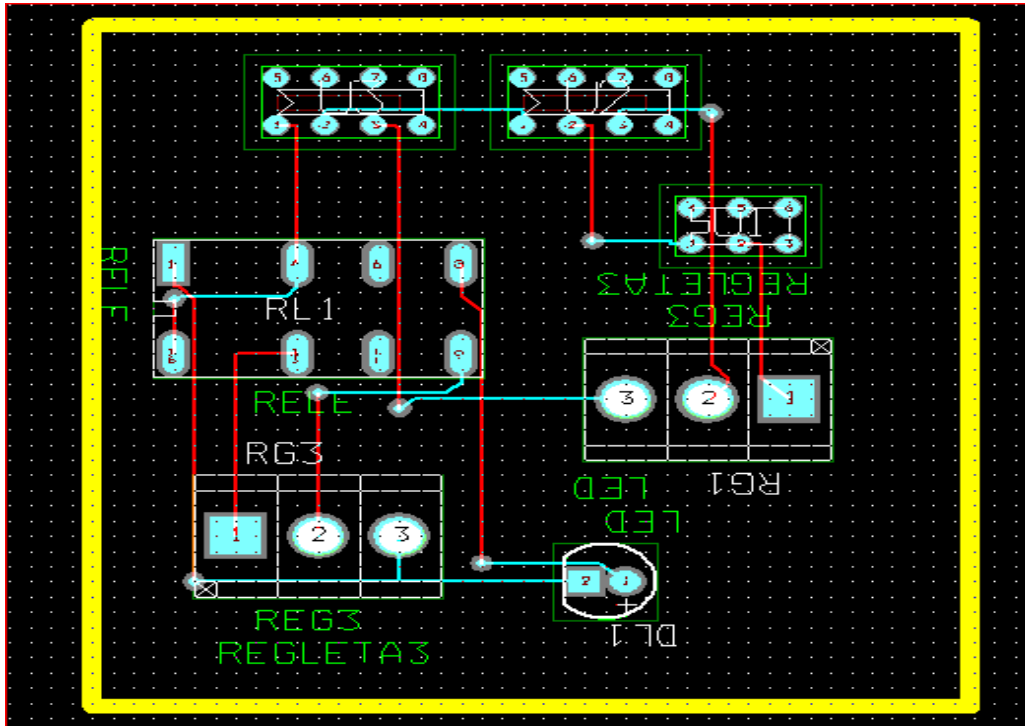
4. SENSOR DE TEMPERATURA DE PLANCHA



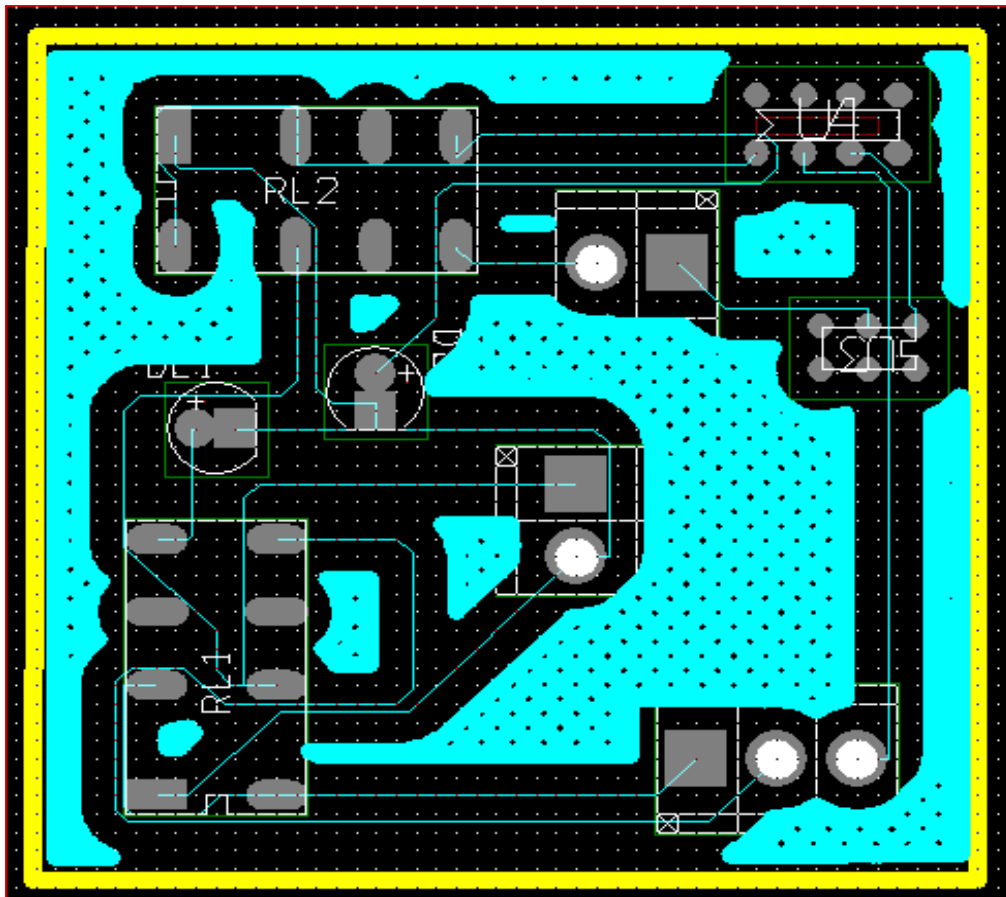
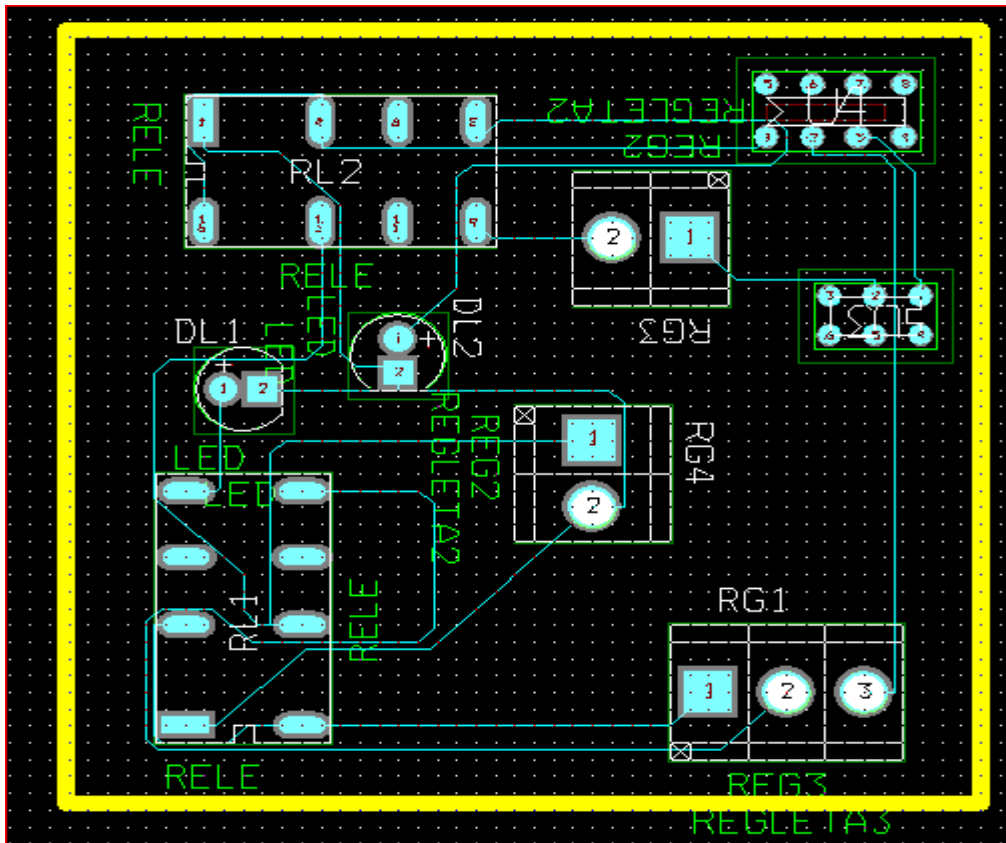
5. CIRCUITO DE ACTIVACIÓN



