

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



TESIS

**TITULO: “ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO
DE CONTROL DE TEMPERATURA DE UNA CÁMARA
ADIABÁTICA PARA EL HOSPITAL DANIEL ALCIDES
CARRIÓN, CALLAO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

AUTOR(es):

- ✓ **Bach. JHONNY RAFAEL GONZALO PERALTA VARA**
- ✓ **Bach. KEVIN YOSIMAR PAUCAR CARDENAS**
- ✓ **Bach. JIM LEE PAREDES LESCANO**

ASESOR:

- ✓ **Dr. Ing. GRADOS GAMARRA, Juan Herber**

**CALLAO, 2020
PERÚ**

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : **Mg. Ing. Jorge Elías Moscoso Sánchez**
SECRETARIO : **MSc. Ing. Abilio Bernardino Cuzcano Rivas**
VOCAL : **Dr. Lic. Adán Almírcar Tejada Cabanillas**

ASESOR : **Dr. Ing. Juan Herber Grados Gamarra**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE TESIS
SIN CICLO DE TESIS

A los 26 días del mes de Agosto del 2020 siendo las 13hrs horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Res. N° 031-2020-DFIEE)

Mg. Ing.	Jorge Elías Moscoso Sánchez	Presidente
Msc. Ing.	Abilio Bernardino Cuzcano Rivas	Secretario
Dr. Lic.	Adán Almircar Tejada Cabanillas	Vocal
Mg. Ing.	Suplente

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los Señores Bachilleres en Ingeniería Electrónica quienes habiendo cumplido con los requisitos establecidos en la normativa sustentarán la Tesis titulada:

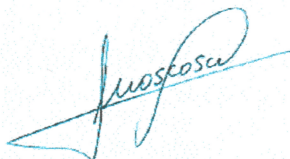
“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN DISPOSITIVO DE CONTROL DE TEMPERATURA DE UNA CÁMARA ADIABÁTICA PARA EL HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRION, CALLAO”

con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos, correspondiente al otorgamiento del Título Profesional por la Modalidad de Tesis Sin Ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por **APROBADO** Calificativo **BUENO** nota: 15 (QUINCE) a los expositores Señores Bachilleres: **JHONNY RAFAEL PERALTA VARA, KEVIN YOSIMAR PAUCAR CARDENAS JIM LEE PAREDES LESCO**

con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 13:45 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° Del libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.



PRESIDENTE

Mg. Ing. Jorge Elías Moscoso S.



SECRETARIO

MSc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS



VOCAL

Dr. Lic. ADÁN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS

SUPLENTE

MSc. Ing. Luis E. Cruzado Montañez

DEDICATORIA:

El presente trabajo esta dedicado a Dios y nuestros padres ya que gracias a ellos hemos llegado a este momento tan importante en nuestra formación profesional, por ser el impulso constante mas importante y su gran apoyo incondicional.

ÍNDICE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	i
ÍNDICE	1
TABLA DE CONTENIDO	4
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Determinación del Problema	11
1.2 Formulación del Problema	11
1.2.1. Problema general	11
1.2.2. Problemas específicos	12
1.3 Objetivos de la Investigación	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.4 Justificación	13
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEORICO	14
2.1 Antecedentes	14
2.1.1 Antecedentes internacionales	14
2.1.2 Antecedentes nacionales	15
2.2 Marco Teórico	17
2.2.1 Principios de la termodinámica	17
2.2.2 Controladores de temperatura	24
2.2.3 Clases de sistemas de control	25
CAPÍTULO III: HIPOTESIS	29
3.1. Hipótesis	29
3.1.1 Hipótesis General	29

3.1.2. Hipótesis Secundarias	29
3.2. Variables	29
3.3. Operacionalización de Variables	30
CAPÍTULO IV: METODOLOGIA	32
4.1. Tipo de Investigación	32
4.2. Diseño de la Investigación	32
4.3. Población y Muestra	32
4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos e Información.	32
CAPÍTULO V: DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE TEMPERATURA	34
5.1 Elementos utilizados para el sistema de control de temperatura	34
5.1.1 Sensores de temperatura	34
5.1.2 Válvula de expansión	39
5.1.3. Resistencias calefactoras	40
5.1.4. Clases de microcontroladores	41
5.1.5 Cámara adiabática	45
5.1.6 Equipo de refrigeración	46
5.2 Diseño del Hardware del sistema	48
5.2.1. Diseño de la tarjeta de control principal	48
5.2.2 Criterio de selección	48
5.2.3 Diseño del circuito de control principal:	48
5.2.4 Diseño del módulo de sensado y acondicionamiento de señal	51
5.2.5 Diseño del módulo de control de potencia de las resistencias	53
5.2.6 Diseño del módulo de control de apertura de la válvula	55
5.2.7 Diseño del módulo de el encendido y apagado del compresor	57
5.3 DIAGRAMA DE CONEXIONES	59
5.4 DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA	60
5.4.1 Diseño del programa principal	60
5.4.2 Diseño de subrutinas	68

5.4.3 Diseño de interrupciones	69
CAPÍTULO VI: COSTOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO	70
6.1. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DISEÑADO	70
6.1.1 Pruebas y resultados con la etapa de sensado y acondicionamiento de señal	70
6.1.2. Pruebas y resultados con las resistencias	71
6.1.3. Pruebas y resultados con la válvula de expansión	71
6.2. Selección del tipo de control	72
6.3. Resultados finales	73
6.4. Costos	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA	77
MATRIZ DE CONSISTENCIA	78

