



Universidad
Politécnica
de Cartagena



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

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial

Alumno: Jose Antonio Payán Aguilar

Director: Pedro Díaz Hernandez

INDICE:

1.-Memoria

2.-Pliego de condiciones

3.-Planos

4.-Presupuesto

5.-Biografía

MEMORIA

1.Propuesta del proyecto

- Objetivos
- Descripción
- Desarrollo
- Resumen

2.Elementos del sistema

- Deposito de agua
- Calderín
- Bomba de agua
- Sensores
- Resistencia calefactora
- Plancha
- Indicadores Visuales
- Sistema de control

3.Tuberías y tratamiento del agua

- Tuberías
- Tratamiento del agua
- Parámetros del tratamiento del agua
- Requerimientos del agua
- Equipo de tratamiento del agua
- Problemas asociados al tratamiento de agua

4.Seguridad y protección del usuario

5.Mantenimiento del depósito y del calderín

6.Registro de las operaciones de mantenimiento

1. PROPUESTA DEL PROYECTO

Objetivos

Sobre un esquema funcional, facilitado por el Departamento de Tecnología Electrónica, el alumno deberá diseñar la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial. En el esquema se muestran las partes principales del sistema, indicación de los elementos sensores e indicadores que permiten el funcionamiento del mismo.

Descripción

En el esquema funcional del sistema de planchado, se muestran los diferentes sensores e indicadores para el correcto funcionamiento del conjunto. S1: Sensor de existencia de agua; S2: Sensor de funcionamiento de la bomba de aporte de agua al calderín; S3: Sensor de funcionamiento de la resistencia calefactora de la caldera; S4: Sensor de presión alcanzada en el interior de la caldera y S5: Sensor de temperatura del elemento de planchado (En contacto con el tejido a planchar). Figura 1.

Así mismo, existen cinco indicadores visuales. L1 y L2: Activación del elemento calefactor de la caldera y del elemento de planchado; L3: Indicación visual de falta de agua en el depósito; L4: Presión alcanzada en el calderín y L5: Temperatura alcanzada por el elemento de planchado.

Todos estos elementos estarán comandados por un sistema de control que se encargará de gestionar las decisiones a las que haya lugar.

Este planteamiento de partida es el que se estima como mínimo para el correcto funcionamiento del sistema.

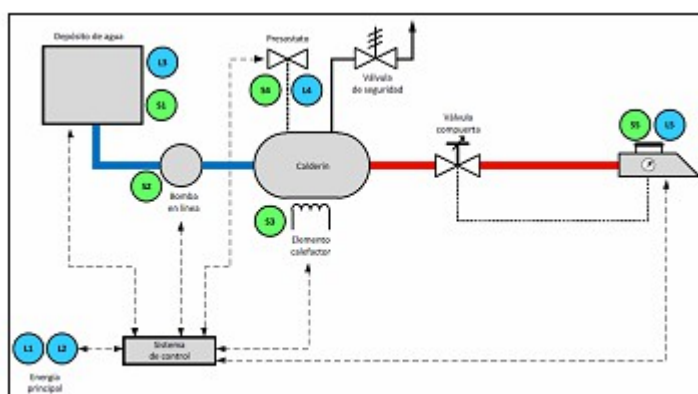


Figura 1: Esquema funcional del sistema de planchado

Desarrollo

El alumno/a deberá aportar una solución válida para el funcionamiento de este sistema industrial, con carácter general, deberá cumplir con los siguientes apartados:

- El alumno/a deberá implementar una lógica de actuación, o flujograma, para el funcionamiento del sistema. Es decir, deberá activar cronológicamente los diferentes dispositivos para que el sistema sea funcional y esté operativo para el usuario.
- El alumno/a deberá prever un mecanismo para que la correcta secuencia de funcionamiento del conjunto se produzca en tiempo y forma, evitando un funcionamiento anómalo, averías o daños a terceros que este desarreglo pudiese provocar.
- El alumno/a podrá incorporar cuantas modificaciones, mejoras o cambios estime oportuno, siempre que, a su parecer, incremente las prestaciones del sistema en cualquier forma o manera.

Partiendo de estas premisas y en pocas palabras, el proyectante deberá:

- Disponer de una cantidad de agua suficiente.
- Calentar el agua en una caldera para conseguir vapor.
- Aportar este vapor, de una manera controlada y mediante un mecanismo adecuado, a un material textil.

Éste planteamiento tan básico tiene muchas soluciones, de las cuales Ud. deberá aportar una. Por tanto, debemos acotar estas circunstancias para un correcto funcionamiento.

- Depósito de agua destilada de 5 litros.
- El agua deberá aportarse caliente o calentarse previamente a su aportación a la caldera.
- Bomba de impulsión en línea para aportar el agua a la caldera. Deberá poseer un caudal adecuado para alimentar sin problemas a la caldera. El funcionamiento de esta bomba puede ser temporizada, o controlando el caudal real aportado a la caldera.
- La caldera tendrá un consumo máximo de 4Kw.

- El presostato de la caldera estará tarado a 3.5 bares de presión. Al alcanzar esta presión estará preparado para su funcionamiento.
- La válvula de seguridad estará tarada a 5 bares de presión. Por encima de esta presión, el sistema expulsará al aire el exceso de presión, para evitar la rotura de manguitos o agrietamiento/explosión de la caldera.
- El elemento de planchado, en contacto con el tejido, tendrá un consumo máximo de 2Kw.
- Las indicaciones de estado del conjunto y los avisos visuales se indicarán mediante un LCD de 4x16 líneas retroiluminado.
- Si se instala algún avisador acústico se realizará con un zumbador piezoeléctrico.
- La activación de las cargas de alto consumo se realizarán con relés de estado sólido, no siendo posible la utilización de relés electromecánicos.
- Las indicaciones visuales individuales se realizarán mediante diodos LED's de bajo consumo, del color que se estime adecuado.

Tratando de clarificar el diagrama de funcionamiento del sistema, se muestra un flujograma funcional a nivel de estados del conjunto. Figura 2.

Resumen

Se trata de realizar un sistema de control de planchado industrial. Para realizar esta tarea con avisos de funcionamiento, son necesarios diferentes elementos de sensado, activación, disparo, aviso, control, etc. Parte de estos elementos pueden realizarse con electrónica analógica y/o digital. Pudiendo utilizarse los elementos electrónicos que el proyectante considere oportunos, electrónica discreta, integrada, microprocesada, etc.

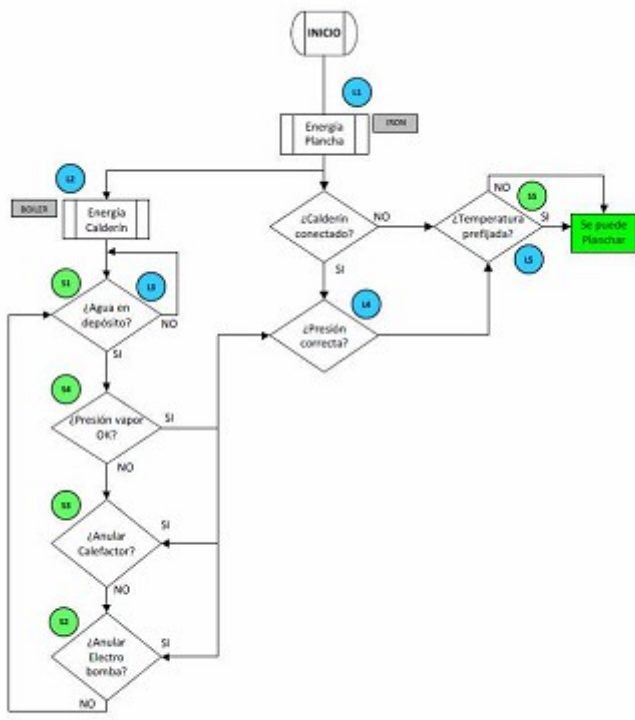


Figura 2: Flujograma funcional, a nivel de estados, del sistema

2.ELEMENTOS DEL SISTEMA

Depósito de agua

Dispondremos de un depósito de agua con una capacidad de 7,6 litros. El nivel del agua lo podremos controlar mediante un sensor el cuál nos advertirá si éste ha bajado del mínimo establecido.

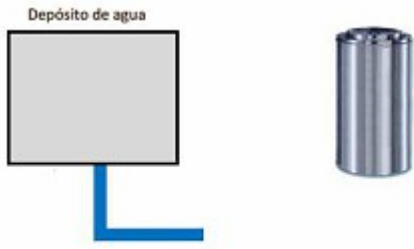


Figura 3: Esquemático e imagen del deposito de agua.

Calderín

La presión óptima para el funcionamiento del sistema será de 3,5 bares. Mediante un sensor, mediremos la presión dentro del calderín. Si ésta supera los 5 bares el sistema activará un mecanismo de seguridad. Usaremos un calderín de 7,6 litros con una presión máxima de 6,8 bares.

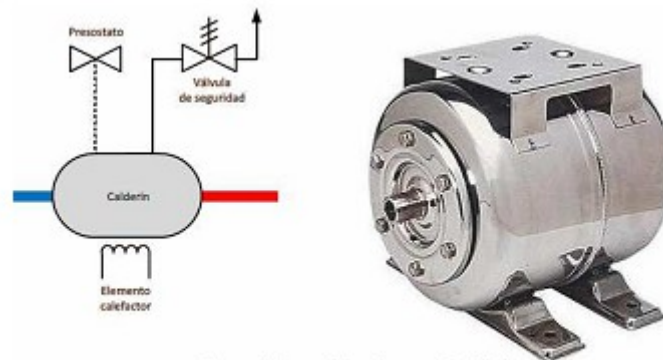


Figura 4: Esquemático e imagen del calderín.

Bomba de agua

Se encargará de llevar el agua del depósito al calderín. El sistema se diseñará de tal manera que esté en reposo a no ser que el nivel de agua del calderín baje de un mínimo preestablecido.



Figura 5: Esquemático e imagen de la bomba de agua

Sensores

Para el correcto funcionamiento del sistema necesitaremos tres tipos de sensores: sensores de presión, de nivel y de temperatura.

-Sensor de presión

Utilizaremos un sensor de presión para controlar el calderín. Si la presión es excesivamente alta, este sensor activará una válvula de seguridad.



Figura 6: Sensor de presión

-Sensor de temperatura

Utilizaremos un sensor de temperatura para controlar la temperatura en la plancha. Hemos escogido el sensor LM35. Este sensor nos proporciona una tensión directamente proporcional a la temperatura en grados centígrados, por lo que no necesitaremos realizar un cálculo posterior, que deberíamos hacer si estuviera en Kelvin.



Figura 7 Sensor de temperatura LM35

-Sensor de nivel.

Necesitaremos un sensor de nivel para controlar el agua en el depósito. Usaremos un sensor de tipo boya. Puesto que no necesitamos saber el nivel exacto de agua, actuará como un interruptor que nos dirá cuando está lleno el depósito o cuando ha bajado del mínimo establecido previamente. Este sensor activará la bomba de agua.



Figura 8 Sensor de nivel

Resistencia calefactora

Se encargará de calentar el agua del calderín para generar el vapor necesario para el planchado.



Figura 9 Resistencia calefactora

Plancha

El elemento de planchado estará alimentado de vapor del calderín. La entrada de vapor estará controlada por una válvula compuerta.

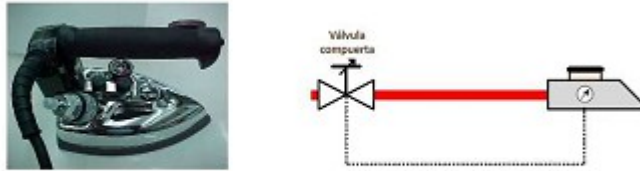


Figura 10 Plancha

Indicadores visuales

Usaremos dos tipos de indicadores visuales. Una pantalla LCD para indicar al usuario el estado de los diferentes elementos del sistema, y unos diodos LED para determinados estados de los elementos del sistema.

La pantalla LCD será de 4x20. En este proyecto usaremos el modelo LM044L

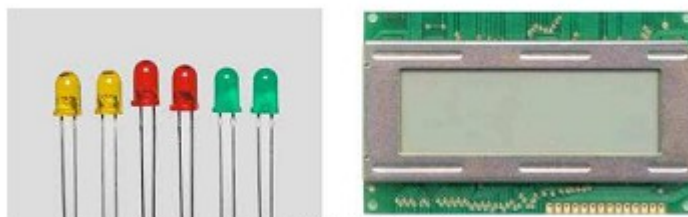


Figura 11 Pantalla LCD y diodos LED

Sistema de control

Para controlar todo el sistema usaremos un microcontrolador PIC16F877. Este microcontrolador nos permite un buen control de la pantalla LCD así como los sensores y actuadores del sistema.



Figura 12 Sistema de control (PIC16F877)

3. TUBERIAS Y TRATAMIENTO DEL AGUA

Tuberías

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

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

- Son inodoras, insípidas y atóxicas.
- Son extremadamente ligeras, por lo que son fáciles de transportar y manipular.
- Son resistentes a la corrosión.
- Debido a su inercia química son resistentes a los ácidos inorgánicos, álcalis, detergentes, productos de fermentación, rebajadores de tensión y aceites minerales.
- Es un excelente aislante eléctrico.
- Son flexibles y admiten ser curvados en frío, lo cual acelera y abarata su instalación.

Según el “Reglamento de Aparatos a Presión”, ITC-AP2, artículo 5, se utilizarán tuberías de acero u otro material adecuado en el caso de tuberías de vapor en calderas.

En este caso para conducir el vapor del calderín a la plancha se usarán tuberías de poliuretano de alta temperatura.

Algunas de sus características son:

- Muy buena resistencia al calor (mejor que el TPE y Neopreno comparables)
- Altamente resistente a la abrasión (resistencia ala abrasión aprox. 2,5 - 5 veces mejor que la mayoría de los materiales de goma y aprox. 3 - 4 veces mejor que la mayoría de los PVCs blandos)
- Interior liso
- Técnicamente optimizada al flujo
- Flexible con bajo peso

- Resistencia incrementada a la presión y al vacío
- Alta resistencia a la tracción y al desgarre
- Buena resistencia a los productos químicos
- Buena resistencia a los rayos UV y al ozono

Tratamiento de agua

El uso industrial del agua lleva consigo problemas de incrustación, de corrosión y de contaminación biológica.

Los principales problemas debidos a las incrustaciones y demás depósitos son la reducción del diámetro de las tuberías, la disminución de la transferencia de calor, el origen de corrosiones localizadas y en general un aumento de los costes de mantenimiento de las instalaciones.

El agua en general procede de los ríos, lagos, pozos, y aguas lluvias. Por la misma índole de su procedencia no se puede evitar que ella arrastre y disuelva impurezas que la hacen inapta para el consumo humano y también industrial. Como el agua es un compuesto que contiene impurezas, para poder ocupar esta agua natural en la caldera debe someterse a diferentes procesos y de esta manera conseguir cumplir, como mínimo, con las siguientes condiciones:

- a).- Debe ser clara, con la turbidez menor a 10 ppm. Cuando esta turbidez es superior, debe ser sometida a filtración.
- b).- Debe estar totalmente exenta de dureza no carbónica.
- c).- La dureza total no debe exceder de 35 ppm.;
- d).- Debe estar prácticamente exenta de aceites.
- e).- Debe estar prácticamente exenta de oxígeno.
- f).- Debe contener un bajo contenido de sílice.

El objetivo principal de los tratamientos es reducir y evitar los principales problemas asociados a la generación de vapor. Para conseguir estos objetivos, el agua de aporte suele someterse a un tratamiento externo que reduzca la presencia de contaminantes a un nivel conveniente. Para contrarrestar el efecto de los contaminantes residuales, se añaden además los aditivos químicos apropiados.

Parámetros del 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.
- **Hierro y cobre:** el hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se pueden utilizar filtros para remover estas sustancias.
- **Dióxido de carbono:** el dióxido de carbono, al igual que el oxígeno, favorecen la corrosión. Este tipo de corrosión se manifiesta en forma de ranuras y no de tubérculos como los resultantes de la corrosión poroxígeno.

La corrosión en las líneas de retorno de condensado generalmente es causada por el dióxido de carbono. El CO₂ se disuelve en aguas (condensado), produciendo ácido carbónico. La corrosión causada 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.

- **Aceite:** el aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre al vapor.
- **Fosfato:** el fosfato se utiliza para controlar el pH y dar protección contra la dureza.
- **Sólidos disueltos y en suspensión:** impurezas disueltas y no disueltas en el agua.
- **Secuestradores de oxígeno:** corresponden a productos químicos (sulfitos, hidracina, hidroquinona, etc.) utilizados para remover el oxígeno residual del agua.
- **Sílice:** la sílice presente en el agua de alimentación puede formar incrustaciones

duras (silicatos) o de muy baja conductividad térmica (silicatos 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: permite controlar la cantidad de sales (iones) disueltas en el agua.

Requerimiento del agua de alimentación y de caldera

Sobre la base de las recomendaciones de la Norma Británica BS-2486, la ABMA (American Boiler Manufacturing Association) y el TÜV, se han preparado las siguientes tablas que muestran los requerimientos que deberán satisfacer el agua de alimentación y el agua de una caldera para prevenir incrustaciones y corrosión en calderas de baja presión (hasta 10 bar).

PARÁMETRO	VALOR REQUERIDO
Dureza total	< 2 ppm
Contenido de oxígeno	< 8 ppb
Dióxido de carbono	< 25 mg/l
Contenido total de hierro	< 0,05 mg/l
Contenido total de cobre	< 0,01 mg/l
Alcalinidad total	< 25 ppm
Contenido de aceite	< 1 mg/l
pH a 25 °C	8.5 – 9.5
Condición general	Incoloro, claro y libre de agentes insolubles.

Tabla 1 Requerimientos del agua para alimentación de calderas a vapor según BS 2486

PARÁMETRO	VALOR RECOMENDADO
pH a 25 °C	10.5 - 11,8
Alcalinidad Total CaCO ₃	< 700 ppm
Alcalinidad Cáustica	> 350 ppm
Secuestrantes de Oxígeno:	
□ Sulfito de Sodio	30 – 70 ppm
□ Hidrazina	0.1 – 10 ppm
□ Taninos	120 – 180 ppm
□ Dietilhidroxilamina	0.1 – 1.0 ppm (en agua alimentación)
Fosfato Na ₃ PO ₄	30 - 60 mg/l
Hierro	< 3.0 ppm
Silice	150 ppm
Sólidos disueltos	< 3500 ppm
Sólidos en suspensión	< 200 ppm
Conductividad	< 7000 uS/cm
Condición general	Incoloro, claro y libre de agentes insolubles.

Tabla 2 Requerimientos del agua en la caldera según BS 2486

Equipo de tratamiento de agua

En el tratamiento de agua intervienen ablandadores, bombas dosificadoras y un degasificador con su respectivo estanque de almacenamiento de agua.

Los ablandadores se encargan de 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) para obtener agua para ser utilizada en calderas. Están compuestos por resinas, que poseen una capacidad de intercambio de iones de calcio y magnesio por sodio.

Los degasificadores tienen como función principal el eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disueltos en el agua de alimentación de las calderas para prevenir los problemas de corrosión.

El principio de funcionamiento de los degasificadores se basa en el hecho de que la solubilidad de los gases disueltos en el agua (O_2 y CO_2) disminuyen cuando el agua está a punto de ebullición ($100\text{ }^\circ\text{C}$ a presión atmosférica), tal como se muestra a continuación:

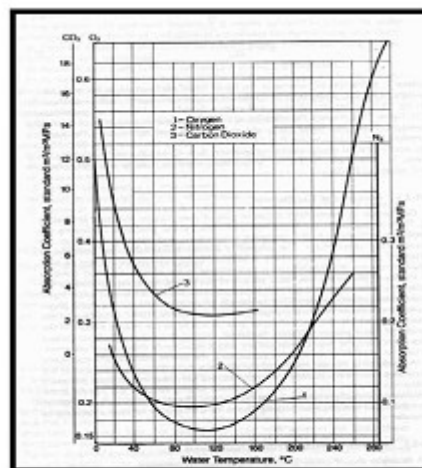


Figura 13 Solubilidad del oxígeno en el agua en función de la temperatura

Problemas frecuentes asociados al tratamiento de agua

-Corrosión:

Las principales fuentes de corrosión en calderas son la Corrosión por Oxígeno o “Pitting” y la Corrosión Cáustica.