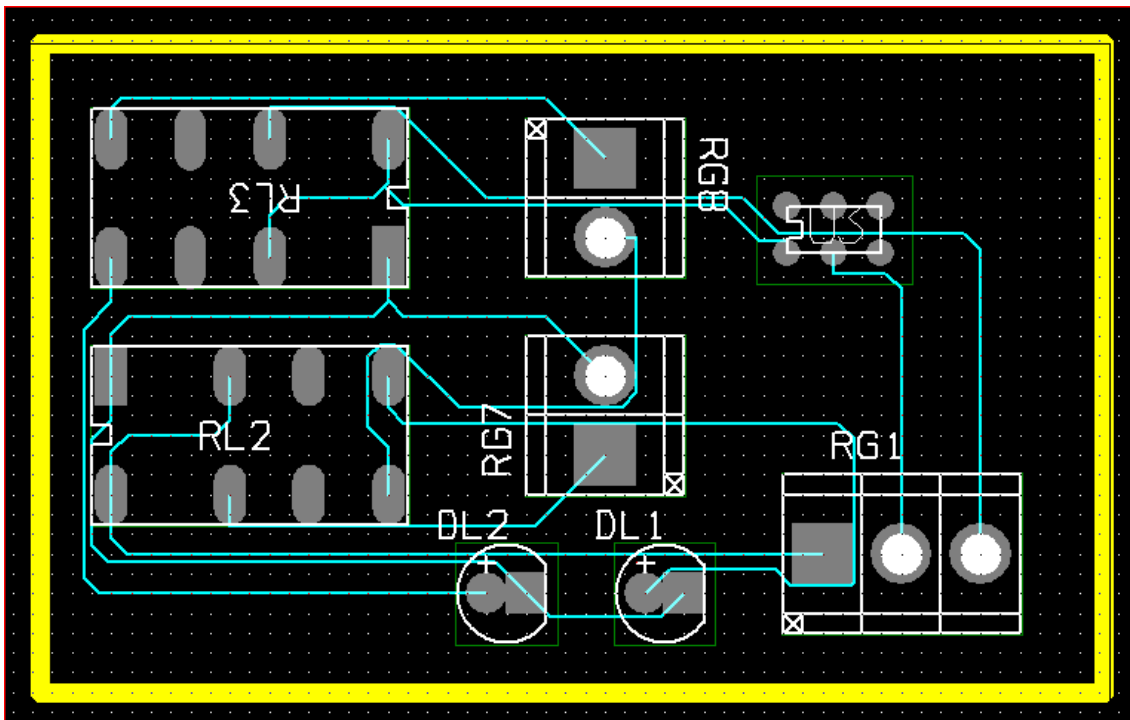
6. CONTROL BOMBA



7. CONTROL CALEFACTOR



8. CONTROL VÁLVULA



ANEXOS

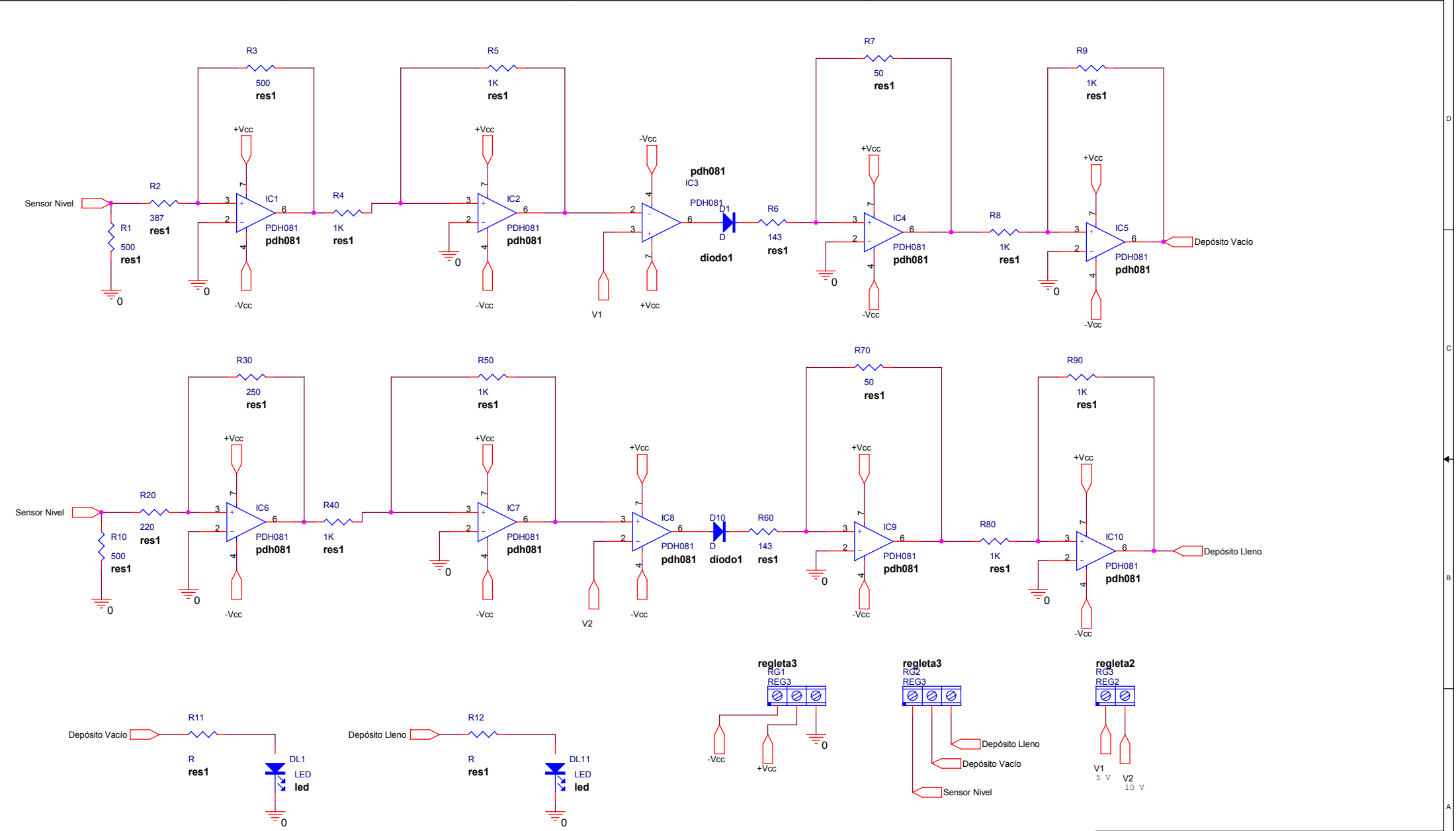
ANEXO V

PLANOS

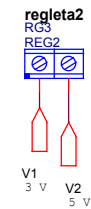
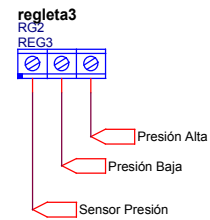