TABLA DE CONTENIDO

1. Contenido de gráficos

Gráfico 2.1: Carta generalizada de desviación de entalpia	20
Gráfico 2.2: Diagrama de bloques de el sistema de control de la temperatura de la cámara adiabática.....	23
Gráfico 5.1: Diagrama del sistema.....	46
Gráfico 5.2: Diagrama de un sistema de refrigeración por compresión de vapor	47
Gráfico 5.3: Diagrama esquemático del circuito de control principal.....	50
Gráfico 5.4: Diagrama esquemático del circuito de acondicionamiento de señal.....	52
Gráfico 5.5: Diagrama esquemático del control de potencia de las resistencias.....	54
Gráfico 5.6: Diagrama esquemático del control de apertura de la válvula.....	56
Gráfico 5.7: Diagrama esquemático del circuito de encendido-apagado del compresor.....	58
Gráfico 5.8: Diagrama de conexiones del sistema.....	59
Gráfico 5.9: Diagrama de flujo del programa principal.....	67
Gráfico 5.10: Rutina de Configuración General.....	68
Gráfico 5.11: RSI por interrupción externa (INT1).....	69
Gráfico 6.1: Modelo del controlador on-off.....	72

2. Contenido de tablas

Tabla 5.1: Rangos, según los tipos de Termocuplas.....	38
Tabla 6.1: Resultados de la fase de sensado usando termómetro como referencia.....	70
Tabla 6.2: Potencias obtenidas variando tiempo de disparo.....	71
Tabla 6.3: Valor de temperatura en el t para un Duty cycle de 100%.....	71
Tabla 6.4: Valor de temperatura en el t para un ingreso de 40°C.....	73
Tabla 6.5: Costos de componentes en el sistema.....	74

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN DISPOSITIVO DE CONTROL DE TEMPERATURA DE UNA CÁMARA ADIABÁTICA PARA EL HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRION, CALLAO” se ha hecho un estudio detallado sobre este tan importante dispositivo.

En el Capítulo I, Planteamiento del Problema, se Determina el Problema, formulando el problema general como los problemas específicos, también se presentan los Objetivos: general y específicos, con la Justificación correspondiente del caso.

En el Capítulo II, Fundamento Teórico, se presentan los Antecedentes de la investigación, tanto internacionales como nacionales, para luego entrar a tallar con las bases teóricas que dan fundamento al trabajo.

En el Capítulo III, Hipótesis, se dan a conocer las Hipótesis tanto general como específicas, luego las variables con su correspondiente Operacionalización.

En el Capítulo IV, Metodología, se da a conocer el Tipo y Diseño de Investigación; la población y muestra así como las técnicas e instrumentos que se aplicaron en el desarrollo del trabajo.

En el Capítulo V, Diseño del Controlador de temperatura, se detallan los Elementos utilizados para el sistema de un control de temperatura, Diseño del Hardware del Sistema, así como del Software y los Posibles Errores del Sistema.

En el Capítulo VI, Costos y Resultados del Sistema, se muestran las Pruebas y Resultados del Sistema Diseñado, luego la Selección del tipo de control, así como también los Resultados Finales, para finalizar este capítulo con los Costos correspondientes.

Se concluye el trabajo de investigación con las Conclusiones, Recomendaciones y Fuentes Bibliográficas.

Palabras Claves: Diseño del Controlador de temperatura, Hardware y Software, Sistema de Control de temperatura.

ABSTRACT

That is why in the present research work called "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A TEMPERATURE CONTROL DEVICE OF AN ADIABÁTICA CHAMBER FOR DANIEL ALCIDES CARRION HOSPITAL, CALLAO" a detailed study has been made on this important device.

In Chapter I, Problem Statement, the Problem is determined, formulating the general problem as the specific problems, the Objectives are also presented: general and specific, with the corresponding Justification of the case.

In Chapter II, Theoretical Foundation, the Background of the investigation, both international and national, is presented, and then begin to carve with the theoretical bases that underlie the work.

In Chapter III, Hypothesis, both general and specific Hypotheses are disclosed, then the variables with their corresponding Operationalization.

In Chapter IV, Methodology, the Research Type and Design is disclosed; the population and sample as well as the techniques and instruments that were applied in the development of the work.

In Chapter V, Design of the temperature controller, the Elements used for a temperature control system, System Hardware Design, as well as the Software and Possible System Errors are detailed

In Chapter VI, Costs and Results of the System, the Tests and Results of the Designed System are shown, then the Selection of the type of control, as well as the Final Results, to end this chapter with the corresponding Costs.

The research work is concluded with the Conclusions, Recommendations and Bibliographic Sources.

Keywords: Temperature Controller Design, Hardware and Software, Temperature Control System.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico es un eje fundamental en el manejo de tareas especiales, con más énfasis el área médica es una de las principales donde la tecnología está en la mayoría de sus procesos, con ese objetivo se planteo a mejorar el proceso desde el punto tecnologico para el hospital.

Se escogió el Hospital Daniel Alcides Carrión, ubicada en el distrito del Callao, para lo cual se diseñó una mejora tecnologica dentro de el proceso de la Camara adiabatica que tiene como objetivo generar microclimas para productos que requieran un riguroso ambiente de conservacion o proceso. Esta mejora requiere de automatizar el proceso para disminuir posible fallas por manipulacion en el proceso y mejorar la vida util del equipo.