A continuación se describe en qué consiste cada uno de estos tipos de corrosión,

cuáles son los factores que la favorecen, que aspecto tiene y de qué manera pueden ser prevenidas.

-Corrosión por Oxígeno o “Pitting”.

La corrosión por oxígeno consiste en la reacción del oxígeno disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera (en contacto con el agua), provocando su disolución o conversión en óxidos insolubles.

Los resultados de este tipo de corrosión son tubérculos de color negro, los que se forman sobre la zona de corrosión, tal como lo muestra la figura.



Figura 14 Corrosión por pitting

Dado que la corrosión por oxígeno se produce por la acción del oxígeno disuelto en el agua, esta puede producirse también cuando la caldera se encuentra fuera de servicio e ingresa aire (oxígeno).

La prevención de la corrosión por oxígeno se consigue mediante una adecuada degasificación del agua de alimentación y la mantención de un exceso de secuestrantes de oxígeno en el agua de la caldera.

-Corrosión Cáustica.

La corrosión cáustica se produce por una sobreconcentración local en zonas de elevadas cargas térmicas (fogón, cámara trasera, etc.) de sales alcalinas como la soda cáustica.

Este tipo de corrosión se manifiesta en forma de cavidades profundas, semejantes al “pitting” por oxígeno, rellenas de óxidos de color negro, presentes solamente en las zonas de elevada liberación térmica (fogón, placa trasera y cámara trasera) de una caldera.

La corrosión cáustica puede ser prevenida manteniendo la alcalinidad, OH libre y pH del agua de la caldera dentro de los límites recomendados.



Figura 15 Corrosión cáustica

-Corrosión Líneas Retorno Condensado

Las líneas de retorno de condensado, lógicamente no forman parte de una caldera, sin embargo, su corrosión tiene efectos sobre las calderas y puede ser prevenida con el tratamiento de agua.

La corrosión de las líneas de retorno de condensado tiene efectos sobre una caldera, ya que, los óxidos (hematita) producidos son arrastrados a la caldera con el agua de alimentación. Toda caldera cuyo lado agua tiene un color rojizo presenta problemas de corrosión en las líneas de retorno de condensado.

La corrosión en las líneas de retorno de condensado se produce por la acción del ácido carbónico que en éstas se forma.

La prevención de la corrosión en las líneas de retorno de condensado, puede ser conseguida mediante aminas neutralizantes que neutralizan la acción del ácido carbónico y aminas filmicas que protegen las líneas.

Estas aminas son volátiles por lo que al ser dosificadas a las líneas de alimentación de agua, son arrastradas por el vapor producido en la caldera.

-Incrustaciones:

Las incrustaciones corresponden a depósitos de carbonatos y silicatos de calcio y magnesio, formados debido una excesiva concentración de estos componentes en el agua de alimentación y/o regímenes de purga insuficientes.

En la figura es posible observar la corrida superior de los tubos de humo de una caldera con incrustaciones de espesores superiores a los 8 mm.

La acción de dispersantes, lavados químicos o las dilataciones y contracciones de una

caldera pueden soltar las incrustaciones, por lo que deben ser eliminadas de una caldera muy incrustada para prevenir su acumulación en el fondo del cuerpo de presión, tal como lo muestra la figura.

En el caso de que estas incrustaciones no sean removidas, se corre el riesgo de embancar la caldera y obstruir las líneas de purga de fondo, con lo que el problema puede tornarse aun más grave.



Figura 16 Incrustaciones

La presencia de incrustaciones en una caldera es especialmente grave debido a su baja

conductividad térmica actúa como aislante térmico, provocando problemas de refrigeración de las superficies metálicas y puede llegar a causar daños por sobrecalentamiento.

La formación de incrustaciones en una caldera puede ser prevenida, satisfaciendo los requerimientos del agua de alimentación y agua de la caldera tratando el agua de alimentación y manteniendo adecuados regímenes de purga.

-Arrastre de condensado:

El arrastre de condensado en una caldera tiene relación con el suministro de vapor húmedo (con gotas de agua). El suministro de vapor húmedo puede tener relación con deficiencias mecánicas y químicas.

Las deficiencias mecánicas tienen relación con la operación con elevados niveles de agua, deficiencias de los separadores de gota, sobrecargas térmicas, variaciones bruscas en los consumos, etc.

Por otro lado las deficiencias químicas tienen relación con el tratamiento de agua de la caldera, específicamente con excesivos contenidos de alcalinidad, sólidos totales (disueltos y en suspensión) y sílice, que favorecen la formación de espuma.

Para prevenir el arrastre debido a deficiencias en el tratamiento de agua, se recomienda mantener los siguientes límites de los contenidos de alcalinidad, sólidos

totales y sílice:

- Alcalinidad total (CaCO_3) < 700 ppm
- Contenido de sílice (SiO_2) < 150 ppm
- Sólidos disueltos < 3500 ppm

4. SEGURIDAD Y PROTECCIÓN DEL USUARIO

Se utilizarán materiales con una resistencia adecuada para una larga duración. Como ya hemos nombrado el sistema dispondrá de sensores para garantizar la seguridad.

El sistema se regirá por la normativa vigente de protección contra el contacto directo. Para ellos los materiales utilizados en la caldera serán aislantes térmicos de manera que la temperatura exterior no sea peligrosa para el usuario.

Para evitar problemas con la instalación eléctrica, ésta no estará al alcance del usuario, el cual solo podrá acceder al botón de marcha/parada.

5. MANTENIMIENTO DEL DEPÓSITO Y DEL CALDERÍN

Para mantener las características funcionales de las instalaciones y su seguridad, y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos, es preciso realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

El tratamiento del agua de una caldera de vapor o agua caliente 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 evitar problemas de corrosión e incrustaciones, asegurando la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera.

La forma más eficaz de controlar si el mantenimiento que se efectúa sobre la caldera es el adecuado o no, es someterla a una revisión periódica. Antes de efectuar una inspección o prueba, deberá comprobarse que el sistema está desconectado, que las paredes de la caldera estén frías y que todas las partes accesibles se encuentren secas. Es de importancia destacar que cuando se desee realizar una limpieza de la caldera, ésta tendrá que someterse previamente a una revisión.

6. REGISTRO DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.

El mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

Se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación, debiendo figurar la siguiente información:

- el titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- el titular del mantenimiento.
- el número de orden de la operación en la instalación.
- la fecha de ejecución.
- las operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- la lista de materiales sustituidos o repuestos cuando se hayan efectuado operaciones de este tipo.
- las observaciones que crean oportunas.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deben guardarse al menos durante tres años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Características del calderín, depósito de agua y tuberías.
 - Calderín
 - Tuberías
 - Depósito de agua
2. Sensores en el depósito y su función
 - Control de nivel
3. Control de la bomba
 - Bomba.
 - Detector de nivel del calderín mediante sensores
 - Activación de la bomba.
4. Control del elemento calefactor.
 - Elemento calefactor y Termostato
 - Circuito de alimentación
 - Termostato
5. Presión del calderin.
 - Presostato.
 - Funcionamiento del circuito
 - Indicador de presión mediante LED.
6. Composición y funcionamiento del elemento de planchado
 - Elemento calefactor.
 - Sensor de temperatura
 - Vapor de la planchado
 - Indicador LED de la plancha
7. Sistema de control
 - Microcontroladores
8. Pantalla LCD
9. Puesta en marcha del sistemas

1.CARACTERÍSTICAS DEL CALDERÍN, DEPÓSITO DE AGUA Y TUBERÍAS.

Calderin

Dimensiones.

El calderín se utilizará para disponer de una cantidad de agua suficiente.

Queremos que tenga siempre 5 litros de agua, pero lo diseñaremos con mas capacidad para tener un margen adecuado, cogemos una caldera de 8 dm³

Aislamiento térmico.

Haremos un estudio para calcular el aislante justo para el calderín. Ya que demasiado aislante disipara mejor el calor pero aumentaría el costo de este. A continuación vamos a nombrar las principales razones por las que debemos aislar el calderín:

- Hacer soportable y segura la zona de trabajo
- Impedir altas temperaturas en zonas accesibles por los operarios.
- Ahorro de consumo de energía

Para minimizar las perdidas de calor se tomaran medidas:

- Se pintará el calderín con una imprimación antioxidante y pintura antitérmica
- Estará recubierto por lana de vidrio sin aglomerar, y con malla de acero galvanizado.
- Recubrimiento exterior de la lana de vidrio de chapa galvanizada de 1mm, para que la temperatura exterior no sea mayor de 35 °C

Tuberías

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

La normativa ISO establece que la designación del material en relación con el nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS, que se debe considerar en el diseño de tuberías por un tiempo de 50 años y una conducción de agua a 20°C.

Tubería de conducción del depósito al calderín.

Las tuberías que comunicarán el depósito de agua y el calderín serán de polietileno (HDPE), tipo PE 100. Ya que las tuberías de polietilenos tienen estas ventajas:

- Livianas
- Flexibles y resistentes.
- Resistentes a la Radiación Ultravioleta
- Resistencia a la Abrasión.
- Resistencia a líquidos y gases a baja temperatura

En la siguiente tabla se especifican las características de las tuberías

Designación del material	MRS a 50 años y 20°C (MPa)	Tensión de diseño, σ_s (MPa)
PE 100	10	8,0
PE 80	8	6,3
PE 63	6.3	5,0

Hay que tener en cuenta el espesor de las paredes de las tuberías de presión.

Este espesor se obtendrá a partir de la siguiente ecuación:

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

PN = presión nominal, MPa

D = diámetro externo de la tubería, mm σ_s = tensión de diseño, MPa (1 MPa = 10 bar \approx 10 Kg/cm²) Las tuberías se elegirán de diámetro externo de 100 mm aproximadamente y obteniendo el valor de σ_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. Supondremos que la presión nominal (PN) es igual a 5.2 bares aproximadamente.

Con esta presión nominal, se puede conocer el espesor de la tubería sustituyendo su valor en la ecuación anterior:

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

Una vez calculado el espesor de la tubería, utilizaremos tubería de polietileno de 40mm de diámetro y de espesor 3.14 mm para el enlace entre el calderín y el depósito de agua.

Depósito de agua

Dimensiones del depósito.

El depósito de agua, al igual que el calderín, debe almacenar 5 litros de agua y con un volumen de 8 dm³. El depósito de agua será de acero inoxidable debido a su resistencia ante la corrosión.

Aislamiento térmico del depósito.

El depósito se pintará con una mano de imprimación antioxidante y otra mano de pintura antitérmica.

Irá envuelto con una manta de lana de vidrio sin aglomerar, y un soporte de malla de acero galvanizado. Esta manta irá recubierta por una chapa galvanizada de 1mm de espesor para que la temperatura superficial sea siempre inferior a 35 °C.

2. SENSORES EN EL DEPÓSITO Y SU FUNCIÓN

Control de nivel

Para el control del nivel del agua en el depósito, pondremos en su interior dos sensores de presión. Uno estará colocado en un punto donde nunca llegue el nivel del agua y el otro en un punto límite del nivel del agua. Se compararán las señales de ambos sensores y cuando estas no sean iguales significara que uno esta en el interior y otro fuera de ella, por lo tanto no se ha alcanzado el nivel mínimo de agua.

Los sensores utilizados son sensores de presión de alta precisión DMP 331. El situado fuera del agua se denominará SAPD (Sensor A de Presión en el Depósito) y el del límite lo llamaremos SBPD.

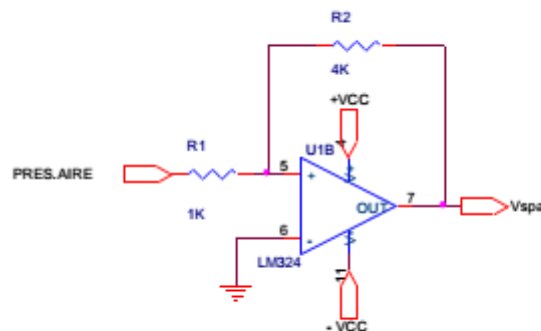
Funcionamiento del circuito SAPD (Sensor A de Presión en el Depósito).

Para medir la presión en el interior del depósito utilizaremos el sensor DMP 331. Este sensor nos proporcionará a la salida una tensión proporcional a la presión captada. Tiene un rango de medición entre 0 y 40 bares, y un rango de salida entre 0 y 10 V. Este sensor de presión estará alimentado con 12 Voltios. La presión máxima en el depósito es de 5 bares, para esta presión obtendríamos una tensión a la salida de 1.25V aproximadamente, ya que la salida de este sensor es lineal. Los datos del sensor de presión a la los llevaremos a un amplificador operacional (U1) para trabajar con mayor comodidad. La formula de este amplificador es:

$$VSPA = - (R2 / R1) * VIN,U1$$

Donde VIN,U1 es la salida del sensor SPA. Queremos que a presión de 5 bares obtengamos de salida 5V, por lo tanto, suponiendo un R1 igual a 1kΩ

$R2 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4K\Omega$ Con estos cálculos obtendremos VSPA, la cual compararemos con el sensor de presión sumergido.



Funcionamiento del Sensor B de Presión (SBPD).

Al sensor encargado de medir la presión del agua en el interior del depósito se le ha llamado Sensor de presión de agua (SBPD). Cumpliendo con el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1, situaremos al SBPD a 70 milímetros de la base del calderín, ya que es el nivel mínimo del agua.

Para el sensor SBPD, al igual que para el otro sensor, utilizaremos el sensor de presión DMP 331, el cual nos devolverá una salida proporcional a la presión

captada. Este sensor esta alimentado a 12V y tiene un rango de medición de 0 a 40 bares y un rango de salida de 0 a 10 V, por lo tanto, a 5 bares obtendremos una tensión de salida de 1.25V aproximadamente. Para que la comparación entre sensores de presión sea fiable cogeremos los 5 bares de presión como referencia

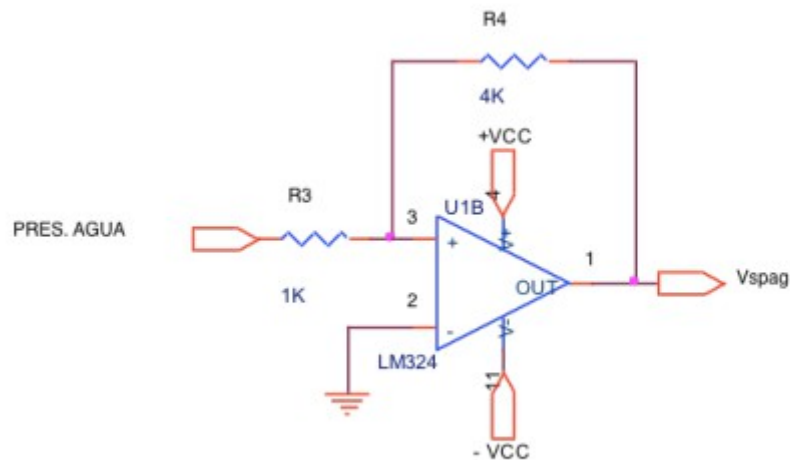
Al igual que en el anterior sensor SAPD, llevaremos la salida del sensor de presión a un amplificador operacional (U2).

$$VSPAG = - (R4 / R3) * VIN,U2$$

Donde VIN,U2 es la salida del sensor SBPD. Al igual que los cálculos anteriores tomamos que a 5 bares de presión la salida sea 5V, por lo tanto, suponemos R3 igual a 1 KΩ:

$$R4 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4 \text{ K}\Omega$$

Una vez obtenida VSBPD la compararemos con VSAPD.



Comparación entre los sensores.

En este apartado vamos a utilizar un comparador (U3) para llevar a cabo la comparación de las salidas de ambos sensores de presión. La función del comparador es:

- Si la tensión VSAPD es mayor que la tensión VSBPD, la salida del comparador será +15V.
- Si la tensión VSAPD es menor que la tensión VSBPD, obtendremos a

la salida del comparador -15V.

- Si ambas tensiones son iguales, obtendremos a la salida del comparador 0V. Cuando los valores de las tensiones VSAPD y VSBPD son distintos que el nivel de agua se encuentra entre el mínimo y el máximo del depósito. Sin embargo, cuando estas tensiones son iguales nos indicará que ambos sensores miden la misma presión, es decir, que ambos sensores se encuentran fuera del agua y que en el depósito no se ha alcanzado el nivel de agua mínimo.

A la salida del comparador (VCOM) añadiremos un amplificador operacional. Este comparador solo puede tomar 3 valores posibles: +15V, -15V y 0V. Los datos de este amplificador son:

$$V_{OUT,U5} = - (R_6 / R_5) * V_{COM}$$

Teniendo en cuenta que solo deseamos obtener a la salida dos posibles tensiones (+5V y 0V), tendremos que añadir un diodo, el cual tiene una caída de tensión (0.7V aprox).

$$V_{OUT,U5} = 5V + 0.7V = 5.7V$$

Si queremos obtener esta salida, debemos ajustar las características del amplificador:

$$R_6 = (5.7 \times 1000) / 15 = 380\Omega$$

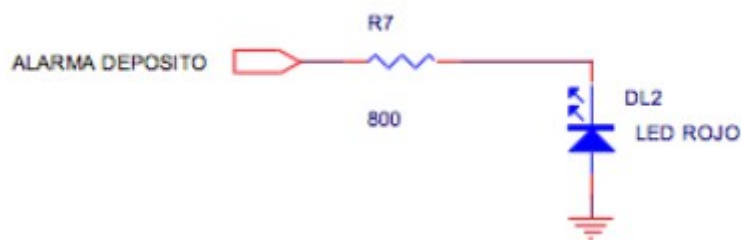
En este circuito, podremos obtener 2 salidas (VAGUA) posibles: +5V y 0V. Si obtenemos una salida de +5V indicará que el nivel de agua es el correcto, ya que las salidas de los sensores serían distintas. Sin embargo, si obtenemos una salida de 0V indicará que el nivel de agua está por debajo de 70 mm y tendríamos las mismas salidas en los sensores.

Alarma de nivel del depósito.

La alarma del circuito detector de nivel se ha basado en la relación entre la presión y la densidad del agua y aire. El agua, que es más densa que el aire, ejercerá mayor presión en las paredes del calderín. La densidad del agua es $1 \times 10^3 \rho(\text{kg/m}^3)$ mientras que la del aire es $1.29 \rho(\text{Kg/m}^3)$. Estos valores han

sido tomado a temperatura ambiente, ya que la densidad depende de factores ambientales tales como la temperatura y la presión. Debido a esto, la presión captada en el interior del agua del depósito deberá ser siempre mayor a la presión captada fuera de él.

Para controlar esto se ha instalado una alarma luminosa, que se manifestaría a través de un Led rojo y nos indicaría que el sensor de presión del agua detectara menos presión en el sistema que fuera de él.



3. CONTROL DE LA BOMBA

Bomba.

La bomba que hemos elegido como mejor opción para impulsar y transportar el agua es una bomba de impulsión en línea, que proporcionará un caudal adecuado para alimentar de agua sin problemas la caldera.

El funcionamiento o no funcionamiento de la bomba dependerá del nivel de agua que haya en el calderín, de si es necesario aportar más agua o no. La función de la bomba es la de impulsar y transportar el agua del depósito al calderín. La bomba estará controlada por el nivel de agua del calderín y únicamente se activará cuando el nivel del agua se encuentre por debajo del mínimo propuesto. El sistema de alimentación de agua será automático y habrá un sensor que nos indique el estado del funcionamiento de la bomba, si en marcha o parada, dependerá del nivel de agua en el calderín. Por ello, la bomba estará conectada a los sensores del calderín.