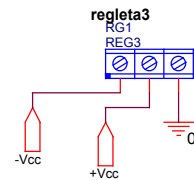
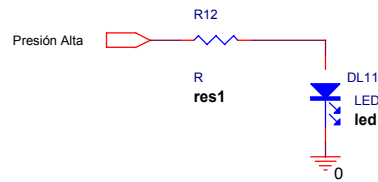
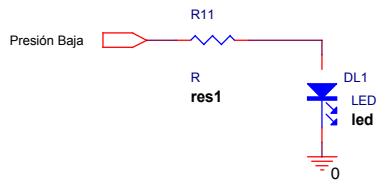
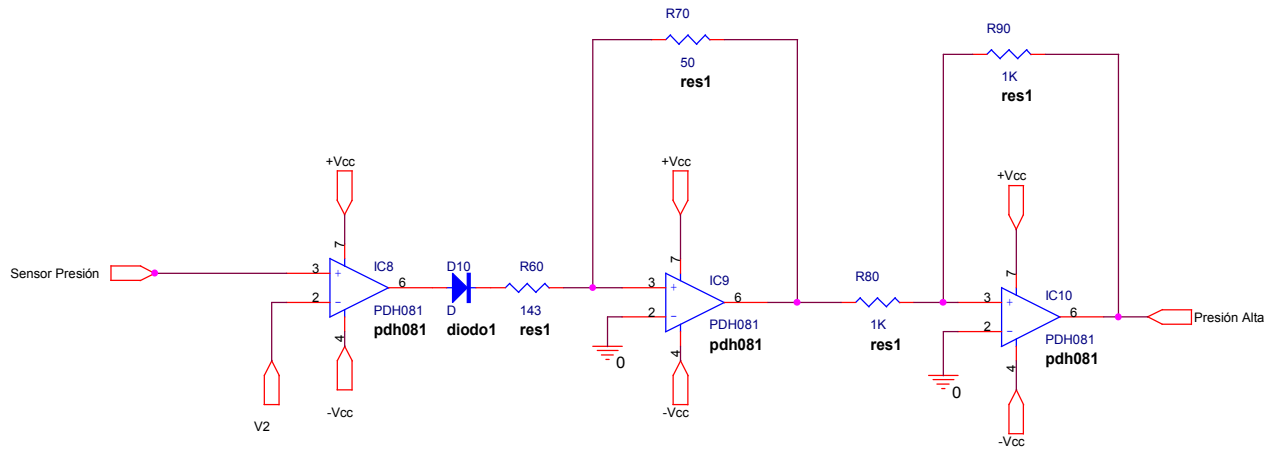
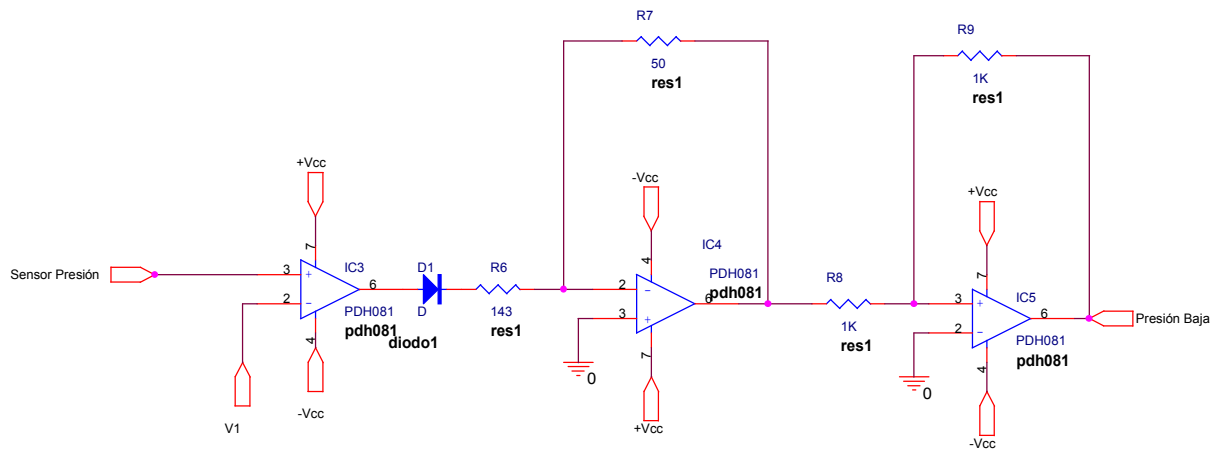
ESQUEMATICO