Una de las ventajas que se logra con el diseño se puede evidenciar, en la disminucion de las horas de trabajo humano en el proceso, y el menor tiempo de monitoreo, mejorando asi la calidad del proceso como las horas de trabajo humano y el tiempo de vida util del equipo. Otra mejora seria que no se requeriria un personal especialista para poder manipular el equipo ya que este proceso seria automatizado.

Por ende la presente tesis busca poder mejorar el desarrollo tecnologico de este tipo de equipos, que sirva para una posterior implementacion tanto en el hospital como en otros equipos que cumplan requisitos similares.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del Problema

Los procesos de automatización industrial, ayuda en el control de los procesos que tiene un mayor grado de complejidad, con esta conceptualización se logra tener productos de alta calidad mediante un control avanzado usando la tecnología apropiada ya que se brinda una infinidad de funciones y herramientas que facilitan la programación de un determinado proceso.

El uso de controladores en la industria es cada vez más frecuente, debido a las bondades que presenta, ya que son versátiles, prácticas, y de fácil uso. Cada día se tienen controladores mucho más completos para aplicaciones donde la precisión de control del sistema es primordial.

La presente tesis de investigación, está dedicado a proponer una metodología para el posterior desarrollo de una cámara adiabática para las múltiples funcionalidades que se puedan explotar en el Hospital Daniel Alcides Carrión.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Es posible realizar un diseño experimental, de una cámara adiabática para su posterior implementación en el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Será posible diseñar una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, con capacidad de eliminar el error en la captura de la temperatura?
- ✓ ¿Será posible diseñar un control de temperatura en los límites de -20 y 80 grados centígrados, para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao?
- ✓ ¿Será posible proveer un diseño electrónico con una resolución de temperatura de 0.1 grados centígrados para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Realizar el diseño experimental de una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ diseñar una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, con capacidad de eliminar el error en la captura de la temperatura.
- ✓ diseñar un control de temperatura en los límites de -20 y 80 grados centígrados, para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.
- ✓ proveer un diseño electrónico con una resolución de temperatura de 0.1 grados centígrados para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.

1.4 Justificación

La justificación económica, a que ya no se dispondrá de un personal que este monitoreando el proceso de la camara. Disminuyendo considerablemente la intervencion de el operario.

La justificación técnica, se debe a que se mejorara la calidad del proceso manteniendo la temperatura deseada sin mucha intervencion del operario evitando posibles fallas producidad por la intervención del hombre y mejorando el tiempo de vida de la camara.

La justificación social, se debe a ya no requerir de un personal que este monitoreando el proceso, y esta pueda dedicarse a otras labores de importancia dentro del hospital.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Isaac Salomón Jiménez Escamilla. (2016) “Control de Temperatura de un Horno Industrial mediante Lógica Difusa”. Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Este trabajo proporciona el diseño e implementación de un control difuso de temperatura de un horno eléctrico para la cocción de piezas cerámicas y diseño de un sistema de monitoreo desarrollado en el labVIEW. (Jimenez Escamilla, 2016)

José Fabio Arguedas Romero. (2015) “Sistema de Control Automático de la temperatura para un horno industrial”. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Este trabajo controlar la medición de temperatura en las 2 primeras areas del horno por medio de termopares tipo J, la señal será usada por el PLC que dara la señal de control a los actuadores que definiran la cantidad de aire de la combustión mediante el porcentaje de apertura de las válvulas, que tomara como referencia la temperatura definida por el operador.

Debido a los cambios del mercado, las industrias han aplicado diversos métodos para enriquecer la productividad. Una los métodos que ha tomado mayor fuerza en las industrias es automatizar los procesos para producir más con el menor tiempo y menor costo, y también mejorar la calidad de sus productos. Razón que DEMASA, una empresa centrada al cocimiento y molienda del maíz, decido automatizar sus procesos industriales. A causa de este proyecto, se logro automatizar el horno utilizado en la línea de producción de tortillas. El principal problema que actualmente se presenta en el horno se basa en su control inadecuado de temperatura dentro de el horno, asi como procesos inseguros de el encendido y apagado, la falta de monitoreo y control

centralizado de los diversos componentes del horno como los transformadores, motores, ventiladores, extractores de gases y medidores de temperatura con termocuplas. Esto pueden llegar a derivar problemas en la producción, como los elevados costos de la producción por su uso excesivo de los combustible utilizado para el proceso de combustión dentro del horno, paros forzados por el daño del equipo y defectos del producto que no cumplen con los estándares mínimos de calidad requeridos. Es por esta razón que se busca elaborar un control automático de temperatura y monitoreo general de el horno. Permitiendo a los operarios poder controlar mediante un controlador y poder monitorear mediante interfaces gráficas el estado dentro del horno de una manera centralizada, más rápida y eficaz. (Arguedas Romero, 2015)

Julio C. Delgado López, Jacobo Montoya Becerra y Oscar A. Sandoval Rodríguez. (2017) "Control de Temperatura con el PLC S7-200". Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

Este trabajo da una descripción de la construcción de un control de temperatura para un centro de cómputo donde se diseñaron diversos circuitos para su implementación este proyecto surge porque en los centros de cómputo la temperatura se incrementa debido al calor emitido por las computadoras, así también como por el calor corporal de los usuarios, y este problema se presenta principalmente dentro de las estaciones primavera-verano. El proyecto consiste en simular en una maqueta todos los dispositivos y fuentes que producen calor, para obtener un modelo matemático y a partir de ello controlar la temperatura por medio de un ventilador y un programa que es llevado a cabo por un controlador lógico programable (PLC) S7-200 de SIEMENS, el cual es muy accesible y fácil de controlar. (Delgado Lopez, Montoya Becerra, & Saldoval Rodriguez, 2017)

2.1.2 Antecedentes nacionales

Postigo Diez Canseco (2017) "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROLADOR DE TEMPERATURA BASADO EN EL DISPOSITIVO

PELTIER PARA CÁMARA AMBIENTAL EN LA PRUEBA DEL SATÉLITE PUCPSAT-1". Universidad Católica del Perú.