La bomba elegida para este proyecto suministrará al calderín un caudal aproximado de 6 l/min. La tensión de alimentación es de 12V en continua. 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.

Detector de nivel del calderín mediante sensores

El detector de nivel situado en el calderín será el encargado de poner en funcionamiento la bomba. En este proyecto vamos a utilizar un sensor de presión como sensor de nivel, el sensor de presión escogido es el DMP 331, este sensor devuelve a la salida una tensión proporcional a la presión de entrada.

Para poder utilizar correctamente este sensor tendremos en cuenta la relación entre presión y densidad, ya que el agua, cuya densidad es $1 \times 10^3 \rho(\text{Kg/m}^3)$, es más densa que el aire $1.29 \rho(\text{Kg/m}^3)$. Por este motivo ejercerá más presión sobre las paredes del calderín.

Para la medición del nivel de agua en el calderín utilizaremos 2 sensores DMP331, situando uno en la parte inferior del calderín a 70 mm de la base (sensor SBPC) y el otro sensor en la parte superior del calderín en una ubicación donde no se encuentre en contacto con el agua (sensor SAPC), cumpliendo con el Art. 15, apartado 4 de la I.T.C. MIE-AP1.

Sensor SAPC.

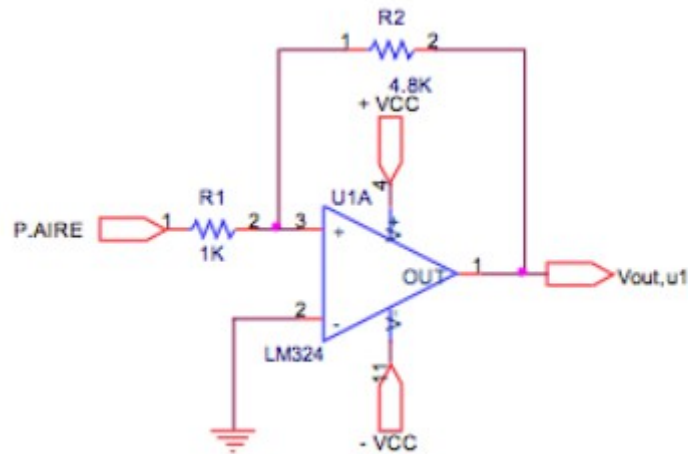
Si tomamos como presión máxima del calderín 5 bares, se dispondrá de una salida del sensor aproximada de 1.25V. Los valores a la salida de este sensor ($V_{IN,U1}$) se llevaran hasta un amplificador operacional ($U1$).

$$V_{OUT,U1} = -(R2 / R1) * V_{IN,U1}$$

Como queremos que a presión máxima (5 bares) nos proporcione una salida de 6V, calculamos el valor de R2 suponiendo una $R1 = 1K\Omega$

$$R2 = (6 \times 1000) / 1.25 = 4.8K\Omega$$

Una vez obtenida la salida del amplificador operacional ($V_{OUT,U1}$) la compararemos con la salida del sensor SBPC



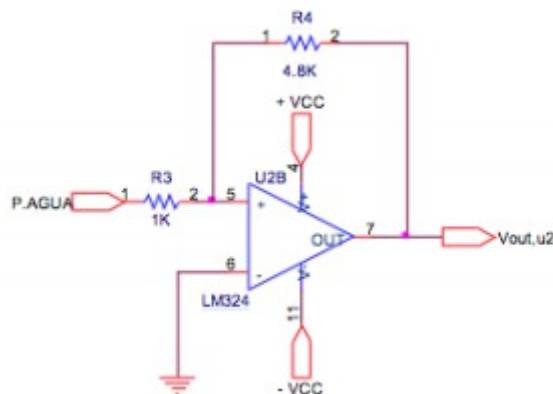
Sensor SBPC.

Llamaremos sensor SBPC al sensor DMP331 colocado en contacto con el agua a 70 mm de la base del calderín. Este sensor siempre medirá más presión que el sensor SPA debido a la relación entre la densidad y la presión comentada anteriormente. Si tomamos como presión referencia 5 bares (tensión máxima) tendremos una salida aproximada de 1.25V. Al igual que en el sensor SPA, la salida de este sensor la llevaremos a un amplificador operacional (U2).

$$V_{OUT,U2} = - (R4 / R3) * V_{IN,U2}$$

Como queremos que a presión máxima (5 bares) nos proporcione una salida de 6V, calculamos el valor de R4 suponiendo una R3=1KΩ

$$R4 = (6 \times 1000) / 1.25 = 4.8K\Omega$$



Comparación entre los sensores y alarma.

En este apartado compararemos las 2 tensiones obtenidas de los sensores SAPC y SBPC, para ello, introduciremos los valores en el comparador U3 pudiendo ofrecer estas respuestas:

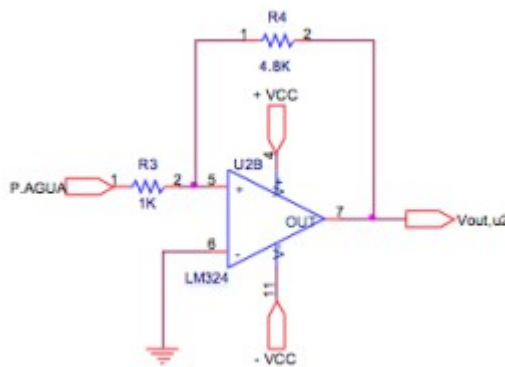
- 0V: Esta respuesta la obtendríamos si alcanzamos el nivel mínimo de agua e el calderín, ya que ambos sensores captarían la misma presión.
- -15V y 15V: Estas respuestas las obtendríamos porque el sensor SBPC captaría una presión distinta a la que capta el sensor SAPC.

Como hemos mencionado anteriormente, la presión del sensor SBPC siempre deberá ser mayor que la del sensor SAPC, esto quiere decir que no deberemos obtener a la salida del comparador un valor de -15V.

En el caso de que obtengamos este valor, se considerará una anomalía en el calderín y se encenderá un LED rojo. Este LED rojo se interpretará como una alarma, para poder activar este relé de alarma se añadirá un amplificador operacional. Supondremos una $R5 = 1K\Omega$

$$VALARMA = - (R6 / R5) * VIN$$

$$R6 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33\Omega$$



Activación de la bomba.

El encargado de poner en marcha la bomba es la salida del comparador, estas salida solo podían tomar 2 valores: +15V y 0V. La activación del relé solido es de 5V, para filtrar la salida del comparador colocaremos un diodo. Este diodo afectará a la caída de tensión del circuito, si suponemos que la tensión del diodo es de 0.7V obtendremos una VOUT de 14.3V.

Queremos conseguir a la salida del circuito (VOUT) una tensión de 0V cuando el sensor detecte que hay un nivel suficiente de agua y una tensión de +15V cuando el sensor detecte que no hay un nivel de agua suficiente. Para lograr esto compararemos VOUT con la tensión obtenida anteriormente a la cual llamaremos $V4 = 14.3V$

Al comparar $V4$ con V_{out} , obtenemos las siguientes salidas:

- Si VOUT es igual a $V4$, el comparador devolverá 0V
- Si VOUT es inferior a $V4$, el comparador devolverá +15V Para obtener los 5V necesarios para activar el relé solido añadiremos un amplificador operacional.

$$V_{BOMBA} = - (R9 / R8) * V_{IN}$$

Siendo V_{IN} la salida del sensor, para calcular $R9$ supondremos un $R8 = 1K\Omega$

$$R9 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33\Omega \sim 330 \Omega$$

4. CONTROL DEL ELEMENTO CALEFACTOR.

Elemento calefactor y Termostato.

La función del calderín es la de producir vapor a presión mediante el calentamiento del agua. Para llevar esto a cabo el calderín tendrá en su interior una resistencia calefactora semiconductor. El elemento calefactor lo conectaremos a un termostato con un relé integrado para que en función de la temperatura se apague o encienda la resistencia calefactora.

Colocaremos un indicador visual en forma de led para indicar la activación del elemento calefactor de la caldera.

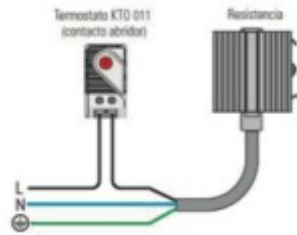
Además, colocaremos un sensor de temperatura para indicar al PIC si la temperatura en el calderín ha superado $100^{\circ}C$ o no.

La resistencia calefactora semiconductor elegida es de la marca STEGO con referencia Serie HGK 047. El elemento calefactor tendrá que alimentarse con una tensión alterna de 140v según la hoja de características de esta.

Las dimensiones de la resistencia elegida son de 50 mm de longitud y 50 mm de diámetro máximo. Tiene tres cables de conexión, todos ellos revestidos de

silicona.

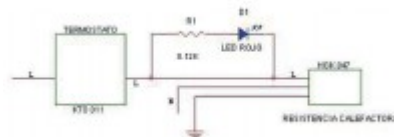
También hemos escogido un termostato de la misma marca, por la facilidad de conexión entre ambos. El termostato KTO 011 de la marca STEGO. Las dimensiones del termostato KTO 011 son de 60x33x43 mm. Y tiene integrado en su interior un relé. Este se conectará en serie en el cable de conexión L de la resistencia calefactora del siguiente modo:



Led de aviso:

Colocaremos un indicador visual en forma de led para indicar la activación del elemento calefactor de la caldera.

Colocaremos una resistencia y un led en serie, todo ello en paralelo con la patilla L del elemento calefactor, pero entre el termostato y el elemento calefactor. Del siguiente modo:



Como la alimentación del elemento calefactor es 140V:

$$R = \frac{V - V_{led}}{I_{led}} = \frac{140 - 1.9}{17 \cdot 10^{-3}} = 8.12 \text{ K}\Omega$$

Salida del sensor de temperatura.

Colocaremos un sensor de temperatura para indicar al PIC si la temperatura en el calderín ha superado 100°C. El sensor escogido es el sensor de temperatura LM35, el cual proporciona 10 mV a la salida por cada grado a la entrada. Para trabajar con mayor comodidad añadiremos un amplificador operacional a la

salida del sensor.

Mediante este sensor comprobaremos el funcionamiento del elemento calefactor. Considerando que este sensor funciona una vez obtenida una temperatura superior a 100°C, el sensor devolverá una salida de 1 V para esta temperatura. Los datos del amplificador colocado a la salida de sensor son:

$$V_0 = - (R_2/R_1) * V_{IN1}$$

Suponiendo una resistencia $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$. $R_2 = (5 \times 1000) / 1 = 5 \text{ K}\Omega$

Utilizaremos un comparador para comprobar que la temperatura captada por el sensor es correcto o no. Las salidas posibles del comparador son:

- El sensor devolverá -15 V cuando la temperatura sea menor de 100 °C.
- El sensor devolverá 0 V cuando la temperatura sea igual a 100 °C.
- El sensor devolverá 15 V cuando la temperatura sea mayor de 100 °C.

A la salida de este comparador colocaremos un diodo, con una caída de tensión de 0.7V. Este diodo nos rectificará la salida del comparador obteniendo estos resultados:

- El comparador devolverá 0V para una temperatura igual o menor de 100 °C.
- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura supere los 100 °C.

Si tenemos en cuenta la caída de tensión en el diodo, obtenemos este valor:

$$V_{IN2} = 15 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 14.3 \text{ V}$$

A la salida de este circuito se necesitan 5 V porque es una de las entradas del PIC16F877, para adaptar la salida añadiremos un amplificador operacional:

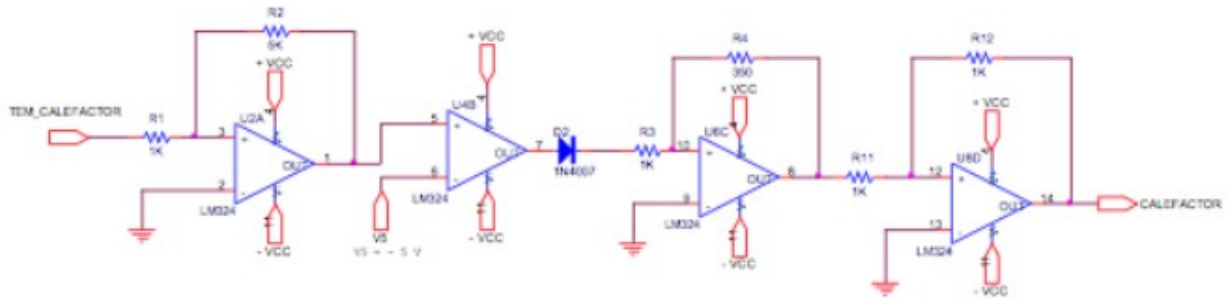
$$V_{CALEFACTOR} = - (R_4 / R_3) * V_{IN2}$$

En donde $R_3 = 1 \text{ K}\Omega$, despejando R_4 obtenemos un valor:

$$R_4 = (5 \times 1000) / 14.3 = 350 \Omega$$

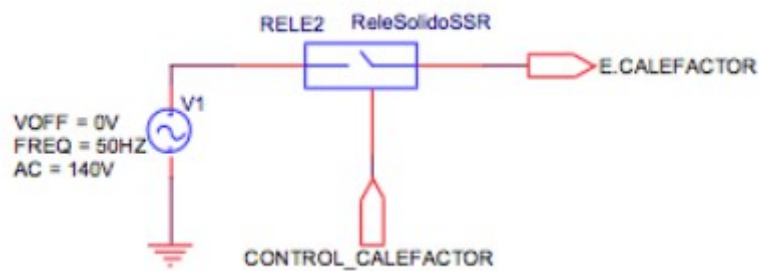
Una vez establecido el circuito, este se encargará de controlar si la temperatura del calefactor es la correcta y deberá cumplir lo siguiente:

- Si la temperatura es menor o igual de 100 °C el comparador devolverá 0 V, esto significará que el calefactor no funciona correctamente
- Si la temperatura es mayor de 100 °C el comparador devolverá 5 V, y significará que el elemento resistivo funciona correctamente.



Circuito de alimentación.

La resistencia calefactora estará alimentada con una tensión alterna de 140 V. Para controlar el elemento calefactor se utilizará un relé solido (SSR) normalmente cerrado. Según su hoja de características la tensión de activación de este relé solido es de 5 V.



Termostato.

El termostato consistirá en la activación o apagado del elemento calefactor de la plancha por medio de la señal de control. Para ellos limitaremos la temperatura máxima en 130°C.

Para diseñar el termostato se utilizará un relé sólido (SSR), el cual se abrirá o cerrará en función de la señal de control obtenida. La tensión de activación del relé sólido es de 5V según su hoja de características.

Para limitar la temperatura a 130°C, utilizaremos la tensión del sensor LM35 anteriormente utilizada y la llevaremos a la entrada positiva de un comparador. Cuando este sensor detecte que se han alcanzado los 130°C el relé se abrirá,

provocando que el elemento calefactor se desactive.

Queremos que elemento calefactor alcance su temperatura máxima a los 130 °C y se desconecte. Según la hoja de características este sensor proporcionará una tensión de 1.3V a una temperatura de 130°.

A la salida del sensor LM35 añadiremos un amplificador operacional, el cual ampliará la salida a 5V.

$$V_{out} = - (R6 / R5) * V_{IN3}$$

Si suponemos una $R5 = 1 \text{ K}\Omega$:

$$R6 = (5 \times 1000) / 1.3 = 3.846 \text{ K}\Omega \sim 3.8 \text{ K}\Omega$$

Añadiremos un comparador a la salida del amplificador para responda en función de la temperatura captada:

- El comparador devolverá -15 V cuando la temperatura captada supere los 130 °C.
- El comparador devolverá 0 V cuando la temperatura sea igual a 130 °C.
- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura captada sea inferior a 130 °C. Para rectificar la salida del comparador colocaremos un diodo, provocando estas respuestas:

El comparador devolverá 0 V cuando la temperatura sea mayor o igual a 130°C.

- El comparador devolverá +15 V cuando la temperatura sea menor de 130°C. Como en el caso anterior, colocaremos un amplificador

operacional a la salida del comparador, porque la señal de control del relé solido puede alimentarse con 5 voltios. Obteniendo los siguientes

datos: $V_{CONTROL_CALEFACTOR} = - (R8 / R7) * V_{IN2}$ Si suponemos una $R7 = 1 \text{ K}\Omega$, despejando obtenemos:

$$R8 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33 \Omega \sim 330\Omega$$

Después de realizar estos cálculos, quedará la salida del circuito así:

- El circuito devolverá 0 V cuando la temperatura sea mayor o igual a 130 °C.
- El circuito devolverá 5V cuando la temperatura sea menor de 130 °C.

5. PRESION DEL CALDERÍN.

Presostato.

El presostato es un dispositivo cuya función es abrir o cerrar el circuito en función de la presión, es decir, actúa como un interruptor de presión.

Existen varios tipos de presostatos, escogeremos nuestro presostato dependiendo de la temperatura de trabajo, el tipo de fluido que vaya a medir y el rango de presión al que pueda ser ajustado.

Para nuestro proyecto, crearemos un presostato mediante un sensor de presión y varios amplificadores operacionales. El sensor de presión que vamos a utilizar será el sensor de presión DMP 331.

Sensor de Presión.

Como se ha comentado anteriormente, el sensor escogido es el DMP 331. Este sensor nos devuelve a la salida una tensión proporcional a la presión captada. Tiene un rango de medición de 0 a 40 bares y un rango de salida de 0 a 10 V, por lo tanto para 5 bares de presión obtendremos 1.25 V aproximadamente.

Válvula de seguridad.

Para nuestro circuito hemos elegido la válvula de seguridad comercial con referencia 309400_VALV. SEG. TEMPERTURA Y PRESION- 1/2" 10BAR. La alimentación de esta válvula es de 0 a 10V La presión nominal de la válvula de seguridad deberá ser superior al 110 % de la presión máxima de servicio, ya que es la que se alcanzará en el interior del equipo, pero preventivamente sería conveniente que fuera, al menos, dos veces la presión máxima de servicio, es decir, que esta soportara como mínimo 10 bares de presión.

Funcionamiento del circuito

El circuito que se compone de un sensor de presión, que según su hoja de características esta alimentado a una tensión de 12 V, produce una tensión a la salida proporcional a la presión de entrada. A una presión de 5 bares nos proporcionara aproximadamente 1.25V.

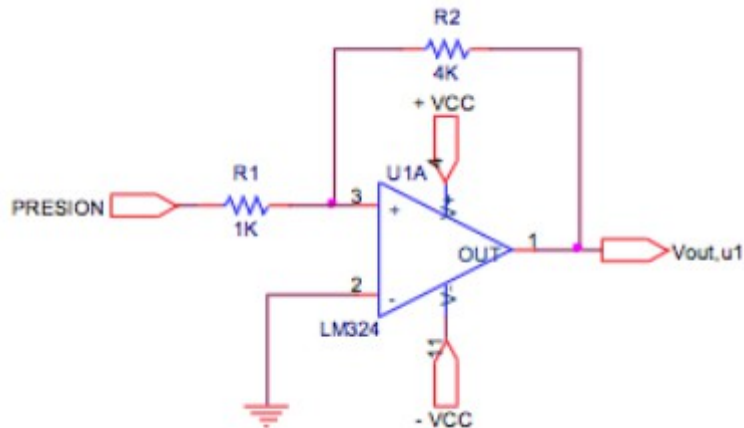
Como queremos que a 5 bares de presión se active la válvula de seguridad, compararemos la tensión a la salida correspondiente a los 5 bares con la salida

del sensor. Adaptaremos la salida del sensor con un amplificador operacional (U1), quedando así:

$$V_{OUT,U1} = - (R2 / R1) * V_{IN,U2}$$

Siendo $V_{OUT,U1}$ la salida del sensor. Como queremos que a una presión de 5 bares la tensión de salida sea 5 V, suponemos una $R1 = 1K\Omega$:

$$R2 = (5 \times 1000) / 1.25 = 4 K\Omega$$



La salida del amplificador (U1) la comparamos con una tensión constante igual a 5 V. Conociendo que la salida U1 puede ser negativa, la tensión de comparación también será negativa. Estas son las posibles salidas:

- La salida del comparador será -15 V cuando la presión en el interior del calderín sea menor de 5 bares, la tensión de salida en U1 será menor de 5 V.
- La salida del comparador será 0V cuando la presión e el interior del calderín sea igual a 5 V, la tensión de salida en U1 será 5 V aproximadamente.