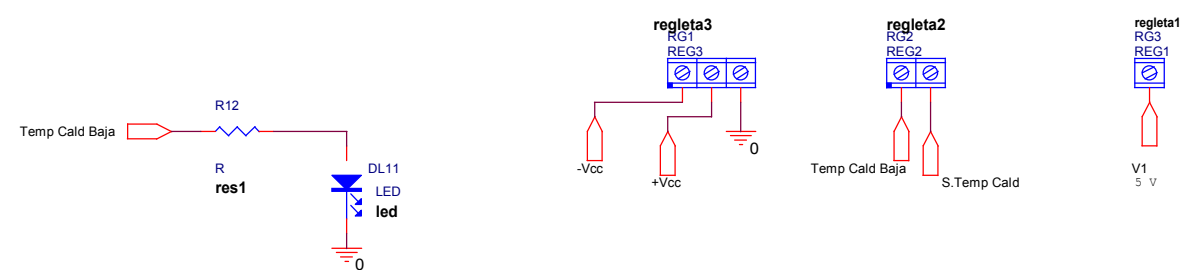
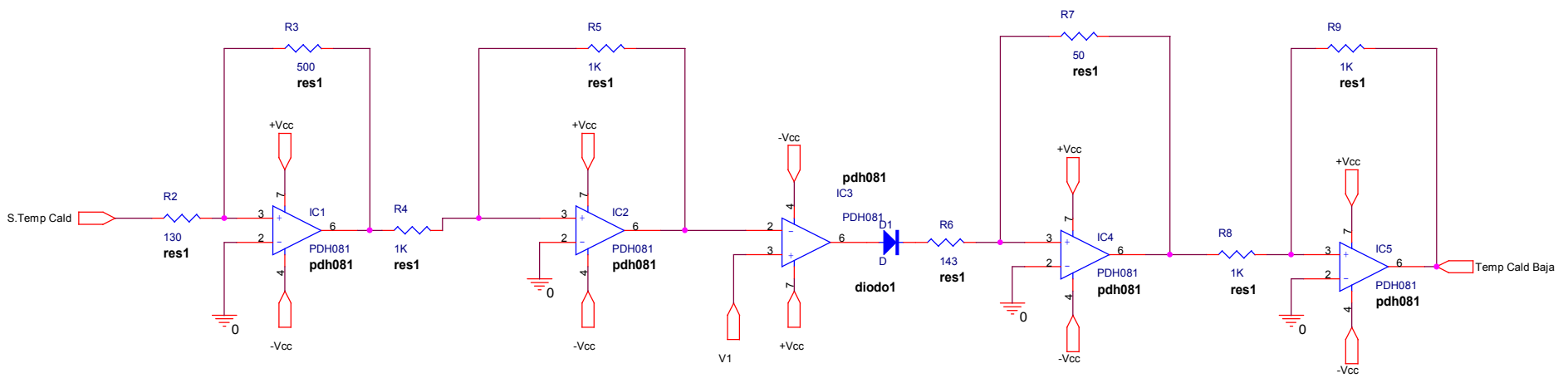
1. SENSOR DE NIVEL
2. SENSOR DE PRESIÓN
3. SENSOR DE TEMPERATURA CALDERÍN
4. SENSOR DE TEMPERATURA DE PLANCHA
5. CIRCUITO DE ACTIVACIÓN
6. CONTROL DE BOMBA
7. CONTROL CALEFACTOR
8. CONTROL VÁLVULA
9. MICROCONTROLADOR