El objetivo del presente trabajo de tesis fue desarrollar un sistema que permitiera el control de temperatura basado en el manejo del sentido de corriente a través de un dispositivo termoeléctrico denominado PELTIER, el cual permitirá variar el flujo de calor que será conducido a una carga; este trabajo implica desarrollar diversos subsistemas que interactúen de forma eficiente es por ello que se cuentan con objetivos secundario que facilitarán el funcionamiento óptimo de todo el sistema, entre ellos está el desarrollar un circuito electrónico que permita la regulación de tensión suministrada al Peltier, así como implementar un sistema de control de potencia que permita controlar el sentido de dirección de la corriente.

Esto también implicó elaborar un módulo de control digital que trabaje con un sensor de la temperatura y pueda trabajar en coordinación con el control de potencia para lograr una variación de temperatura oscilante.

Este trabajo se realizó con todas las especificaciones necesarias para poder dejar un sistema de control listo para incorporarlo a una cámara ambiental.

Carlos Eduardo Castillo Velázquez y John James Martínez García. (2015) "Propuesta de un Sistema de Control para Temperatura y Presión en el proceso de Hidrolizado de plumas mediante el estudio y análisis de las estrategias de control en la empresa APRINOR S.A.C de la ciudad de Trujillo". Universidad privada Antenor Orrego de Trujillo-Perú.

Este trabajo se delimita al estudio de una problemática que se presenta en la etapa de hidrolización de las plumas de pollo en la empresa APRINOR SAC de la ciudad de Trujillo. (Castillo Velasquez & Martinez Garcia, 2015)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Principios de la termodinámica

Los principios fundamentales de la termodinámica son 4 y se definen en cantidades físicas fundamentales (energía, temperatura y entropía), estos son características de los sistemas termo-dinámicos. Aquellos principios identifican su comportamiento bajo algunas circunstancias, y se limitan ciertos fenómenos (como el móvil perpetuo).

Los cuatro principios de la termodinámica son:

- Cero Principio de la termodinámica: Si 2 sistemas están manteniendo el equilibrio térmico independiente con un 3er sistema, estos se encuentran en equilibrio térmico entre sí. Esta definición nos ayuda a identificar la temperatura.
- Primer principio de la termodinámica: Un sistema cerrado es capaz de intercambiar energía con su entorno en forma de calor y de trabajo, y esta acumula energía interna. La ley generaliza el principio de conservación de la energía mecánica.
- Segundo principio de la termodinámica: La aleatoriedad del universo siempre tiende a incrementar. Existen dos enunciados equivalentes:
 - Enunciado de Kelvin-Planck: No es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un foco y la conversión de este calor en trabajo.
 - Enunciado de Clausius: No es posible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura.
- Tercer principio de la termodinámica: La aleatoriedad de un sistema se aproxima a una cantidad constante, de igual forma que la temperatura se aproxima al cero absoluto. Con la exclusión de los sólidos no cristalinos (vidrio) la entropía del sistema en el cero

absoluto es cercano al cero, y es equivalente al logaritmo de la multiplicidad de los estados fundamentales cuánticos .

Transferencia de calor

La transferencia de calor es el proceso físico de propagación del calor en distintos medios. La su disciplina de la física que estudia estos procesos se llama a su vez termodinámica.

El transferencia de calor se produce siempre que existe un gradiente térmico en un sistema o cuando dos sistemas con diferentes temperaturas se ponen en contacto. El proceso persiste hasta alcanzar el equilibrio térmico, es decir, hasta que se igualan las temperaturas. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos cercanos o regiones lo suficientemente próximas se transfiere calor más rápido.

El estudio de la física del calor se aplica en industrias químicas en etapas como la evaporación y secado. La evaporación consiste en eliminar una gran cantidad de agua mientras que el secado consiste en eliminar una baja cantidad de agua por lo que el intercambio de calor es menor para el secado que para la evaporación. Esto ocurre porque el calor latente es el que más prepondera en las ecuaciones de transferencia de calor. El intercambio de masa también acompaña a el intercambio de calor en las operaciones mencionadas.

La destilación fraccionada ocurre en una torre con relleno o con platos con el objeto de aumentar el área de contacto entre el vapor y el líquido formado de manera de retirar un líquido más puro en el componente menos volátil por debajo y un líquido más volátil por encima. También en la industria de los alimentos para fabricar pastas secas y para

producir bebidas alcohólicas. Los casos más sencillos de transición de calor son transferencia de calor transitoria y estado estacionario unidimensional.