- La salida del comparador será +15 V cuando la presión en el interior del calderín sea mayor de 5 bares, la tensión de salida en U1 será mayor de 5 V. Esta salida del comparador se llevará a la entrada de otro amplificador operacional (U2). Esto se hace para adaptar la salida de 5 V para alimentar la válvula de seguridad. Los datos de este paso quedan así: $V_{OUT,V2} = - (R4 / R3) * V_{IN,U2}$ Siendo $V_{IN,U2}$ la salida del comparador, supondremos una $R3 = 1K\Omega$ y despejando la fórmula queda así:

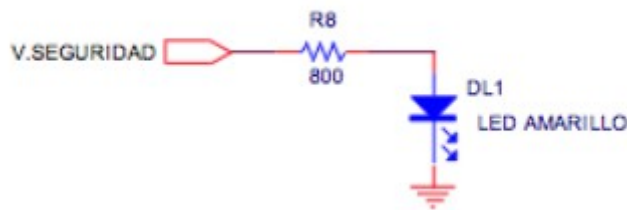
$$R4 = (5 \times 1000) / 15 = 333.33 \Omega \sim 330 \Omega$$

Añadiremos a la salida de U2 un amplificador operacional con ganancia unitaria (U3) para que, cuando la presión sea mayor de 5 bares, la respuesta del circuito sea positiva. A continuación, se añadirá un diodo para eliminar los valores negativos de la señal de salida del circuito.

Esta salida alimentará la válvula de seguridad, la cual puede estar alimentada entre 0 y 10V. Esta salida se utilizará para indicar si la presión en el calderín es adecuada o se ha accionado la válvula de seguridad, por lo tanto, también se llevará a una pata del PIC 16F877.

Indicador de presión mediante LED.

Para indicar el estado de la presión en el interior del calderín dispondremos de un diodo LED amarillo, la función de este LED es encenderse cuando la válvula de seguridad se haya activado



6. COMPOSICION Y FUNCIONAMIENTO DEL ELEMENTO DE PLANCHADO.

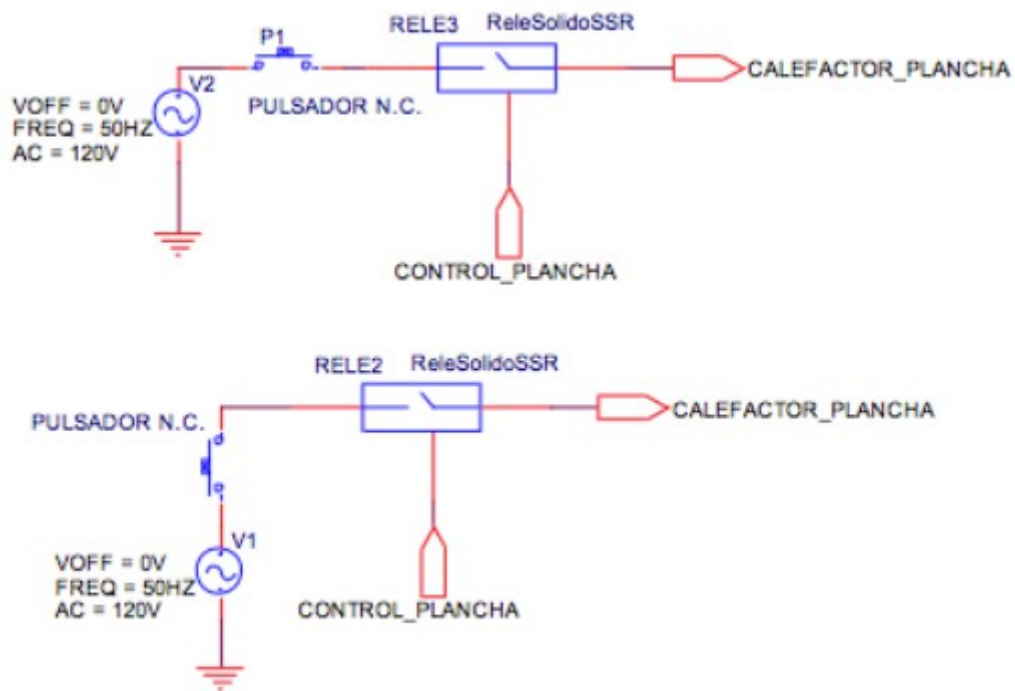
El elemento de planchado constará de varias partes:

- El depósito: donde se almacena temporalmente el vapor procedente del calderín.
- Elemento calefactor: es el dispositivo que aportará temperatura al Pie de la plancha.
- Pie de la plancha: es la base de la plancha, la cual estará en contacto con el tejido a planchar.
- Sensor de Temperatura: es el encargado de comprobar si es adecuada la temperatura de la plancha.

Elemento calefactor.

El elemento calefactor, fabricado de mica aislada, es el encargado de aportar temperatura al Pie de la plancha. Este elemento estará en contacto con la

plancha para facilitar la transmisión de calor. Este dispositivo esta alimentado, según su hoja de características, por una tensión de 120 V en alterna. El circuito tendrá un pulsador manual para poder interrumpir en caso de emergencia la alimentación de la plancha. A continuación se muestra el esquema del circuito:



Termostato.

El termostato es el encargado de activar o desactivar el elemento calefactor por medio de la señal de control. Para ello estableceremos en 120 °C la temperatura máxima. Utilizaremos un relé solido (SSR) para diseñar el termostato, este termostato se abrirá o se cerrará en función de la señal de control obtenida. Para ello comprobamos su hoja de características y establecemos que la tensión de activación es de 5V.

Para establecer los 120 °C como temperatura limites utilizaremos la tensión del sensor LM35 anteriormente utilizada y la llevaremos a la entrada positiva de un comparador. Para llevar un correcta comparación, tendremos en cuenta que si

a 130 °C equivale a 5V, a 120 °C equivaldrá a 4.56 V (tensión en la entrada negativa del comparador).

Para rectificar la señal añadimos un diodo a la salida del comparador, obteniendo valores de +15V y 0 V únicamente.

Añadiremos a continuación un amplificador operacional para trabajar con valores comprendidos entre 5V y 0V.

$$V_{OUT,U8} = - (R_{10} / R_9) * V_{IN8}$$

Teniendo en cuenta una caída de tensión en el diodo de 0.7 V y una $R_9 = 1 \text{ K}\Omega$:

$$R_{10} = (5 \times 1000) / 14.3 = 349.65\Omega \sim 350\Omega$$

Como la salida de este amplificador es negativa, añadiremos otro amplificador operacional a la salida, pero de ganancia la unidad:

Una vez terminado, el objetivo de este circuito es:

- Cuando la temperatura captada sea mayor o igual a 130 °C, la salida CONTROL PLANCHA será 0V, desactivando el relé SSR.
- Cuando la temperatura captada sea menor a 130 °C, la salida CONTROL PLANCHA será 5V, activando el relé SSR.

Sensor de temperatura.

Los tipos de sensores de temperatura varían dependiendo del proceso que van a controlar, de la sensibilidad que necesitamos y de los niveles de temperatura que tienen que medir.

Para nuestro proyecto, hemos escogido el sensor de temperatura LM35 que nos dará a la salida una tensión proporcional a la entrada captada. Este sensor puede medir desde los 2 °C hasta los 150 °C, dando a la salida 10mV por cada grado medido. Esto quiere decir que nuestro rango de valores a la salida varía entre los 0.02V y 1.3 V.

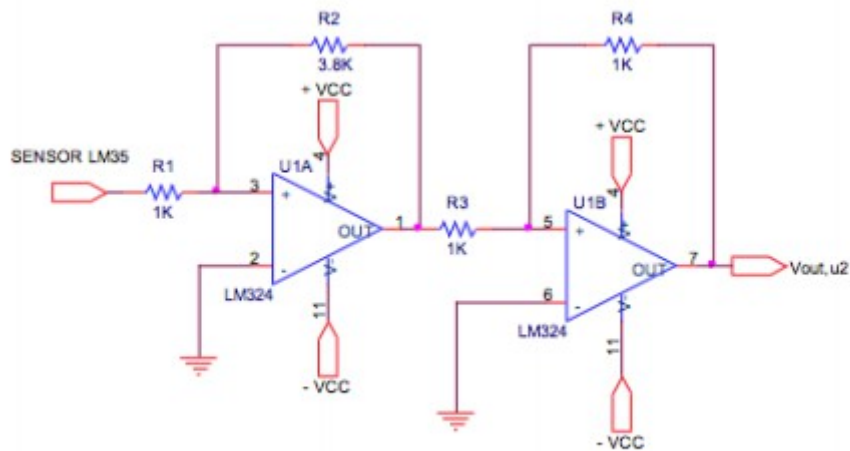
Este sensor, según su hoja de características, está alimentado con una tensión de 12V. A la salida de este sensor añadiremos un amplificador operacional para obtener un rango de salida entre 0 y 5 V.

$$V_{OUT,U2} = - (R_2 / R_1) * V_{IN2}$$

Si $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$, despejamos R_2 :

$$R2 = (5 \times 1000) / 1.3 = 3846.15 \sim 3.8 \text{ K}\Omega$$

Como la salida de este amplificador es negativa, añadimos otro amplificador operacional de ganancia unitaria:



Si tenemos en cuenta que una temperatura de 130 °C equivale a 5V, la temperatura de 70 °C equivaldrá a 2.69V. Además, como queremos rectificar la salida colocamos un diodo a la salida del comparador. Las posibles salidas del comparador son estas:

- La salida del comparador es 0, y por tanto quiere decir que la temperatura es inadecuada para planchar, cuando la tensión del circuito del sensor es menor o igual a 2.69V.
- La salida del comparador es 15V, y por tanto quiere decir que se ha alcanzado la temperatura adecuada para planchar, cuando la tensión del circuito del sensor sea mayor a 2.69V.

Esta salida de este comparador la vamos a llevar al PIC16F877. Para adaptar la salida de este comparador colocaremos otro amplificador operacional, quedando las siguientes salidas:

- La salida del comparador es 0V cuando la temperatura del circuito sea igual o menor que 70 °C.
- La salida del comparador es 5V cuando la temperatura del circuito supere los 70 °C. Como tenemos que tener en cuenta la caída de tensión del diodo en este amplificador. Los datos del amplificador

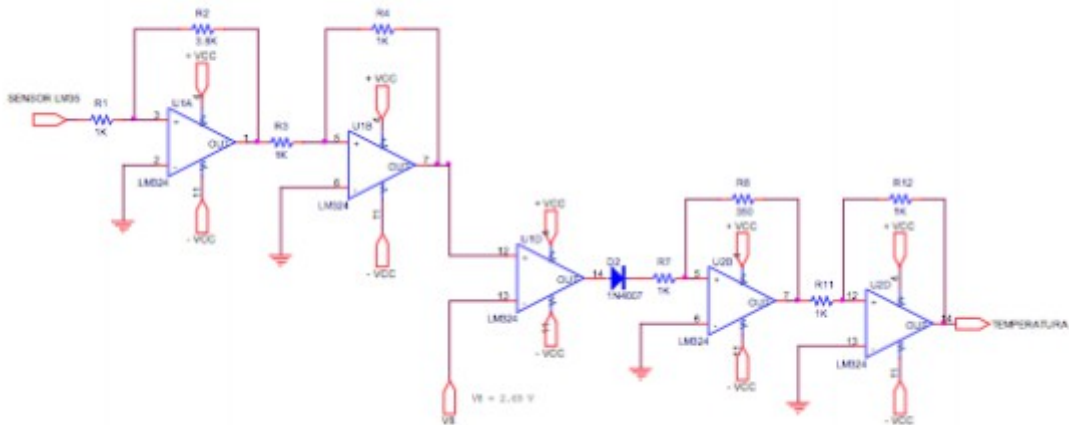
quedaran así:

$$V_{TEM} = - (R2 / R1) * V_{IN5}$$

Con un valor $R1 = 1 \text{ K}\Omega$ y despejando $R2$:

$$R2 = (5 \times 1000) / 14.3 = 349.65 \Omega$$

Al igual que en el apartado anterior, para cambiarle el signo a la salida añadiremos un amplificador operacional de ganancia unitaria:



La salida del circuito TEMPERATURA se conectará a la parilla del PIC 16F877 para indicar por la pantalla LCD si la temperatura es la indicada para el planchado.

Vapor de la plancha.

El vapor de la plancha estará regulado manualmente mediante una electroválvula. Para este caso hemos elegido una electroválvula normalmente cerrada serie 1327 de la marca Jefferson. La alimentación de esta válvula será, según su hoja de características, de 12 V en continua.

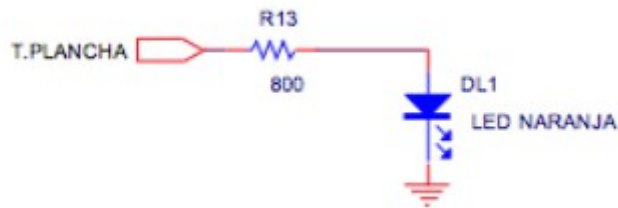
El funcionamiento de este circuito es regular el paso del flujo de vapor, quedando así:

- Cuando el pulsador no esté accionado, la electroválvula estará cerrada impidiendo el flujo de vapor hasta la plancha.
- Cuando el pulsador esté accionado, la electroválvula se abrirá dejando paso al flujo de vapor hacia la plancha



Indicador LED de la plancha.

Para indicar si la plancha ha alcanzado la temperatura adecuada dispondremos de un LED de color naranja. Cuando este LED se esté encendido indicará que se ha alcanzado una temperatura superior a 70 °C, que es la temperatura mínima adecuada para el planchado que hemos establecido en nuestro proyecto.



7. SISTEMA DE CONTROL.

Componentes descripción y características:

El sistema de control será el cerebro, la parte medular del equipamiento. Es el elemento que sirve de unión entre el operario y el proceso que se desarrolla en todo el equipo. Se encarga de controlar automáticamente el funcionamiento general del sistema de planchado, recogiendo información del estado de los distintos sensores y accionando eventualmente los distintos componentes del sistema en función de las necesidades del sistema en cada momento.

Además, permitirá controlar la pantalla LCD mediante las instrucciones dadas y el accionamiento del sistema.

El sistema de control lo forman una pantalla LCD y un microcontrolador con sus distintas entradas y salidas, que se encontrará debidamente protegido ante el agua, vapor, calor y suciedad.

Microcontroladores.

Usaremos dos microcontroladores, el PIC16F84 y el PIC16F877. Ambos son microcontroladores de la familia PIC, fabricada por la empresa Microchip. Los programaremos en Assembler.

El PIC16F84 lo utilizaremos para controlar el accionamiento del sistema y el PIC16F877 se encargará de controlar la pantalla LCD.

El microcontrolador PIC16F84, tiene una arquitectura de 8 bits, 18 pines, y un conjunto de instrucciones RISC muy amigable para memorizar y entender, y internamente consta de:

- Memoria Flash de programa (1K x 14)
- Memoria EEPROM de datos (64 x 8)
- Memoria RAM (68 registros x 8)
- Un Temporizador/Contador (timer de 8 bits).
- Un divisor de frecuencia.
- Varios puertos de entrada-salida (13pines en dos puertos, 5 pines el puerto A y 8 pines el puerto B).
- Manejo de interrupciones (de 4 fuentes)--Perro guardián (watchdog).
- Bajo consumo.
- Frecuencia de reloj externa máxima 10MHz. (Hasta 20 MHz en nuevas versiones). La frecuencia de reloj interna es un cuarto de la externa, lo que significa que con un reloj de 20 MHz, el reloj interno sería de 5 MHz y así pues se ejecutan 5 Millones de Instrucciones por Segundo (5MIPS).
- No posee conversores analógicos-digital ni digital-analógicos.
- Pipe-line de 23 etapas, 1 para búsqueda de instrucción y otra para la ejecución de la instrucción(los saltos ocupan un cicl más).
- Repertoria de instrucciones reducido (RISC), con tan solo 30 instrucciones distintas.
- 4 tipos distintos de instrucciones, orientadas a byte, orientadas a bit, operación entre registros, de salto.

Y en cuanto al PIC16F877, cuenta con memoria de programa de tipo EEPROM Flash mejorada, lo que permite programarlos fácilmente usando un dispositivo programador de PIC.

Esta característica facilitará sustancialmente el diseño del proyecto, minimizando el tiempo empleado en programar el microcontrolador. (uC) Entre las características principales de este PIC:

- CPU de arquitectura RISC (REDUCED INSTRUCTION SET COMPUTER)

Set de 35 instrucciones.

-Frecuencia de reloj de hasta 20MHz (ciclo de instrucción de 200ns).

-Todas las instrucciones se ejecutan en un único ciclo de instrucción, excepto las de salto.

-Hasta 8k x 14 palabras de Memoria de Programa FLASH.

-Hasta 368 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo RAM.

Hasta 256 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo EEPROM.

-Hasta 15 fuentes de Interrupción posibles.

-8 niveles de profundidad en la Pila hardware.

-Modo de bajo consumo (Sleep).

Tipo de oscilador seleccionable (RC, HS XT, LP y externo)

-Rango de voltaje de operación desde 2v a 5,5v.

-convertor Analógico/Digital de 10 bits multicanal.

-3 Temporizadores.

-Watchdog Timer.

--2 módulos de captura/comparación/PWM.

-Comunicaciones por interfaz USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter).

-Puerto Paralelo Esclavo de 8 bits (PSP).

-Puerto Serie Síncrono (SSP) con SPI.

8. PANTALLA LCD.

Una pantalla LCD tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico permitiendo representar de forma fácil y económica cualquier tipo de información que genere un equipo electrónico. Para este proyecto hemos escogido una pantalla LCD 4x16 de la marca AMPIRE CO., LTD.. Esta pantalla ira controlada por el microcontrolador 16F877, el cual nos permitirá mostrar por pantalla el estado del conjunto y los avisos visuales.

Indicaciones pantalla LCD.

Las indicaciones de la pantalla LCD nos informarán del estado de nuestro sistema. En nuestro proyecto, estas serán las posibles indicaciones:

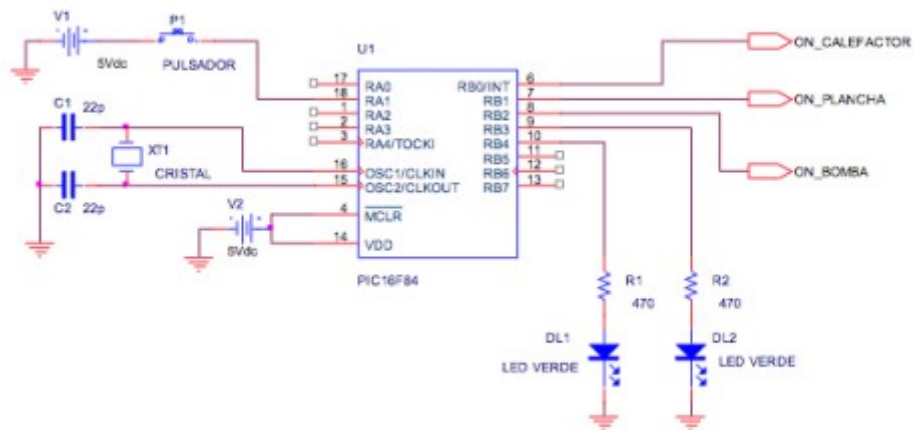
- T. PLANCHA BAJA: Avisa de que aun no se ha alcanzado la temperatura adecuada de planchado (70°C).
- T. PLANCHA OK: Avisa que se ha alcanzado una temperatura adecuada de planchado y que esta es menor de 120 °C.
- PRESIÓN BAJA: Avisa que la presión alcanzada en el calderín es correcta y que, por lo tanto, no se ha activado la válvula de seguridad.
- PRESIÓN OK: Indica que la presión del calderín es la adecuada. Por motivos de seguridad, es recomendable iniciar el planchado cuando la presión del calderín sea la adecuada.
- AGUA FALTA: Indica que se ha alcanzado el nivel mínimo de agua en el depósito y que, por lo tanto, debemos suministrarla.
- AGUA OK: Indica que el nivel de agua del depósito es el adecuado.
- CALEF. FALLA: Indica que el calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) y, por lo tanto, la producción de vapor del calderín no será correcta.
- CALED.OK: Se ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición (100°C) y por lo tanto, la producción de vapor será correcta.

9. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA.

Introducción.

Para accionar el sistema únicamente tendríamos que activar el pulsador P1. Este pulsador, inicialmente abierto, al activarlo hará que circule corriente hasta la patilla RA1 del PIC16F84, activada a nivel alto. Al interactuar con este pulsador provocará en el circuito:

- Cuando hayamos activado el interruptor, llegará a la patilla RA1 una tensión de 5 V. Esta activación provocará que se enciendan los LEDs verdes L1 y L2, que indican la activación del sistema, y que se accione el calefactor, la bomba y la plancha.
- Cuando el interruptor este desactivado, la tensión en la patilla RA1 será 0V, provocando el apagado de LEDs, bomba, calefactor y la plancha.



Activación de la bomba.

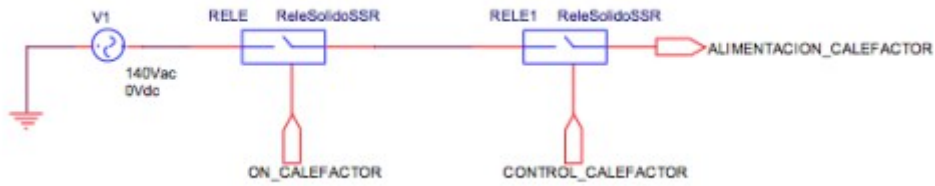
La bomba se encuentra regulada por el pulsador P1 y por el nivel del depósito. Es decir, que para que se active la bomba deberá tener el depósito un nivel adecuado (90 mm) y activar el pulsador P1, que como hemos dicho anteriormente necesitará de un relé de tipo solido (SSR) para activar la bomba. Este es el esquema de activación de la bomba:



Activación del elemento calefactor.

El elemento calefactor se encuentra regulado por el pulsador P1 y por el termostato. Accionando el pulsador P1 se encenderá el elemento calefactor, esto provocará que la resistencia calefactora caliente el agua del calderín. Cuando la resistencia calefactora alcance los 130 °C, se accionará el termostato y la apagará.

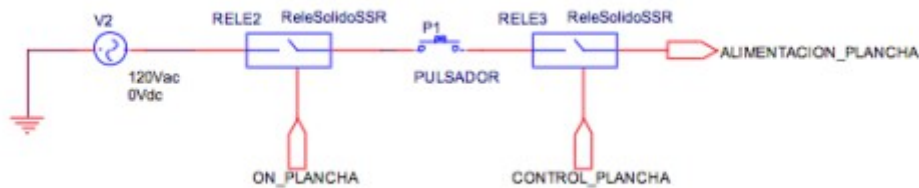
Este es el esquema de activación del elemento calefactor.



Activación de la plancha.

La plancha está regulada por el pulsado P1 y por la temperatura de la plancha. Cuando se active el pulsador P1 se encenderá la resistencia calefactora de la plancha. La temperatura que pueda alcanzar la plancha la controlará el termostato, para este proyecto se ha establecido una temperatura máxima de 120 °C.

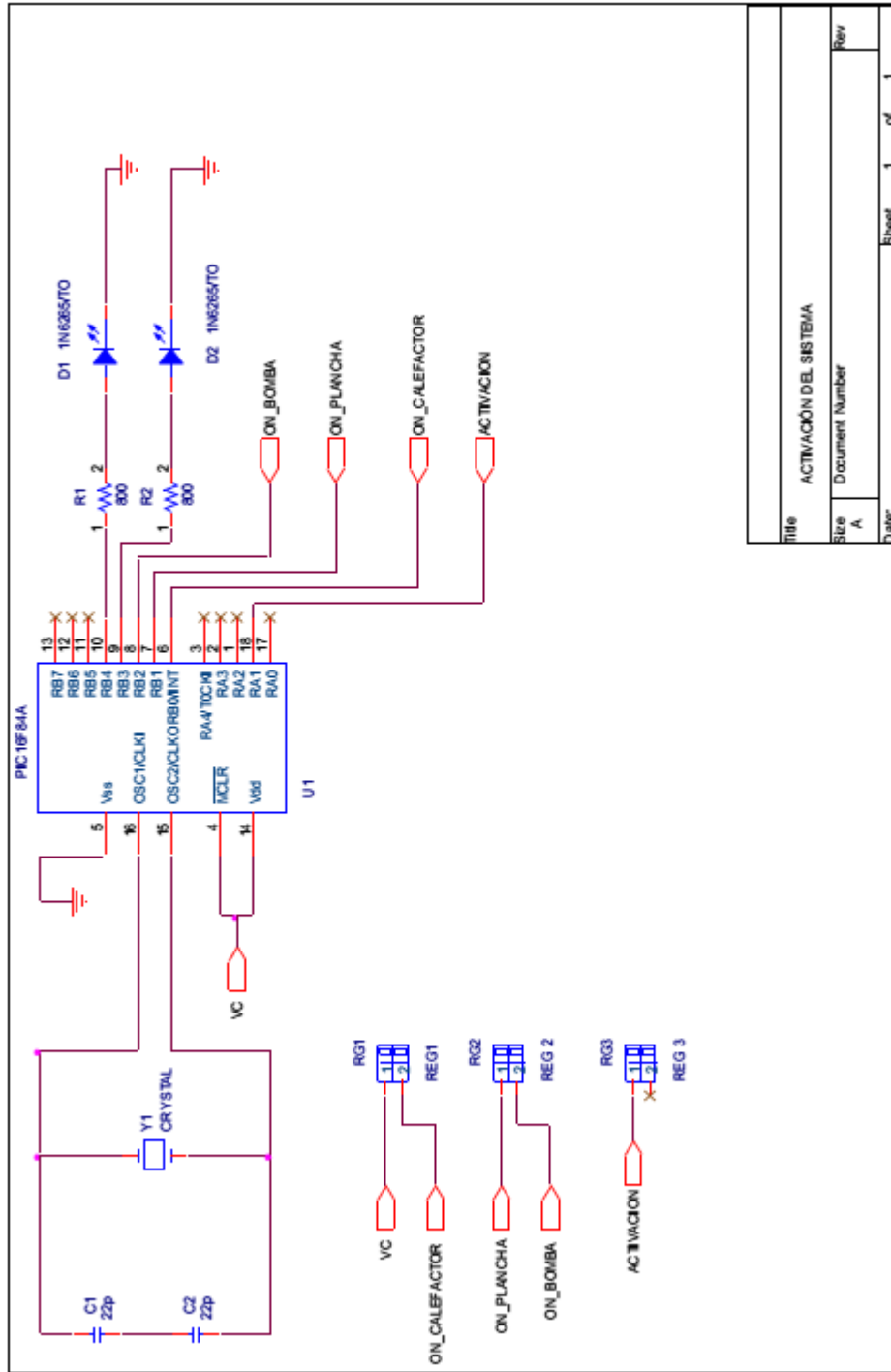
El esquema de activación de la plancha dispondrá de un pulsador entre los 2 relés, que nos permitirá desconectar la resistencia calefactora de la plancha manualmente y poder utilizar solo el vapor de la plancha. Este es el esquema mencionado:



PLANOS

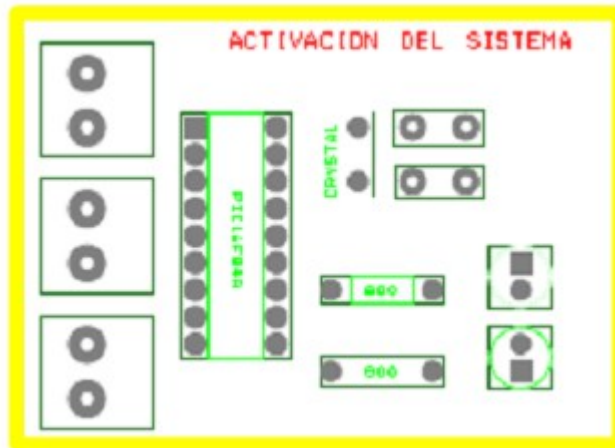
1. PLANO 1: ACTIVACIÓN DEL SISTEMA

1.1 ESQUEMA EN ORCAD CAPTURE

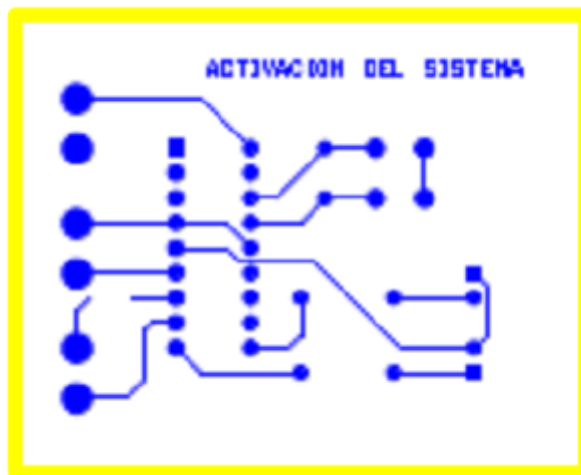


Title	ACTIVACION DEL SISTEMA
Size	A
Document Number	
Rev	
Date	
Sheet	1 of 1

1.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES

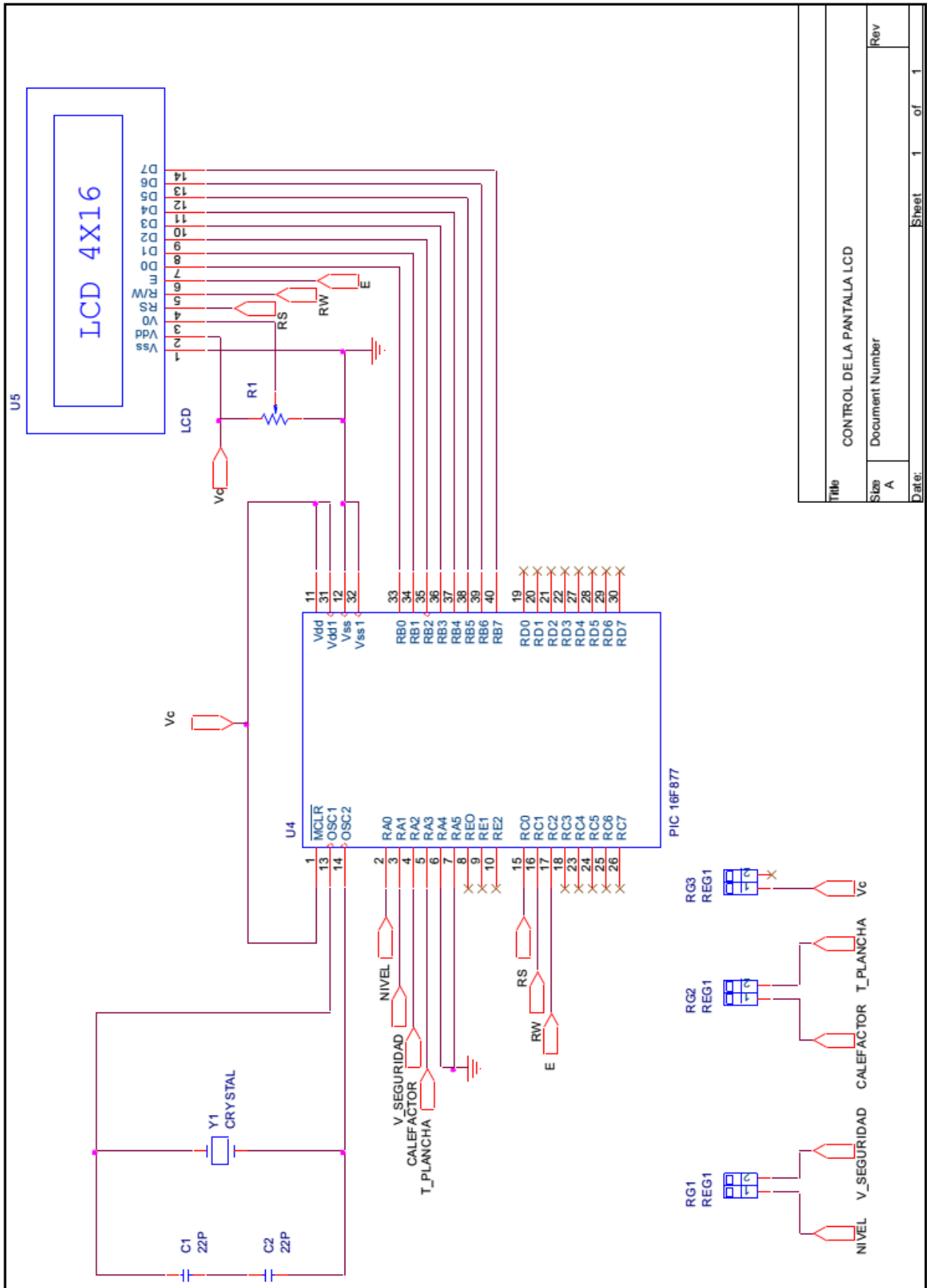


1.3 CAPA BOTTOM DE LAYOUT

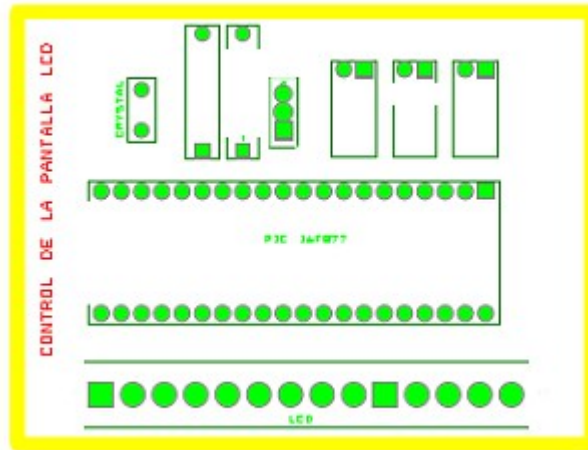


2. PLANO 2: CONTROL DE LA PANTALLA LCD

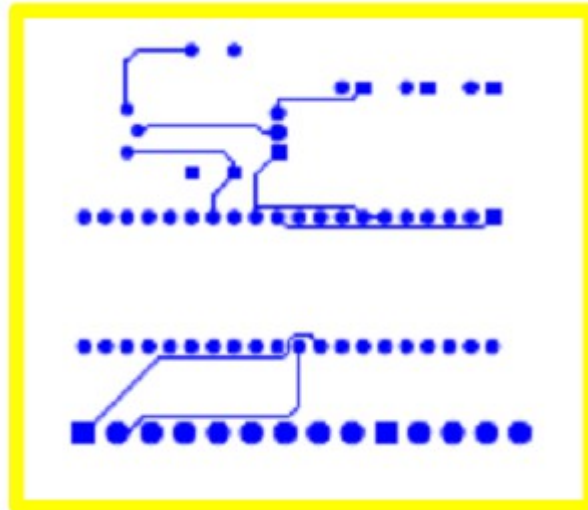
2.1 ESQUEMA EN ORCAD CAPTURE



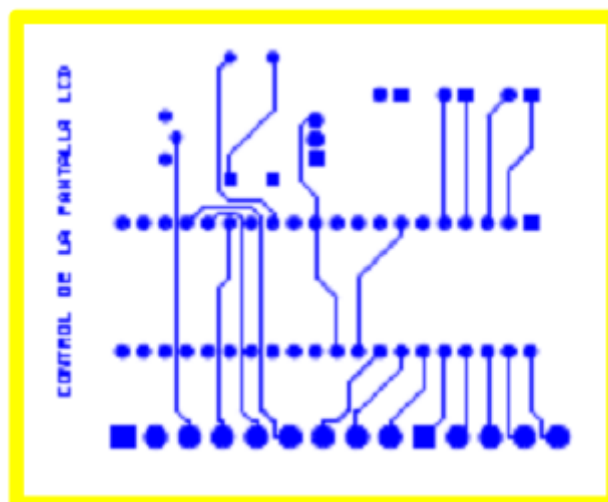
2.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES



2.3 CAPA TOP DE LAYOUT

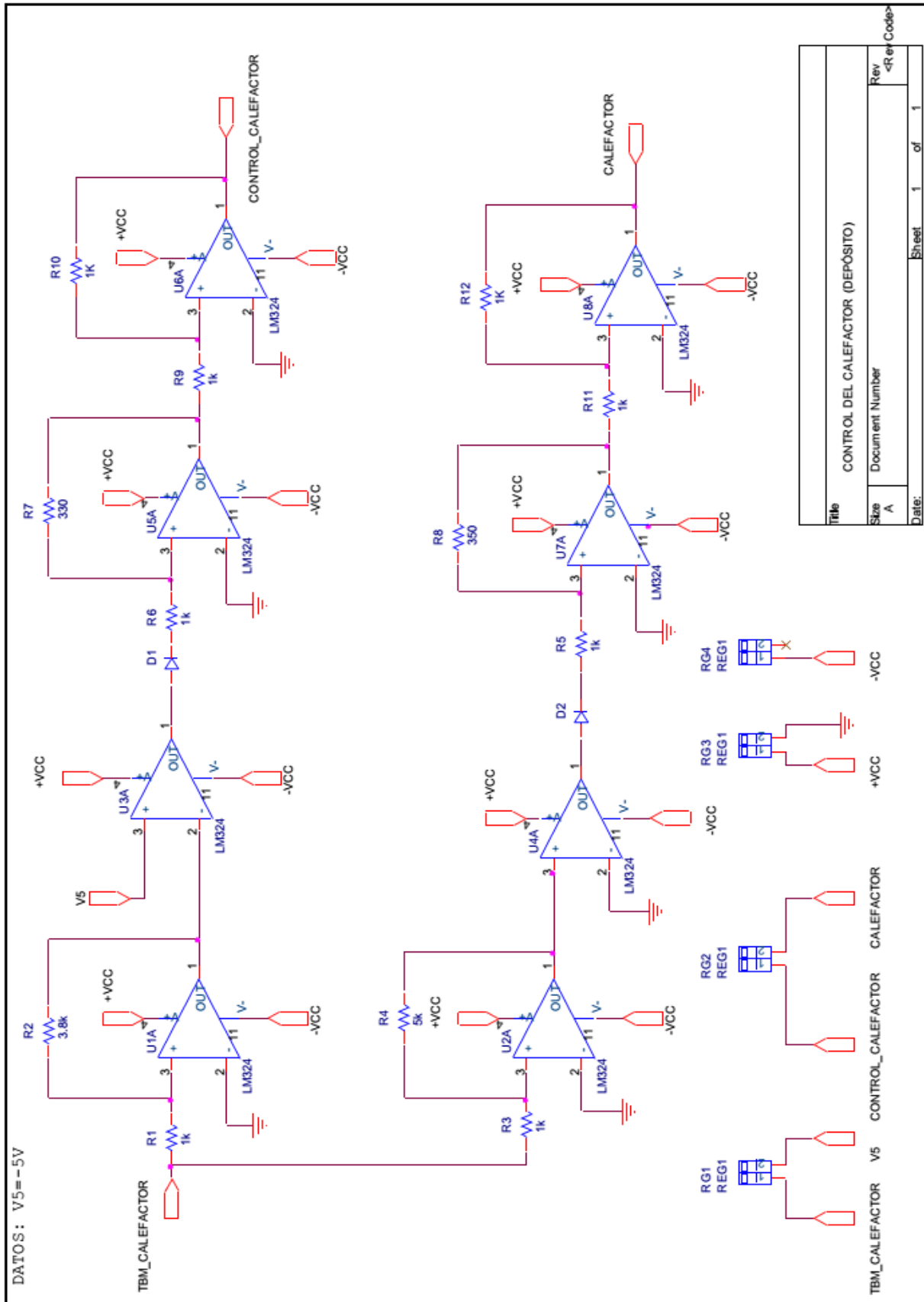


2.4 CAPA BOTTOM DE LAYOUT

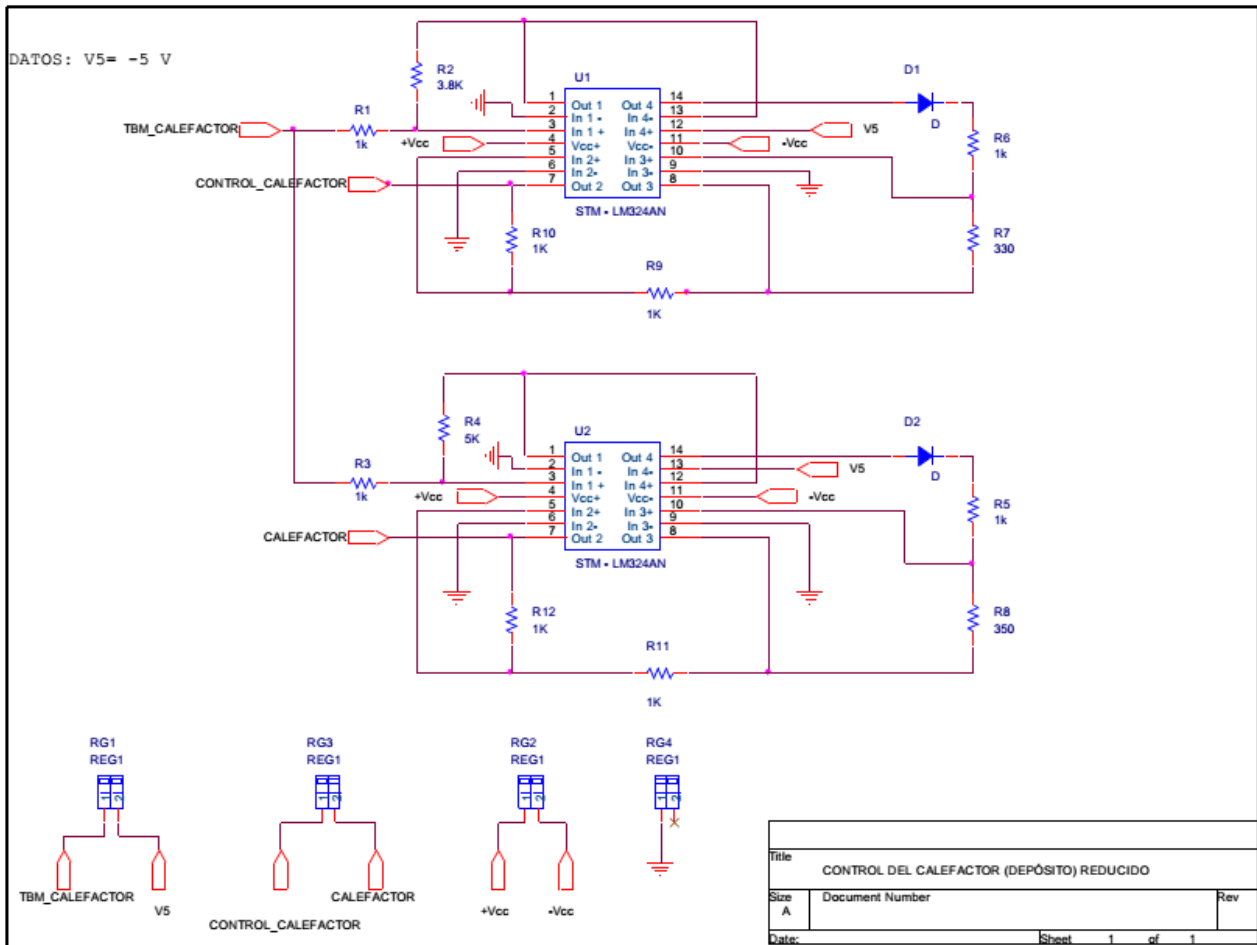


3. PLANO 3: CONTROL DEL CALEFACTOR DEL DEPÓSITO

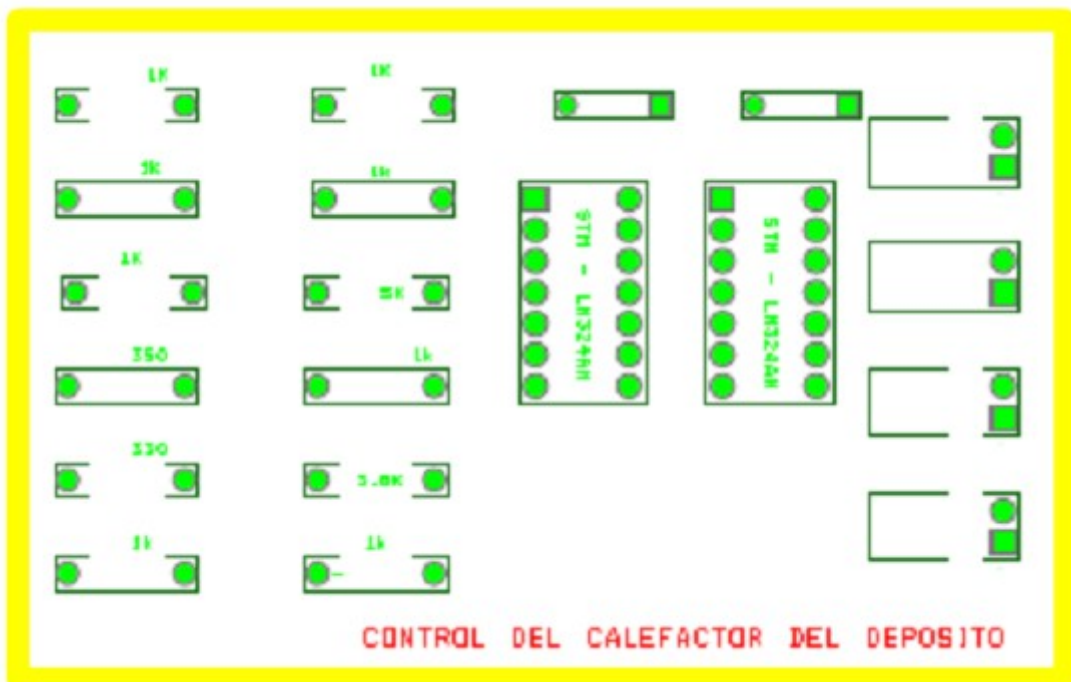
3.1 ESQUEMA EN ORCAD LAYOUT



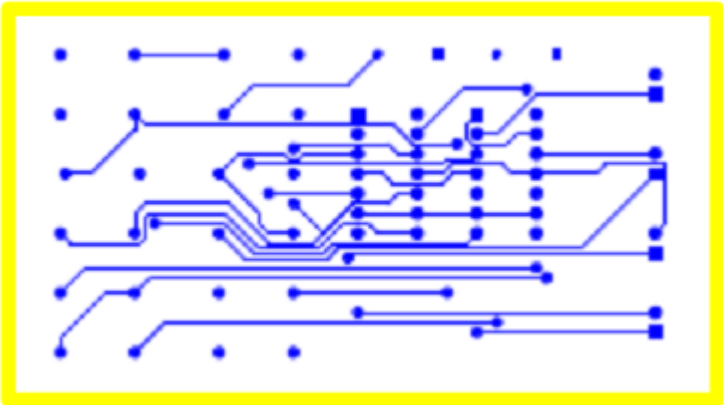
3.2 ESQUEMA ORCAD CAPTURE (REDUCIDO)



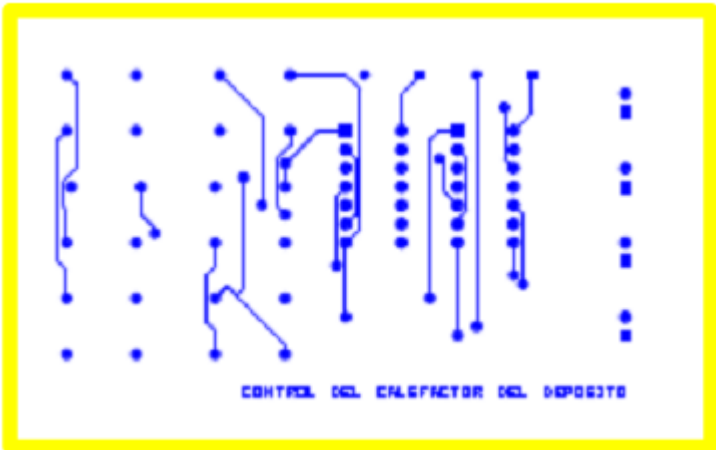
3.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES



3.4 CAPA TOP DE LAYOUT

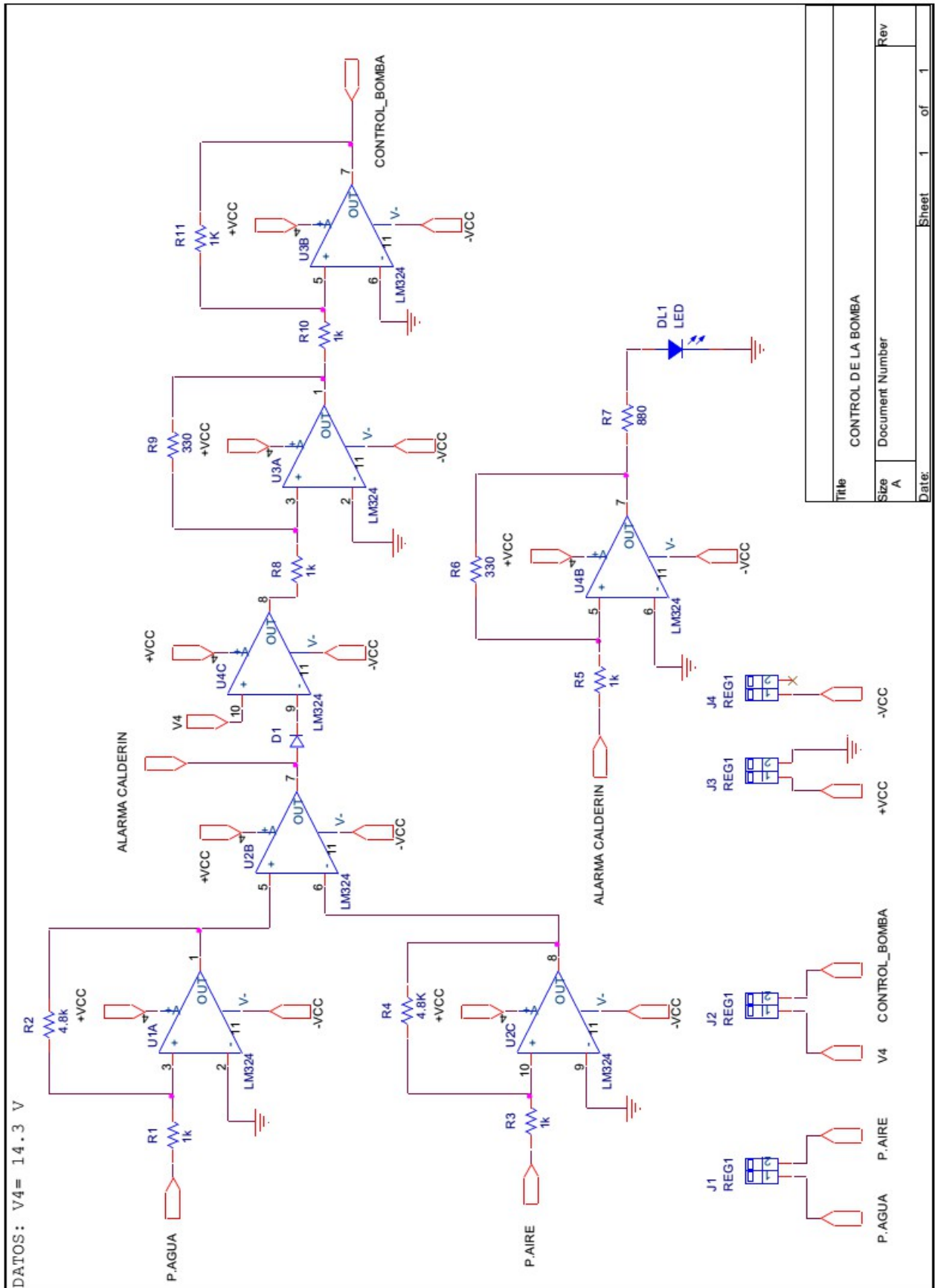


3.5 CAPA BOTTOM DE LAYOUT

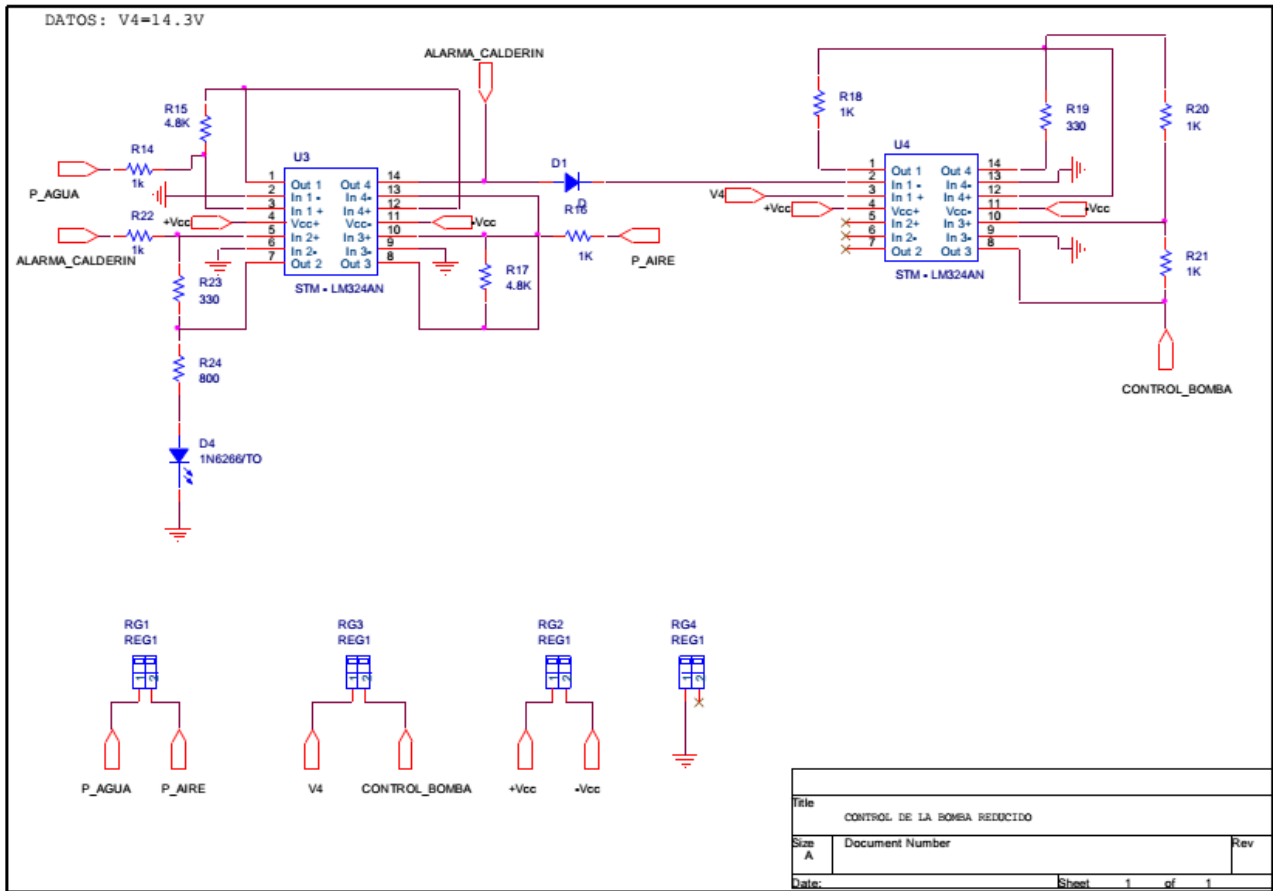


4. PLANO 4: CONTROL DE LA BOMBA

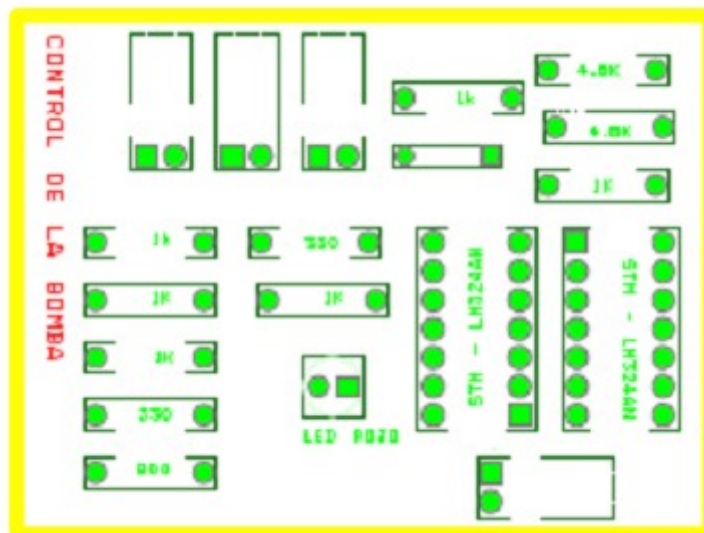
4.1 ESQUEMA ORCAD CAPTURE



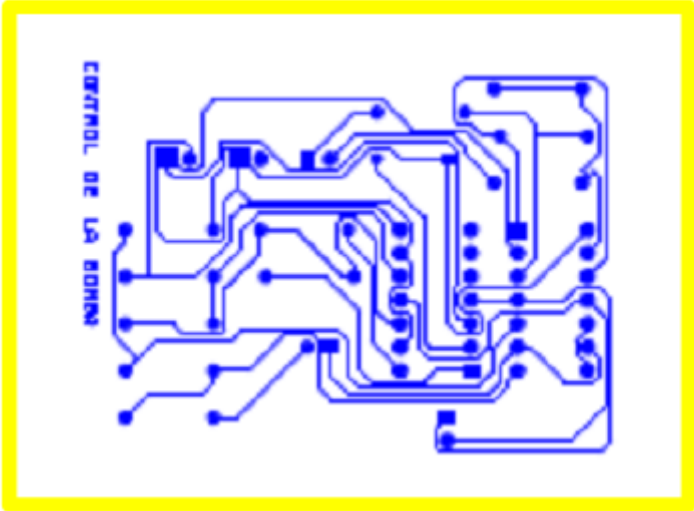
4.2 ESQUEMA EN ORCAD CAPTURE (REDUCIDO)