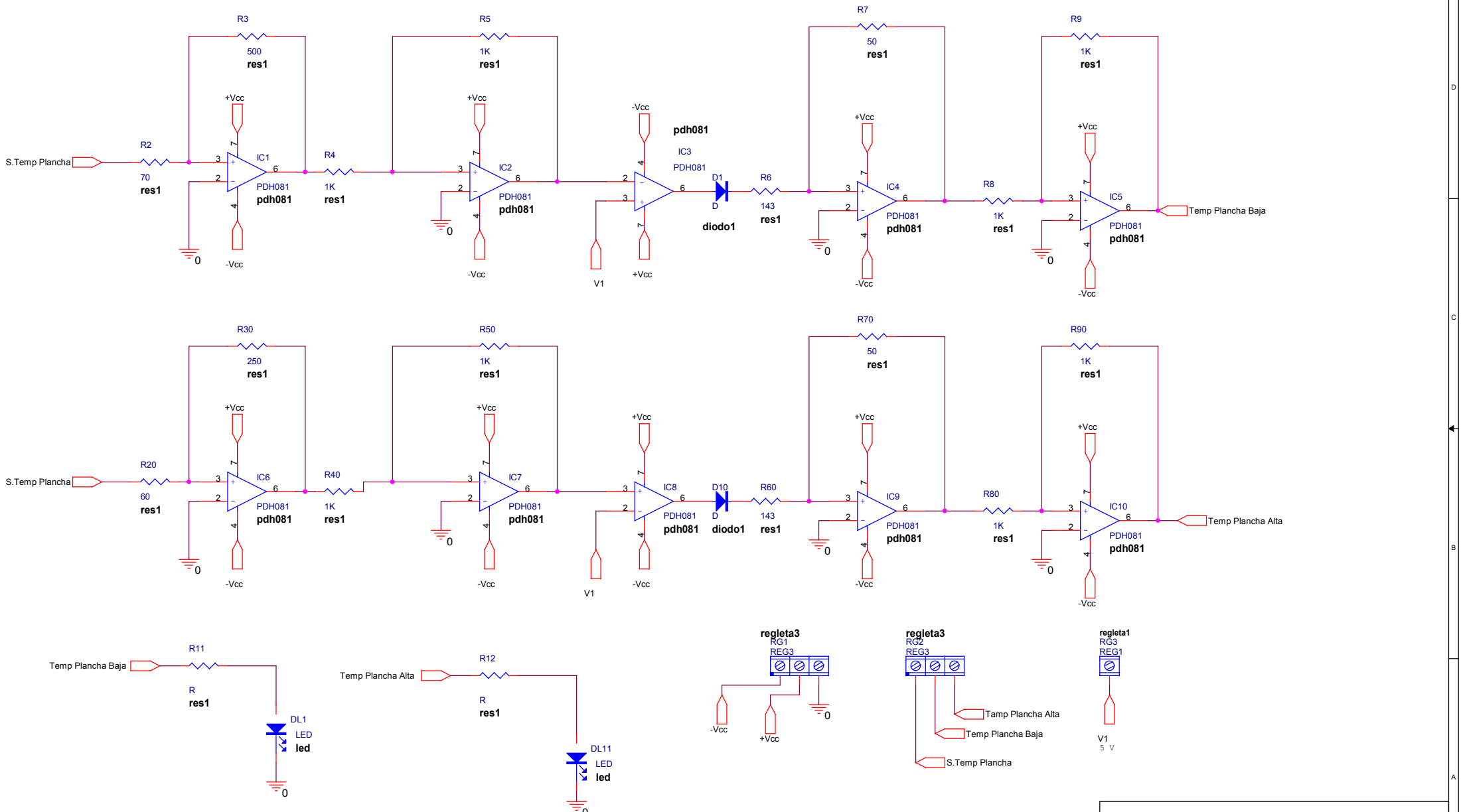
Title		
Sensor de nivel depósito		
Size	Document Number	Rev
B	<Doc>	<RevCode>
Date:	Monday, October 07, 2013	Sheet 1 of 1



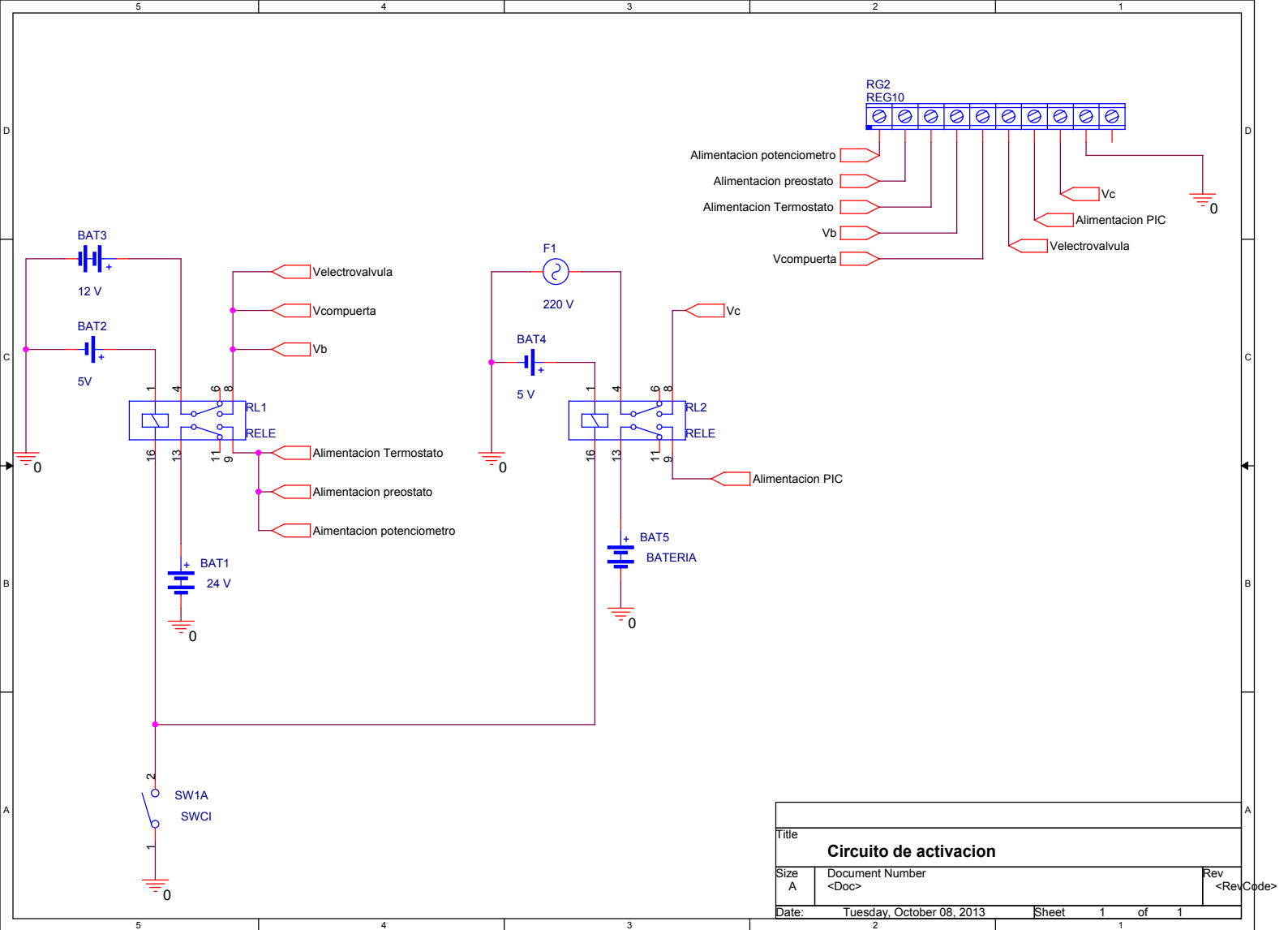
Title		
Sensor de presión		
Size	Document Number	Rev
B	<Doc>	<RevCode>
Date:	Monday, October 07, 2013	Sheet 1 of 1