Refrigeración

La refrigeración consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o un espacio. Considerando que realmente el frío no existe y que debe hablarse de mayor o menor cantidad de calor o de mayor o menor nivel térmico (nivel que se mide con la temperatura), refrigerar es un proceso termodinámico en el que se extrae calor del objeto considerado (reduciendo su nivel térmico), y se lleva a otro lugar capaz de admitir esa energía térmica sin problemas o con muy pocos problemas.

Refrigeración por compresión de vapor

Difiere de uno ideal debido a situaciones irreversibles que ocurren en varios componentes. Dos fuentes comunes de son la fricción del fluido y la transferencia de calor hacia o desde los alrededores. El proceso de compresión real incluye efectos de fricción, los cuales incrementan la entropía y la transferencia de calor lo cual puede aumentar o disminuir la entropía dependiendo de la reacción.

El ciclo de Carnot invertido no es práctico para comparar el ciclo real de refrigeración. Sin embargo es conveniente que se pudieran aproximar los procesos de suministro y disipación de calor a temperatura constante para alcanzar el mayor valor posible del coeficiente de rendimiento. Esto se logra al operar una máquina frigorífica con un ciclo de compresión de vapor. En el esquema de el equipo para dicho ciclo, junto con diagramas Ts y Ph del ciclo ideal. El vapor saturado en el estado 1 este se comprime isoentrópicamente a vapor sobre calentado en el estado 2. El vapor refrigerante entra a un condensador, de donde se extrae calor a presión constante hasta que el fluido se convierte en líquido saturado dentro de el

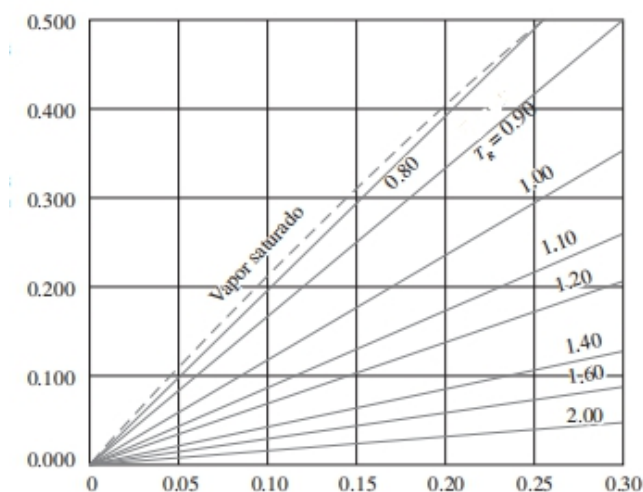
estado 3. Para que el fluido regrese a presión mas baja, se expande adiabáticamente en una válvula o un tubo capilar hasta el estado 4. El proceso 3-4 es una estrangulación y $h_3=h_4$. En el estado 4, el refrigerante es una mezcla húmeda de baja calidad. Finalmente, pasara por el evaporador a presión constante. La fuente de baja temperatura entra o administra calor al evaporador, convirtiendo el fluido dentro en vapor saturado y se completa el ciclo completo. Observe que dentro de todo el proceso 4-1 y en una gran parte del proceso 2-3 ocurren a temperatura constante.

Diagrama de Mollier

El diagrama Ph, o diagrama de Mollier para presión entalpía, es la representación gráfica en una carta semi logarítmica en el plano Presión/entalpía de los estados posibles de un compuesto químico — especialmente para los gases refrigerantes— y es en ella donde se trazan y suelen estudiar los distintos sistemas frigoríficos de refrigeración por compresión.

Gráfica 2.1:

Carta generalizada de desviación de entalpía



FUENTE: Cengel, Y. A. & Boles, M. A. (2011). Termodinámica (7ª ed.). New York, Estados Unidos: The McGraw-Hill Companies.

El ciclo de refrigeración por compresión de vapor se constituye por cuatro elementos básicos: compresor, condensador, elementos de expansión y evaporador. Estos, a su vez, dividen el sistema en dos procesos: alta presión (línea de líquido), baja presión (línea de vapor).

Estos procesos pueden analizarse en el diagrama de Mollier, que es único para cada sustancia. En el aire acondicionado el uso del diagrama nos puede ayudar a evaluar las condiciones reales de operación de un sistema, así como evaluar si sólo llega líquido al elemento de expansión (sub enfriamiento) y sólo vapor al compresor (sobrecalentamiento).

La importancia del sub enfriamiento y sobrecalentamiento toman relevancia al ser parámetros que aseguran el óptimo funcionamiento del sistema. El sub enfriamiento asegura que no habrá escarcha en la línea de alta presión ó que no existirá expansión prematura, así como también ayudará a que el efecto refrigerante sea más amplio.