4.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES

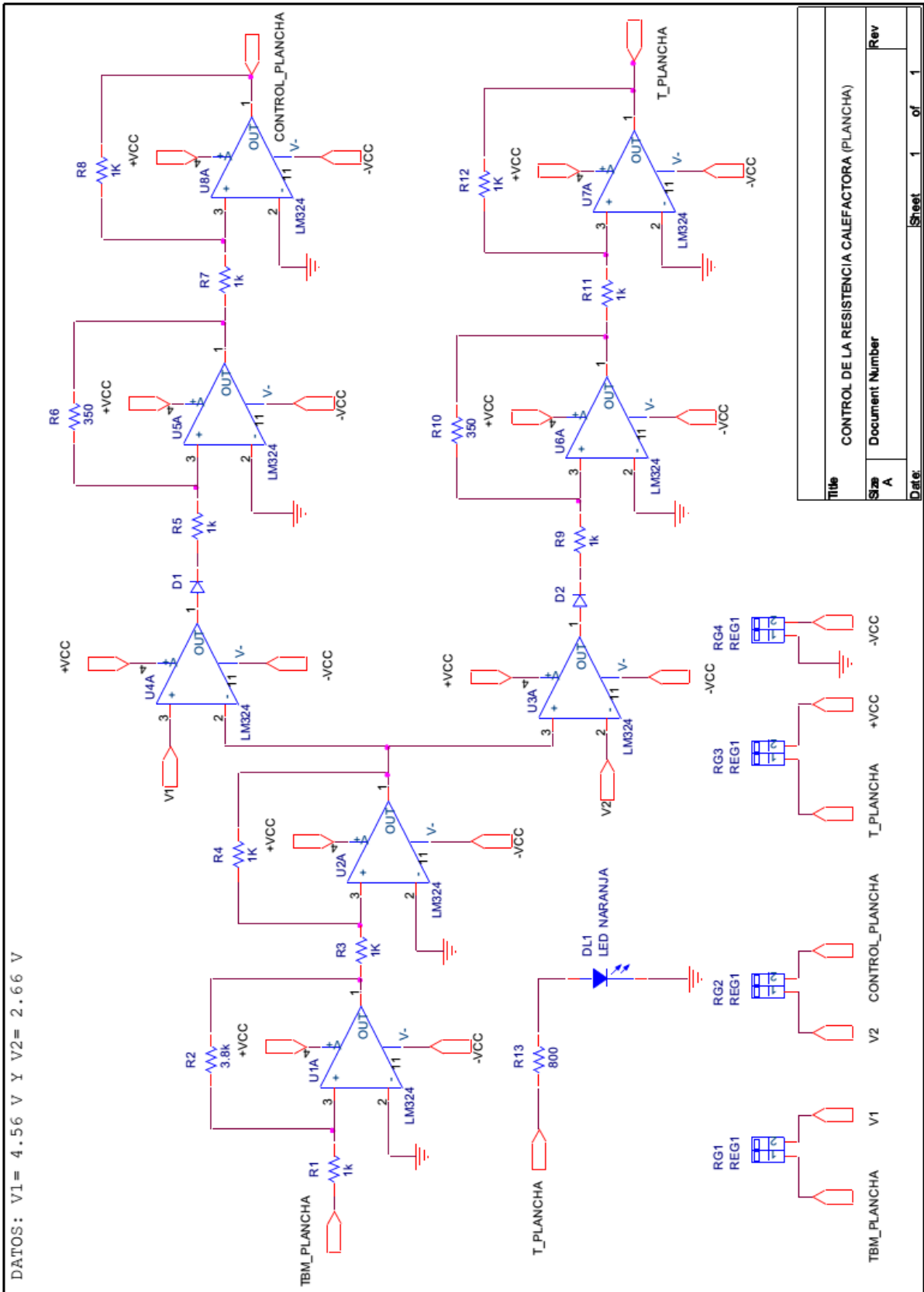


4.4 CAPA BOTTOM DE LAYOUT

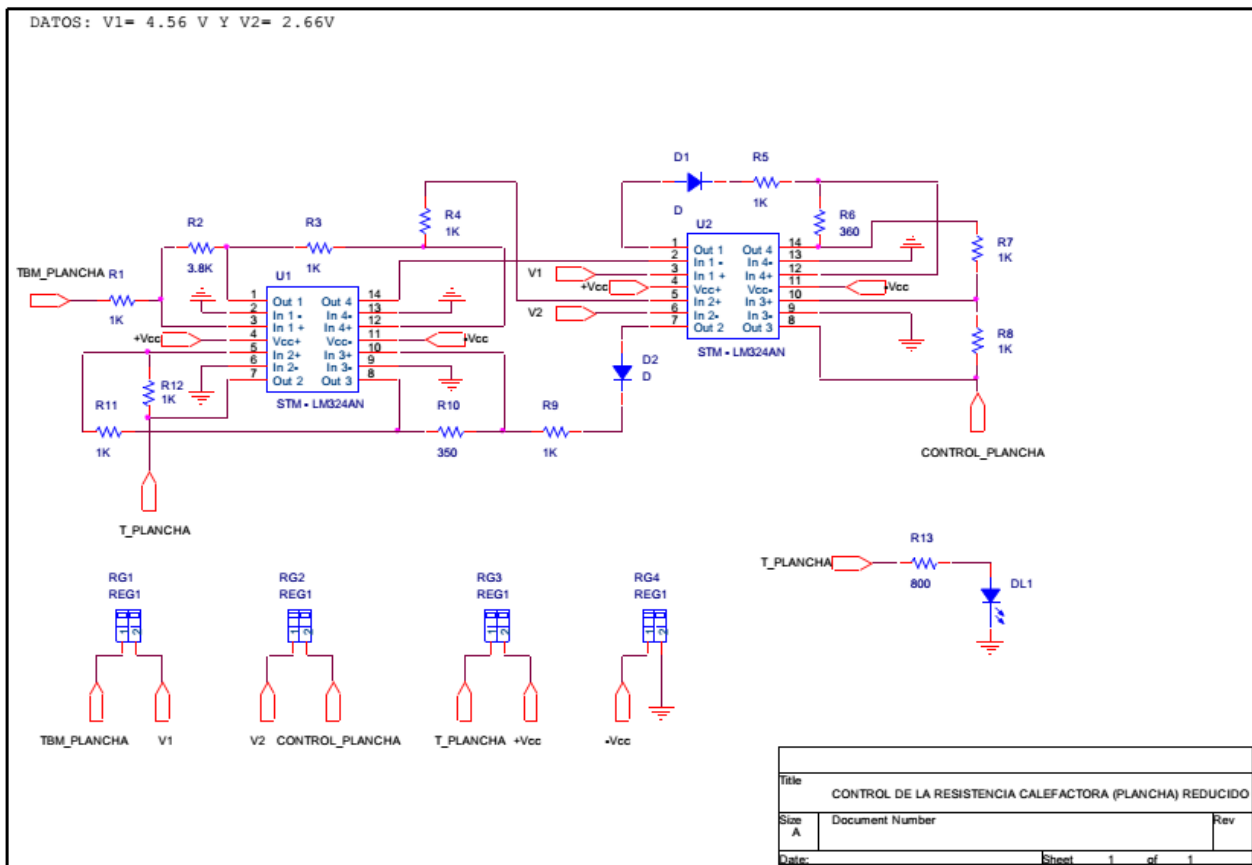


5. PLANO 5: CONTROL DE LA RESISTENCIA CALEFACTORA DE LA PLANCHA

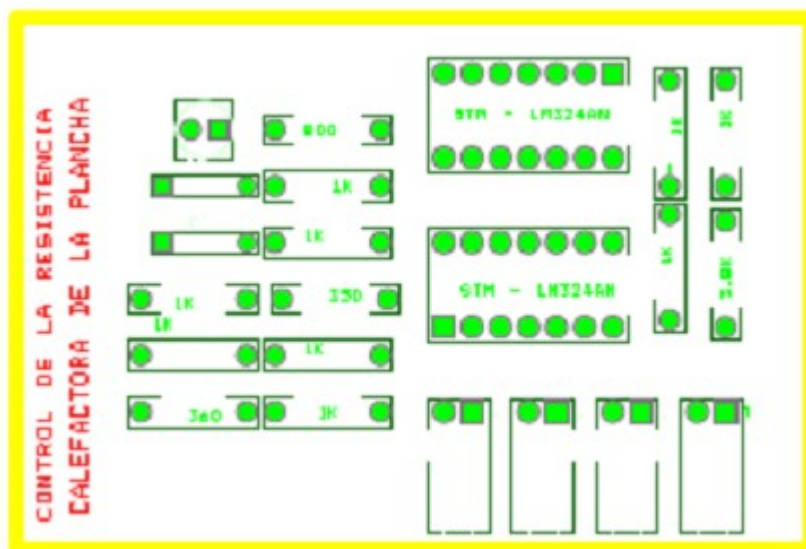
5.1 ESQUEMA DE ORCAD CAPTURE



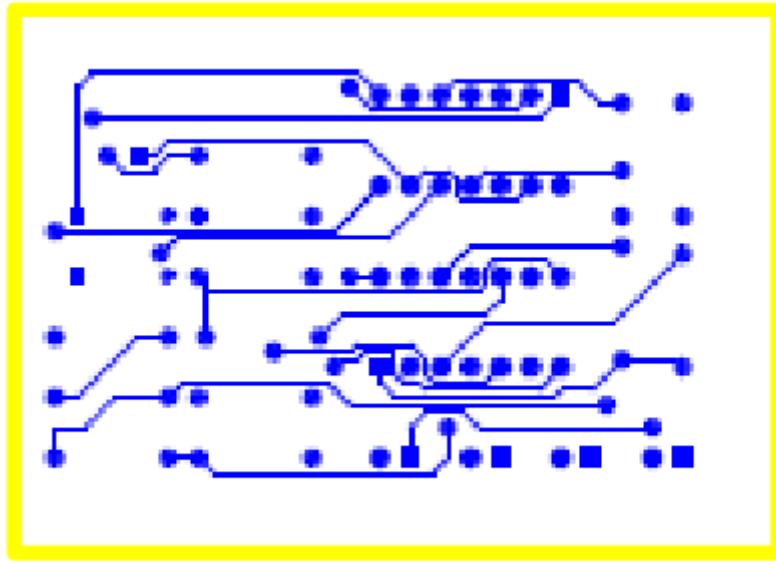
5.2 ESQUEMA ORCAD CAPTURE (REDUCIDO)



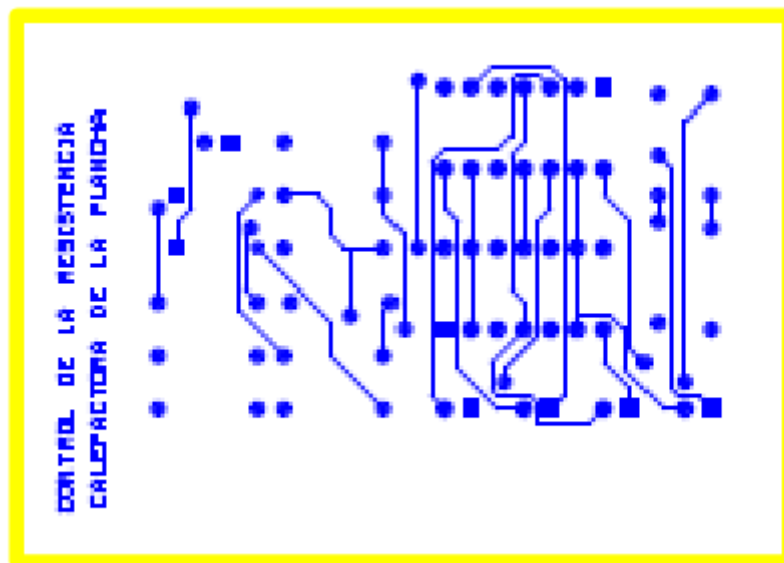
5.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES



5.4 CAPA TOP DE LAYOUT

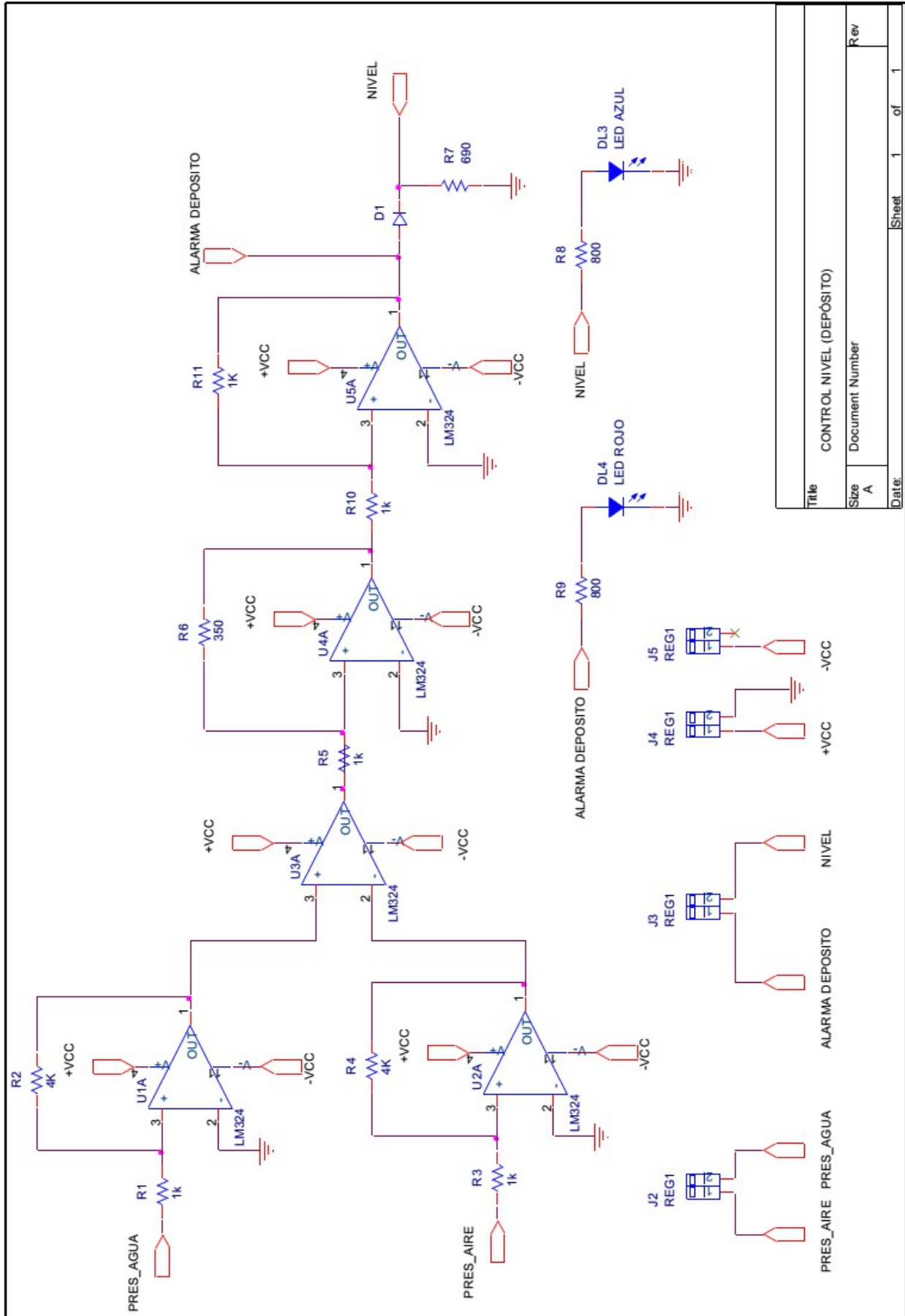


5.5 CAPA BOTTOM DE LAYOUT

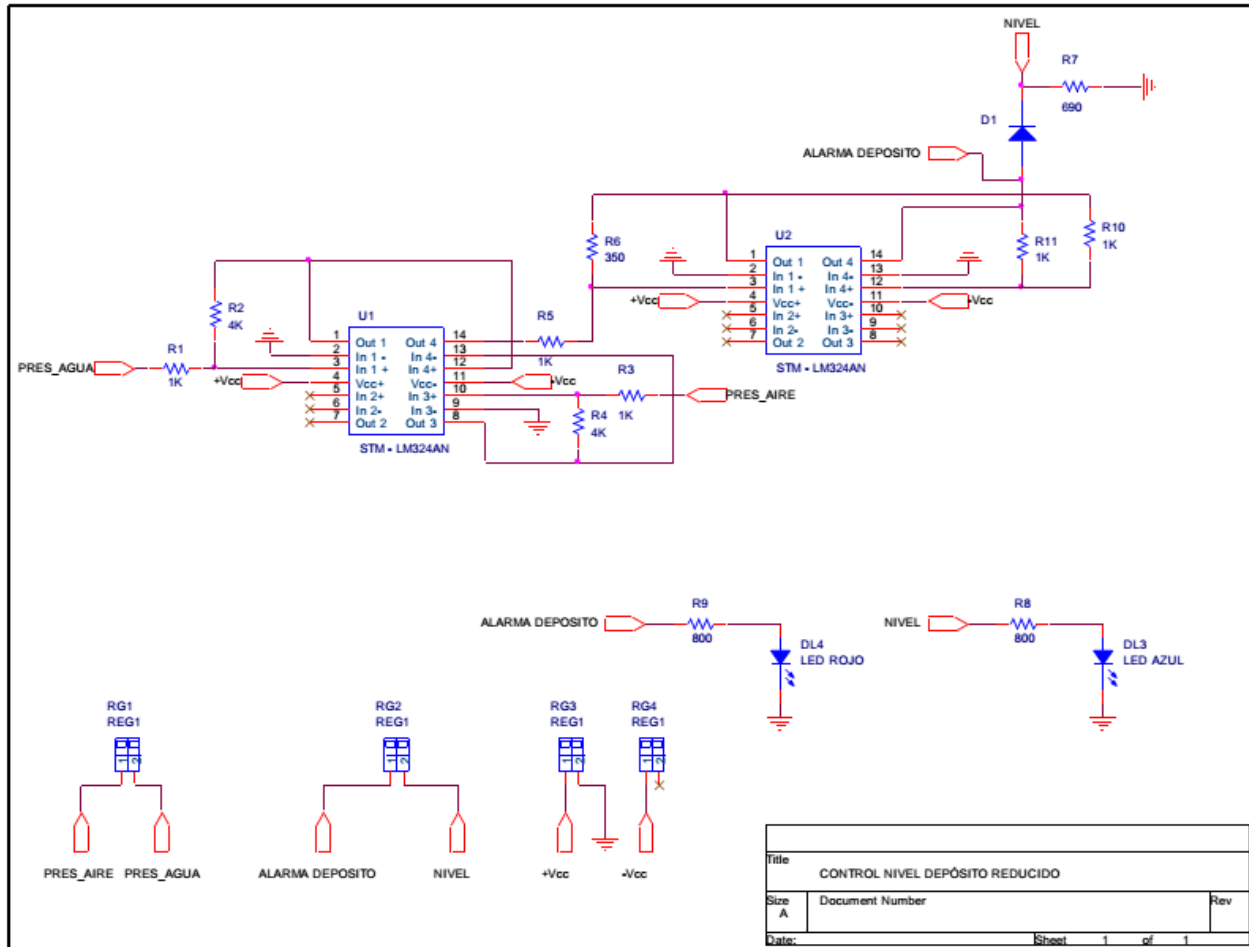


6. PLANO 6: CONTROL DEL NIVEL DEL DEPÓSITO

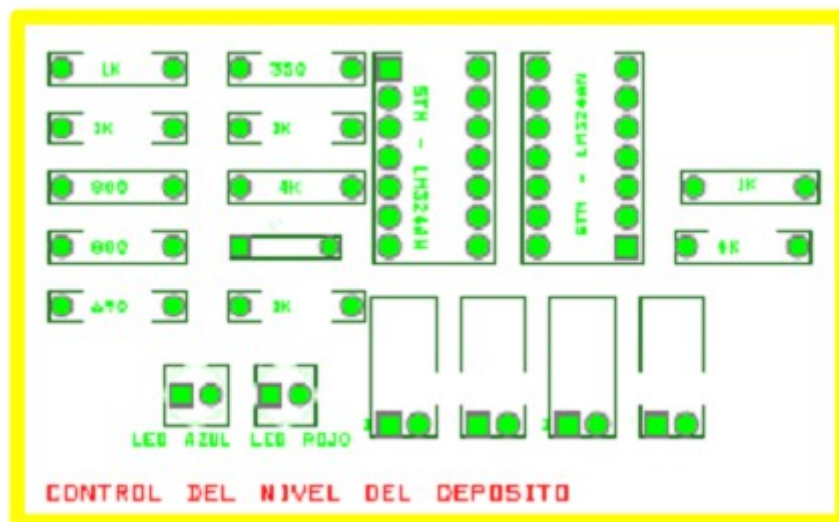
6.1 ESQUEMA DE ORCAD CAPTURE



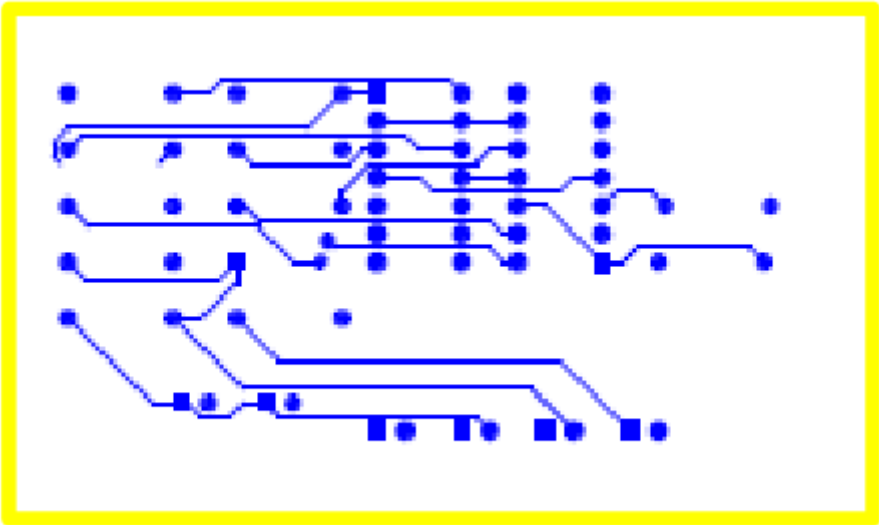
6.2 ESQUEMA ORCAD CAPTURE (REDUCIDO)