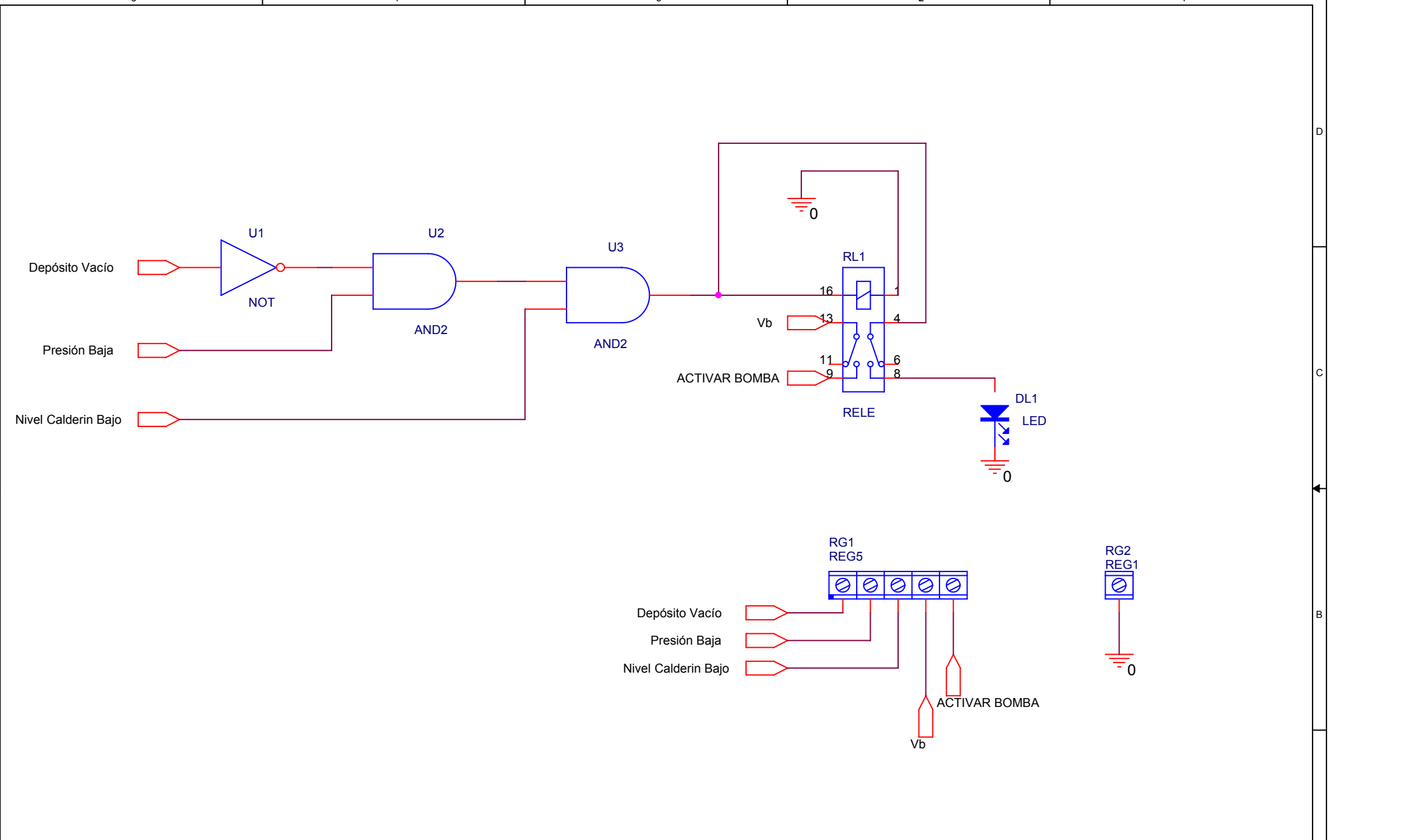
Title		
Sensor temperatura calderin		
Size	Document Number	Rev
B	<Doc>	<RevCode>
Date:	Monday, October 07, 2013	Sheet 1 of 1



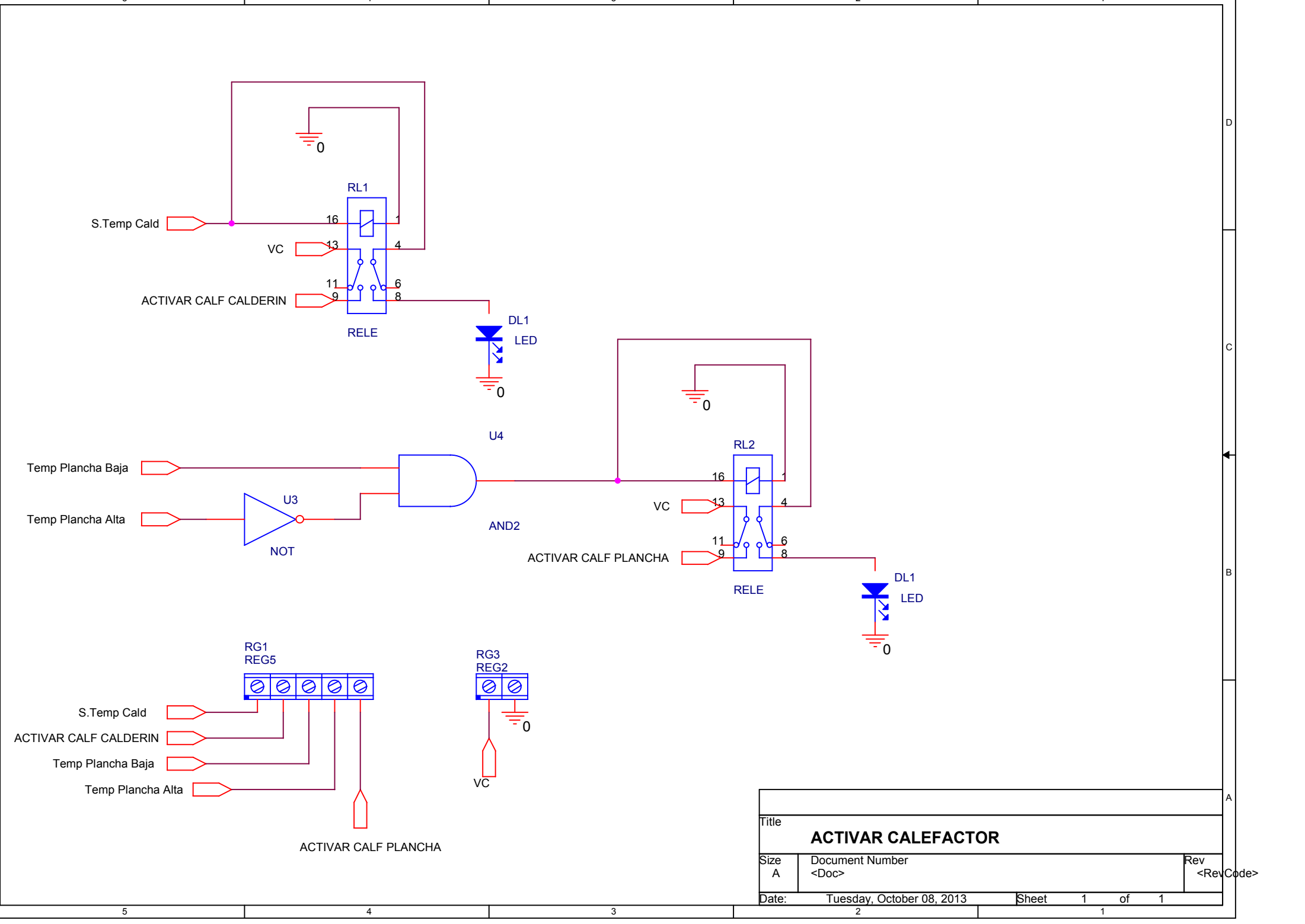
Title		
Sensor temperatura plancha		
Size	Document Number	Rev
B	<Doc>	<RevCode>
Date:	Monday, October 07, 2013	Sheet 1 of 1