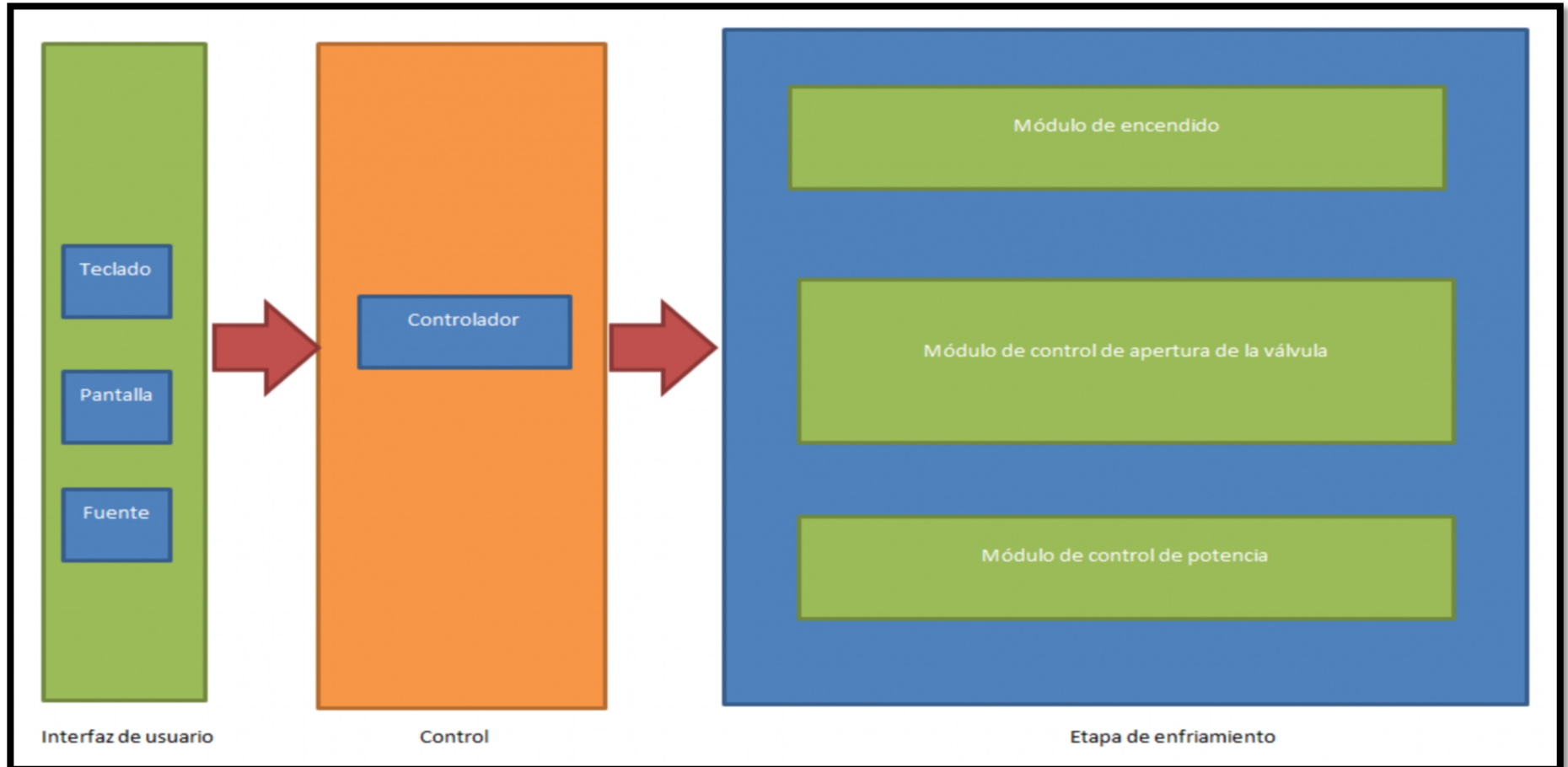
El sobrecalentamiento es de suma importancia ya que asegurará que no regrese líquido al compresor. Un golpe de líquido es capaz de romper, en algunos casos, los componentes mecánicos del compresor y/o provocar que motor se “amarre” y/o desprender partículas metálicas hacia el interior del circuito y/o contaminar el refrigerante y/o bloquear los dispositivos de expansión y/o contaminar el aceite y/o degradar el refrigerante.

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques de la presente propuesta está constituido por los siguientes funciones:

1. Módulo de interfaz de usuario
 - a. Teclado
 - b. Pantalla
 - c. fuente
2. Módulo de control
 - a. controlador
3. Etapa de enfriamiento
 - a. Módulo de encendido
 - b. Módulo de control de apertura de la válvula
 - c. Módulo de control de potencia

Gráfica 2.2:
Diagrama de bloques de el sistema de control de la temperatura de la cámara adiabática.



.FUENTE: Elaboración propia

2.2.2 Controladores de temperatura

¿Cómo es un controlador de temperatura?

El controlador de la temperatura es un aparato usado para poder controlar la temperatura. El dispositivo de control de la temperatura tiene una entrada que deriva de un sensor de la temperatura y una salida que interceptada a un elemento de un control como un ventilador o calentador.



Controlador PID mostrando lecturas

¿Cómo es el funcionamiento de un regulador de temperatura?

Para efectuar con precisión la regulación de la temperatura del proceso sin que participe continuamente o constantemente el operador, el sistema de control de la temperatura se basa en un regulador, que se acomoda a un sensor de temperatura tal como un termopar o RTD como interceptor. Se compara la temperatura real a la temperatura de control objetivo, y proporciona la salida a actuador o elemento. El regulador de la temperatura forma parte del sistema de control, por ende, todo el sistema debe ser verificado y analizado para elegir un controlador adecuado.