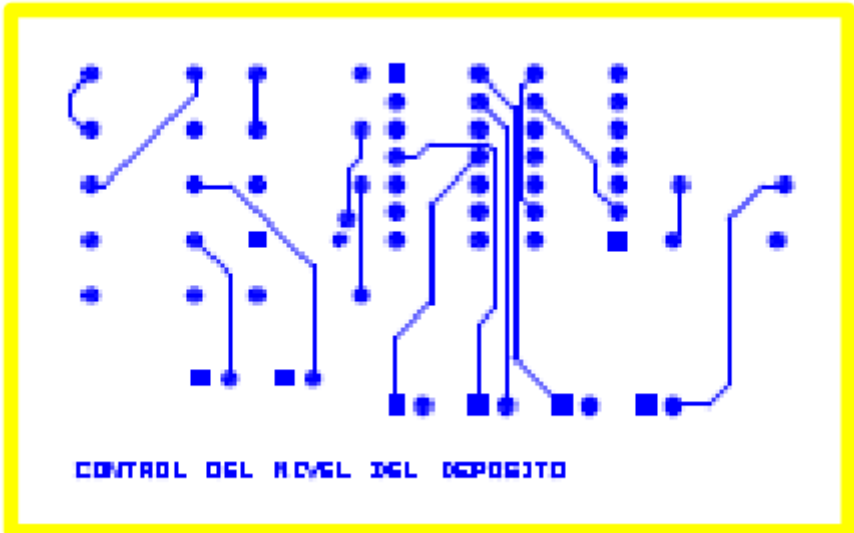
6.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES



6.4 CAPA TOP DE LAYOUT

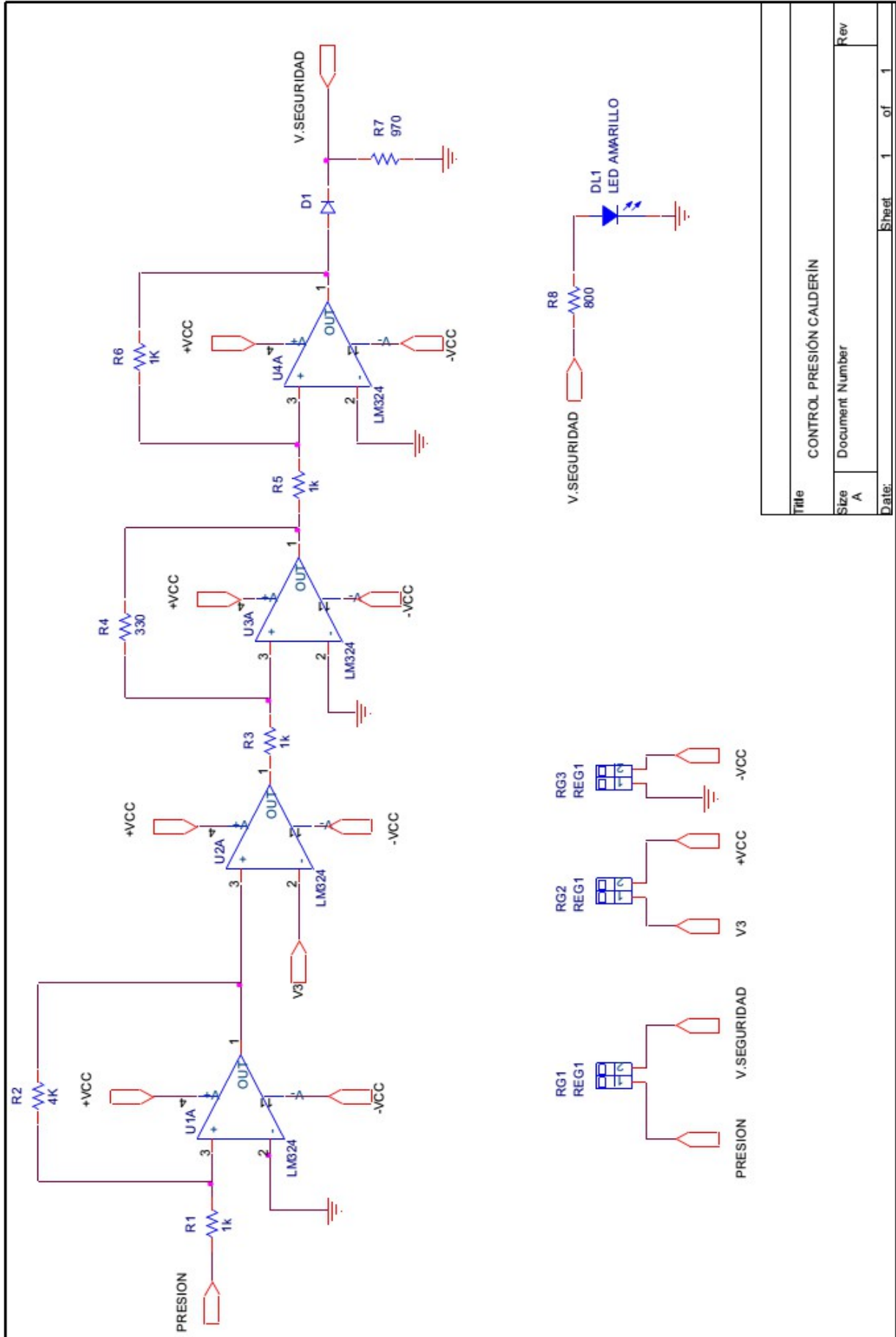


6.5 CAPA BOTTOM DE LAYOUT

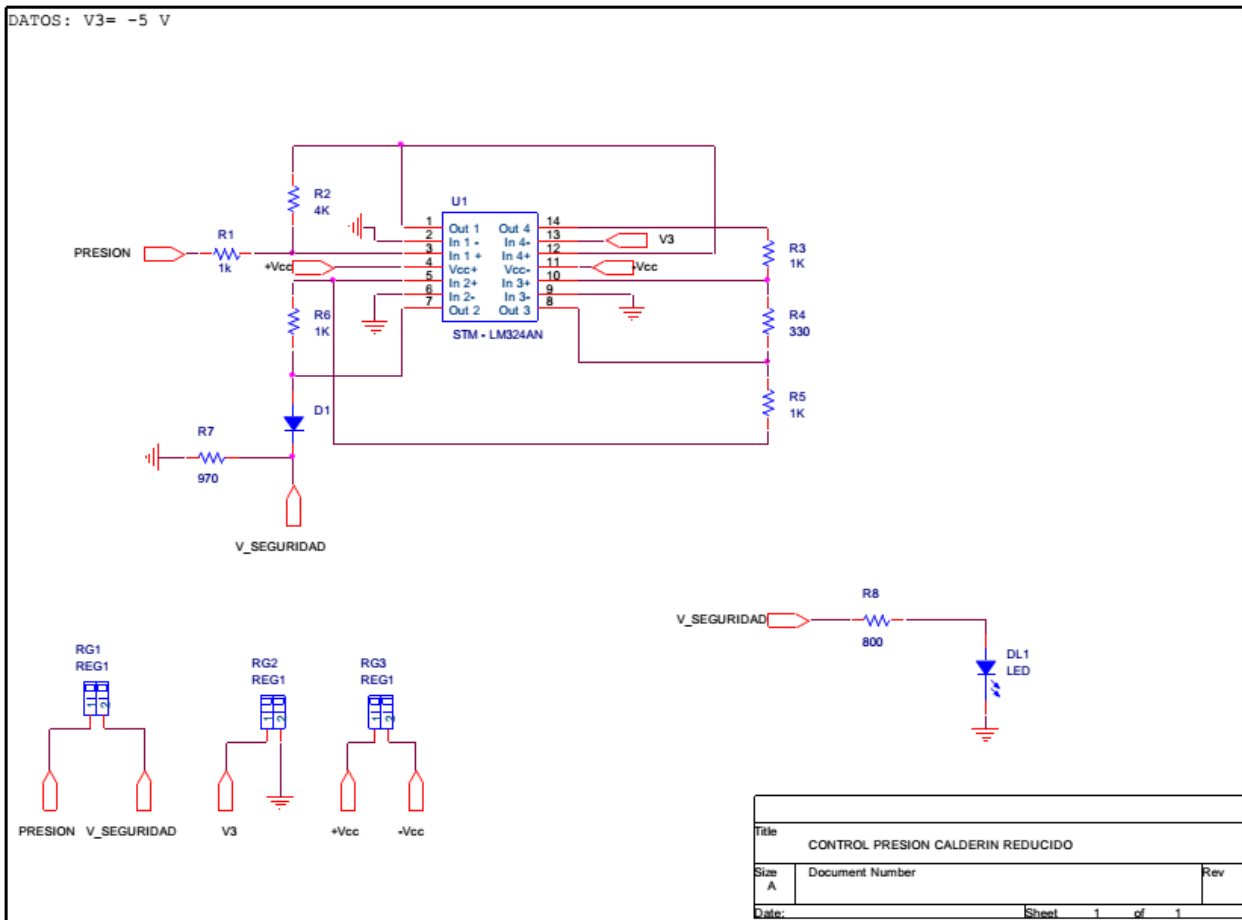


7. PLANO 7: CONTROL DE PRESIÓN DEL CALDERÍN

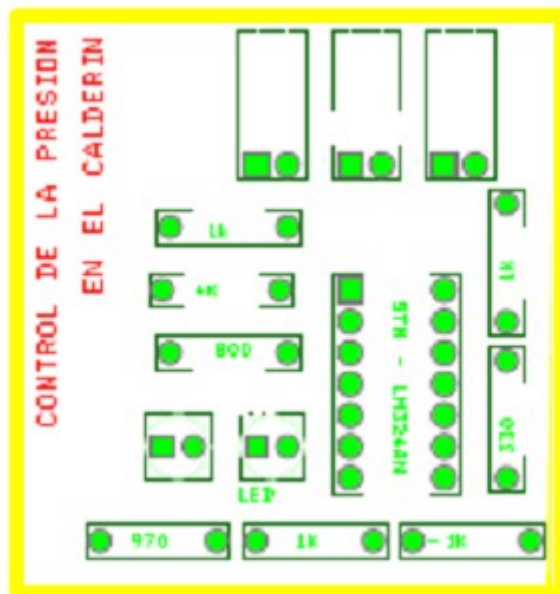
7.1 ESQUEMA DE ORCAD CAPTURE



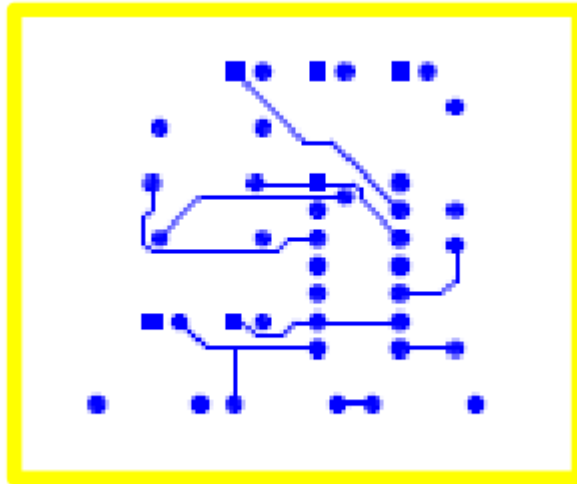
7.2 ESQUEMA DE ORCAD CAPTURE (REDUCIDO)



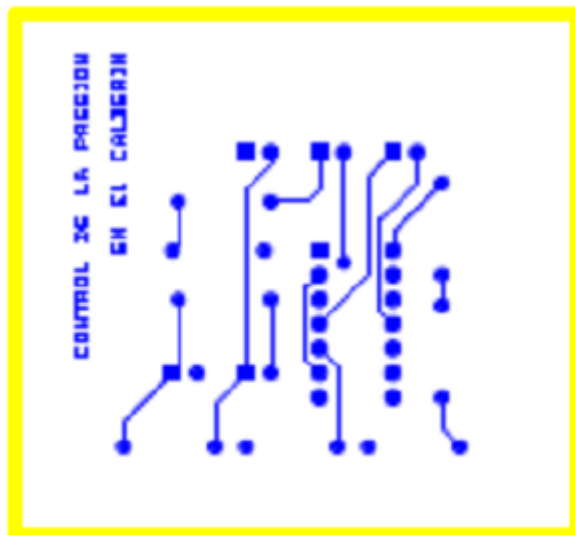
7.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES



7.4 CAPA TOP DE LAYOUT



7.5 CAPA BOTTOM DE LAYOUT



PRESUPUESTO

Circuito de control de nivel del depósito

Componente	Tipo	Nº componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Diodos	1N4007	2		0,07€	0,14€
Amplificador Operacional	LM324	2		0,64€	1,28€
Sensor de presión	DMP 331	2	BD SENSORS	5,75€	11,50€
Resistencias	1K	5		0,04€	0,20€
	4K	2		0,05€	0,10€
	350	1		0,05€	0,05€
	690	1		0,05€	0,05€
	800	2		0,05€	0,10€
Led's	Azul	1		0,11€	0,11€
	Rojo	1		0,11€	0,11€
Precio Total					13,64€

Circuito de control de bomba

Componentes	Tipo	Nº componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Diodos	1N4007	1	National Semiconductor	0,07€	0,07€
Amplificador Operacional	LM324	2	National Semiconductor	0,35€	0,70€
Resistencias	1k	6		0,04€	0,24€
	4,8k	2		0,09€	0,18€
	330	2		0,05€	0,10€
	800	1		0,09€	0,09€
Sensor presión	DMP 331	2	BD SENSORS	5,75€	11,50€
Led's	Rojo	1	National Semiconductor	0,11€	0,11€
Relé Sólido	AQ8	1	Panasonic	3,25€	3,25€
Bomba centrífuga	CMP Series	1		129,00€	129,00€
Precio Total					145,14€

Circuito de control de presión en el calderín

Componente	Tipo	Nº Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Resistencias	1k	4		0,04€	0,16€
	4k	1		0,06€	0,06€
	330	1		0,05€	0,05€
	970	1		0,05€	0,05€
	800	1		0,05€	0,05€
Diodos	1N4007	1	National Semiconductor	0,07€	0,07€
A.O	LM324	1	National Semiconductor	0,35€	0,35€
Sensor de presión	DMP 331	1	BD SENSORS	5,75€	5,75€
LED's	Amarillo	1	National Semiconductor	0,11€	0,11€
Precio Total					6,65€

Circuito de control de la resistencia calefactora

Componente	Tipo	Nº Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Resistencias	1k	8		0,05€	0,4€
	3,8k	2		0,05€	0,1€
	330	1		0,05€	0,05€
	350	1		0,05€	0,05€
Amplificador Operacional	LM324	2	National Semiconductor	0,07€	0,14€
Diodos	1N4007	2	National	1,00€	2,00€
Sensor de Temperatura	LM35	1	National Semiconductor	3,72€	3,72€
Relé Sólido	AQ8	1	Panasonic	6,18€	6,18€
Resistencia Calefactora	HGK 047	1	Stego	28,00€	28,00 €
Termostato	KTO 011	1	Stego	15,99€	15,99 €
Precio Total					56,63 €

Circuito de control de elemento de planchado

Componentes	Tipo	Nº Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Resistencias	1k	9		0,05€	0,45€
	3,8k	1		0,05€	0,05€
	350	2		0,05€	0,10€
	800	1		0,05€	0,05€
Diodos	1N4007	2	National Semiconductor	0,07€	0,14€
Amplificador Operacional	LM324	3	National Semiconductor	1,00€	3,00€
Sensor Temperatura	LM35	1	National Semiconductor	3,72€	3,72€
LED's	Fotoled	1	National Semiconductor	0,15€	0,15€
Relé Sólido (SSR)	AQ8	1	Panasonic	6,18€	6,18€
Elemento Calefactor	Placa de Mica	1	Acim JOUANIN	42,00€	42,00€
Precio Total					55,64€

Circuito de control de activación de sistema

Componentes	Tipo	Nº de Componentes	Fabricantes	Precio Unidad	Precio Total
Potenciómetro	10k	1	National Semiconductor	0,15€	0,15€
Condensadores	22p	2		0,04€	0,08€
PIC	16F84	1	Microchip	6,25€	6,25€
Cristal de cuarzo	OSC4 M	1		5,22€	5,22€
LED's	DL1	1	National Semiconductor	0,15€	0,15€
	DL2	1		0,15€	0,15€
Resistencias	470	2		0,05€	0,10€
Relé Sólido (SSR)	AQ8	3	Panasonic	6,28€	18,84€
Precio Total					30,94€

Presupuesto total

CONTROL DE NIVEL EN DEPÓSITO	13,64€
CONTROL DE LA BOMBA	145,14€
CONTROL DE PRESIÓN EN EL CALDERÍN	6,65€
CONTROL DE LA RESISTENCIA CALEFACTORA	56,63€
CONTROL DEL ELEMENTO DE PLANCHADO	55,64€
CONTROL DE LA PANTALLA LCD	36,47€
ACTIVACIÓN DEL SISTEMA	30,94€
TOTAL:	345,11€

Estimación de montaje

Operación	Tiempo invertido (h)	Precio operario (€/h)	Precio total (€)
Montaje eléctrico	13	30	390,00€
Programación PICs	6	30	180,00€
Puesta a punto	5	30	150,00€
Total			720,00€

Coste total del proyecto

Concepto	Coste
Estudio Técnico	4000€
Componentes, placas y PCB	345,11€
Estimación de montaje	720,00€
Total	5065,11€

BIBLIOGRAFIA

1.BIBLIOGRAFÍA

- Rashid M. H, Electrónica de Potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones. Editorial Prentice Hall, 1993
- Daniel W. Hart, Electrónica de Potencia. Editorial Prentice Hall, 2005
- Norbert R. Malik, Circuitos Electrónicos (Análisis, simulación y diseño). Editorial Prentice Hall, 1996.
- Ramón Pallás Areny. Sensores y acondicionadores de señal. Editorial Marcombo, 1998

2.PÁGINAS WEB CONSULTADAS

www.coitiab.es
www.legistec.es
www.insht.es
www.directindustry.es
www.es.farnell.com
www.arapol.com
www.depositosespaña.com
www.strima.com
www.microchip.com
www.resistenciasycableadosjuez.es
www.cadence.com
www.forosdeelectronica.com

3.PROGRAMAS UTILIZADOS

MPLAB IDE V8.3
ORCAD 10.5
LAYOUT