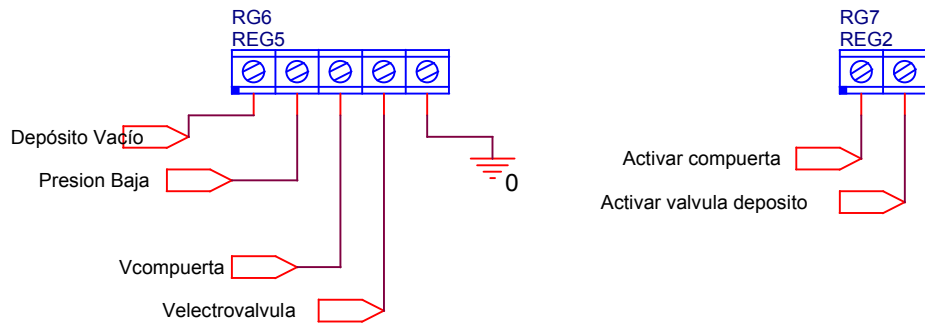
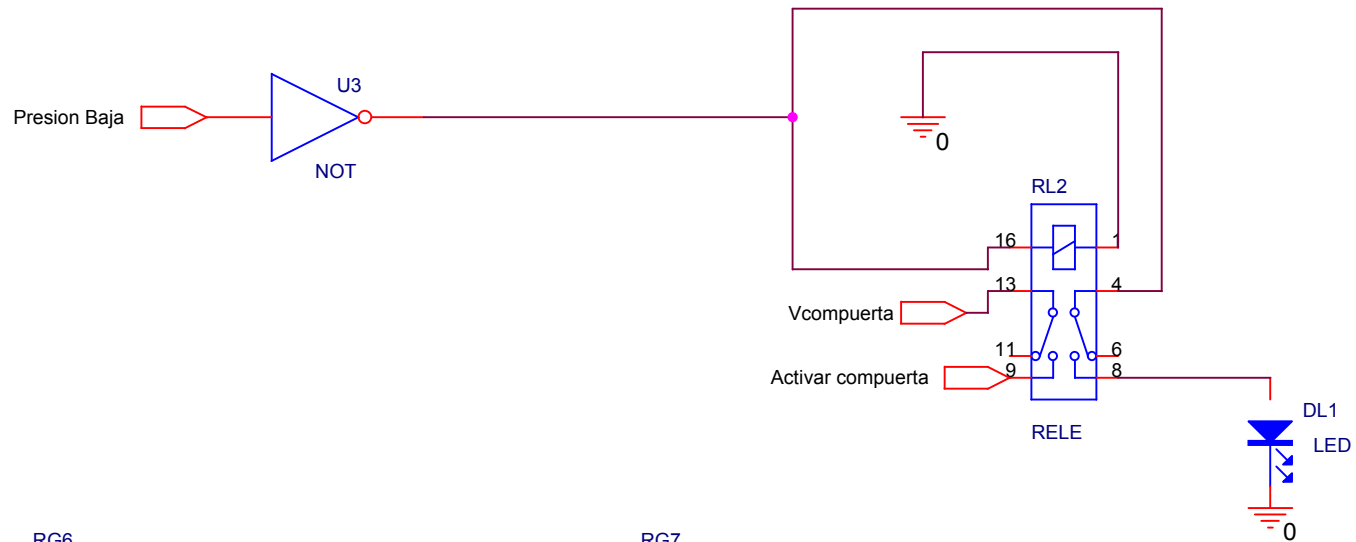
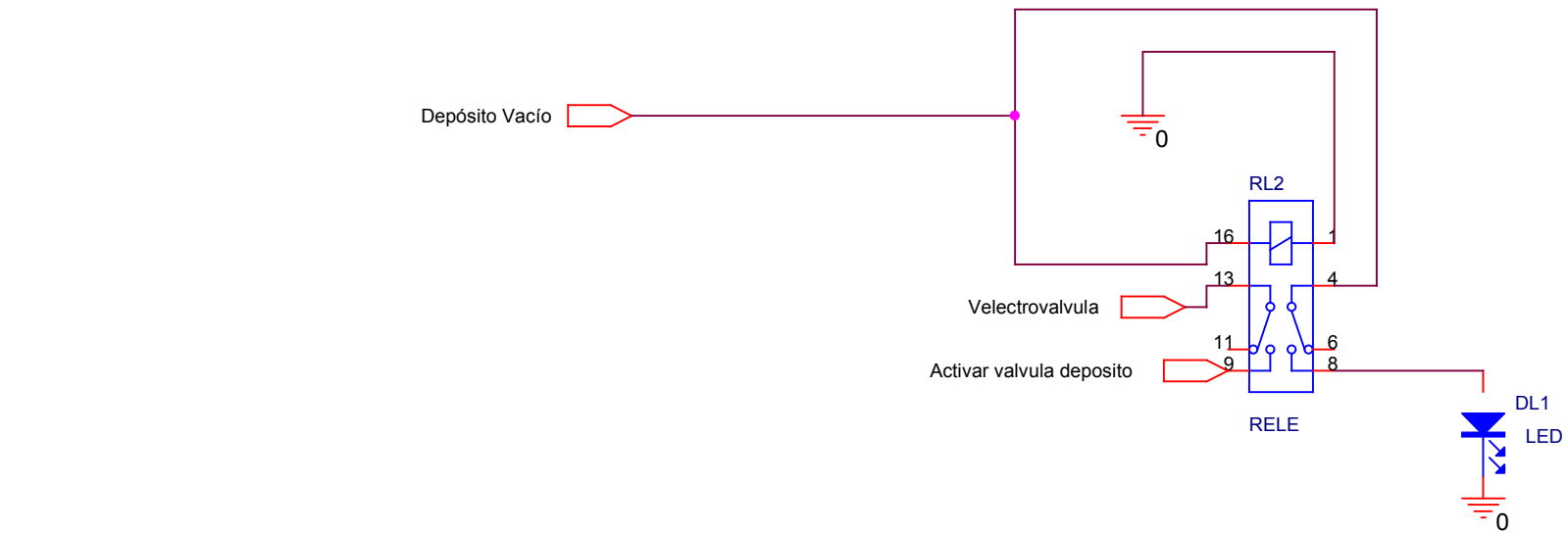
Title		
Circuito de activacion		
Size	Document Number	Rev
A	<Doc>	<RevCode>
Date:	Tuesday, October 08, 2013	Sheet 1 of 1
	2	1