Los puntos siguientes deben ser considerados para poder seleccionar un controlador de temperatura adecuado:

- Tipo de entrada y rango de temperatura del sensor (termopar, RTD)
- Requerimiento del tipo de salida (salida analógica, relé electromecánico, SSR)
- El necesario algoritmo de control (controlador PID, encendido / apagado, control proporcional)
- Cantidad de salidas y tipos (límite, calor, frío, alarma)

2.2.3 Clases de sistemas de control

El objetivo de elaborar el diseño de diversos equipo o sistemas es que aquello cumpla con especificaciones definidas, por ello es importante **saber las variadas estrategias o clases de control. La clase de sistema de control a** elegir nos facilitara monitorear la variable física de interés que en en el caso es la temperatura, este mapeo sirve para detectar cambios en la salida deseada y a partir de eso tomar decisiones automáticas destinadas a su corrección. (OGATA, Katsuhiko, 2009))

Control proporcional: En esta clase de control el controlador generara una señal de salida que sera proporcional al de la señal de error. Mientras más grande sera la ganancia del controlador mayor sera la señal de control que se genera para el mismo valor de la señal de error. Por ende esta clase de control nos permitirá disminuir el error en estado estacionario aunque cabe decir que no se eliminara dicho error en estado estacionario porque es necesario que este un elemento integrador perteneciente al sistema. (JOHANNES, Karl 2017)

Control proporcional – derivativo: Esta calse junta las acciones proporcional y derivativa. Dentro de el control derivativo la señal de control es DP a la derivada de la señal de el error, pudiendo así conocer las características dinámicas de esta y poder producir un corregimiento antes que la señal de error sea mayor. El control derivativo no se puede usar de manera independiente pues no es capaz de responder a una señal de error invariable.

Control proporcional–integral: Este tipo de control genera una señal resultante de combinar la acción proporcional e integral conjuntamente, es decir junta las ventajas de ambas clases de control.

Control proporcional–integral–derivativo: Esta clase de control junta las mejores características de los controles proporcional, integral y derivativo. Esta adición de acciones permite eliminar el error en estado estacionario, se quiere decir, la variación entre la salida y la entrada será cero conforme el tiempo avanza hasta el infinito.

Controlador de temperatura On / Off

Un controlador ON/OFF es la mas simple forma de control de temperatura. El regulador de salida está encendida o apagada, no existe un estado medio. Un controlador de temperatura ON/OFF cambiara el punto de ajuste si la temperatura que atraviesa el punto de ajuste.

En el calentamiento, se activara la salida solo cuando la temperatura está por debajo de el punto de ajuste, y se procede a apagar cuando está por encima de el punto. Las veces que la temperatura cruza por el punto de ajuste, el estado de la salida cambiara, la temperatura del proceso oscilara continuamente, alrededor de el punto de ajuste.

En los casos en los que este ciclo se produce raudamente, y para evitar daños a las válvulas y contactores, se añade un diferencial para el encendido y apagado, o "histéresis", a las operaciones de el controlador de la temperatura. Este diferencial exige que la temperatura exceda del punto de ajuste por una delimita cantidad antes de que se active o proceda a desactivarse de nuevo.

Un diferencial ON/OFF previene que se produzcan cambios raudos de conmutación en la salida, si los ajustes se producen instantáneos. El control ON/OFF se utiliza comunmente cuando no es necesario un control muy preciso, en los sistemas que no pueden soportar cambios muy frecuentes de encendido/apagado, donde la masa del sistema es tan excesivo que las temperaturas cambian muy lentamente, o para una alarma de la temperatura.

Un tipo especial de control de la temperatura ON/OFF utilizado para la alarma es un controlador de límite. Este controlador utiliza un relé de enclavamiento, que se debe restablecer manualmente, y se utiliza para cerrar un proceso cuando una determinada temperatura es alcanzada.

Controlador de temperatura PID

El siguiente control de temperatura es el PID, que hace una combinación del proporcional con control derivativo e integral. Las siglas PID dan referencia a el control Proporcional Integral Derivativo.

Un controlador de la temperatura PID combina el control proporcional con 2 mejoras adicionales, que apoya a la unidad automatizada a compensar los cambios requeridos en el sistema.

Estos ajustes, integral y derivativo, se expresan en unidades que se basan en el tiempo, también nombrados por sus recíprocos, RATE y RESET, respectivamente. Los controles proporcional, integral y derivativo se deben ajustar de forma individual por medio de el método prueba y error.

El regulador proporcional es el tipo de control más preciso y estable de los 3 tipos de controladores, y es utilizado comúnmente en sistemas que

manejan una masa relativamente pequeña, debido a que aquellos que reaccionan rápidamente a variaciones en la energía añadida del proceso.

Es recomendable en sistemas en los que la carga varía a menudo y no se debe esperar que el controlador lo compense de forma automática, debido a los reiterados cambios en el punto de referencia, la cantidad de energía disponible, o el control de la masa.

CAPÍTULO III

HIPOTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

El diseño experimental de una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión hará posible el control de la temperatura de una cámara adiabática para su posterior implementación.

3.1.2. Hipótesis Secundarias

- ✓ El diseño de la cámara adiabática permita reducir el error de adquisición del sensor de temperatura

- ✓ A través del control de temperatura se podrá tener los límites de -20 80 grados centígrados, para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.

- ✓ A través de un diseño electrónico, se podrá tener una resolución de temperatura de 0.1 grados centígrados para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao

3.2. Variables

Variable independiente: Elaborar un diseño electrónico

Variable dependiente: Control de temperatura.