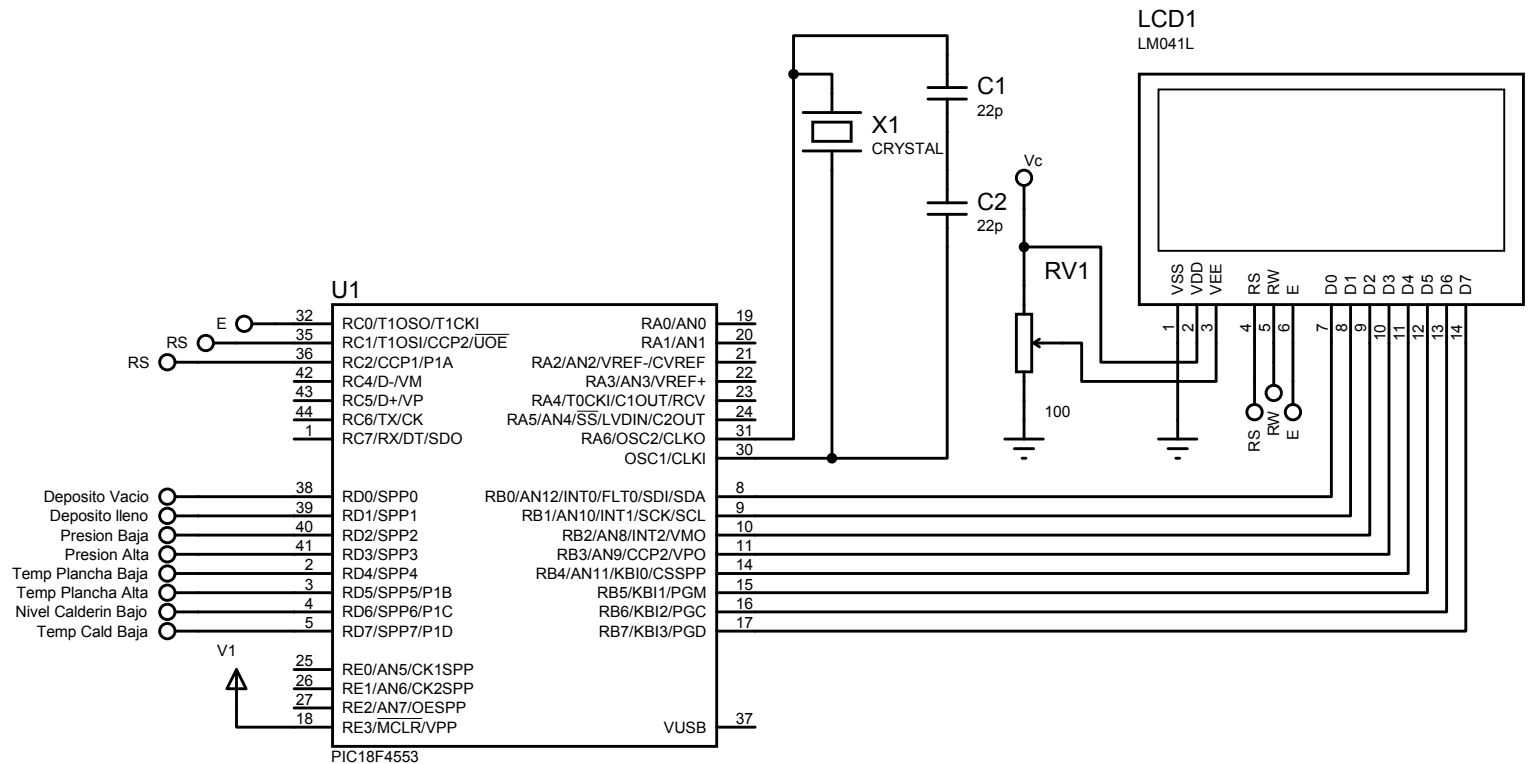
Title		
Activación de bomba		
Size	Document Number	Rev
A	<Doc>	<RevCode>
Date:	Tuesday, October 08, 2013	Sheet 1 of 1



Title		
ACTIVAR CALEFACTOR		
Size	Document Number	Rev
A	<Doc>	<RevCode>
Date:	Tuesday, October 08, 2013	Sheet 1 of 1



Title		
Activar Valvula		
Size	Document Number	Rev
A	<Doc>	<RevCode>
Date:	Tuesday, October 08, 2013	Sheet 1 of 1



Control LCD

ITI. Electronica