3.3. Operacionalización de Variables

Variable	Concepto	Dimensiones
<p align="center">Diseño Electrónico de un controlador de temperatura</p>	<p>Es el arte de crear, transformar o resolver un problema, dentro del campo de la electrónica. El Diseño Electrónico estimula el funcionamiento, la creatividad e ingenio del diseñador electrónico. El Diseño y Desarrollo Electrónico involucra tres ramas fundamentales de la tecnología: el hardware (todo lo que tiene que ver con tarjetas electrónicas, circuitos impresos o PCB, componentes electrónicos y accesorios), el firmware (son las instrucciones o programas de muy bajo nivel que por lo general están en los microprocesadores, microcontroladores o sistemas embebidos a los que el usuario común no puede acceder ni alterar), y el software (programas residentes en dispositivos tales como computadoras, teléfonos inteligentes, tabletas, etc.) (John R. Barnes (2004))</p>	<p>Requerimientos iniciales</p> <p>Desarrollo de prototipos</p> <p>Ciclo de test</p>
<p align="center">Temperatura</p>	<p>Los controles de temperatura vienen acompañados de dos instrumentos, los cuales lo complementan para poder tener un sistema de control, el primero</p>	<p>Rangos de temperatura</p> <p>Sensores</p>

	<p>es el sensor de temperatura que normalmente es termopar ó pt100 y el segundo es un actuador el cual puede ser un relay ó ssr para activar un instrumento el cual influye directamente en la temperatura dentro del proceso (válvulas, resistencias calefactoras, entre otras...)</p>	
--	---	--

CAPÍTULO IV

METODOLOGIA

4.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación para el presente Proyecto es del tipo Aplicado.

4.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es del tipo transversal y descriptivo, debido a que estudiará el estado de las dos variables, elaborando el diseño electrónico correspondiente, para luego poder ser usado en el Hospital Carrión.

4.3. Población y Muestra

Por el tipo y diseño del presente proyecto de investigación, los estudios a realizarse se llevarán a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao.

Por tanto nos abocaremos a diseñar un hardware adecuado para hacer el correcto control de temperatura.

En función a ello no hacemos uso de un universo o población general, por ende tampoco tendremos necesidad de diseñar un tamaño de Muestra.

4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos e Información.

Técnicas

Las técnicas que se usarán en el presente Proyecto será del tipo netamente operativo, todo ha de realizarse en las instalaciones del Laboratorio de la UNAC.

Instrumentos

Se usarán los instrumentales propios del laboratorio, así como los que se necesiten para crear, diseñar, planear un correcto diseño electrónico.

CAPÍTULO V

DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE TEMPERATURA

5.1 Elementos utilizados para el sistema de control de temperatura

5.1.1 Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura son componentes eléctricos y electrónicos que, en calidad de sensores, permiten medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada. Dicha señal puede enviarse directamente o mediante el cambio de la resistencia. También se denominan sensores de calor o termosensores. Un sensor de temperatura se usa, entre otras aplicaciones, para el control de circuitos. Los sensores de temperatura también se llaman sensores de calor, detectores de calor o sondas térmicas.

✓ Por efectos mecánicos:

Un termómetro de líquido en vidrio es un tubo de vidrio donde un líquido se expande al aumentar la temperatura y mide la temperatura sobre una escala graduada.

Principales partes de un termómetro de líquido en vidrio

Bulbo: reservorio que contiene el líquido termométrico

Vástago: Tubo de vidrio que tiene un orificio capilar donde el líquido se desplaza con el cambio de temperatura.

Escala auxiliar: Una escala de rango limitado para verificar el cero del termómetro.

Cámara de contracción: Un agrandamiento en el orificio capilar para hacer el termómetro más corto.

Línea de inmersión: Una línea que marca hasta donde se deben sumergir los termómetros de inmersión parcial.

Escala principal: Una escala permanente en la cual se lee la temperatura del termómetro.

Cámara de expansión: Un agrandamiento en la punta del tubo capilar donde el líquido puede fluir si la temperatura excede la de la escala. No es deseable que el líquido llegue a esta cámara. Se debe evitar sobrecalentar el termómetro.

Es un instrumento que mide la temperatura mediante el coeficiente de dilatación entre 2 láminas metálicas.

El termómetro bimetálico determina la temperatura aprovechando el desigual coeficiente de dilatación entre dos láminas de diferentes metales, unidas rígidamente, a lo cual se le denomina lamina bimetálica. De este modo, las 2 láminas se expandan a diferentes temperaturas generando una arco, lo cual permite medir la temperatura.

Un termómetro bimetálico sirve para medir la temperatura a través de la contracción y expansión de diferentes aleaciones de metales. La medición se lleva a cabo mediante la mayor o menor coeficiente de dilatación de cada uno de los metales. Es un instrumento muy eficiente para medir altas temperaturas de líquidos.

El sistema bimetálico está formado básicamente por una hélice construida con un metal de alto coeficiente de dilatación y otra con uno de expansión baja. Uno de los extremos se fija a una base de acero y la otra a un eje que sostiene una aguja que muestra la medición.

Al cambiar la temperatura la aguja se mueve, la temperatura marcando.

De lo anterior se deriva que es la variable entre coeficientes de dilatación de ambos metales lo que hara posible la medición.

Como se explicó anteriormente, la variación en el coeficiente de expansión de metales distintos, permite la elaboración de los termómetros y su funcionamiento correcto dependerá de la precisión de la calibración,

✓ Por efectos eléctricos:

Un termistor es un elemento de detección de temperatura compuesto por material semiconductor sinterizado que presenta un gran cambio en la resistencia en proporción a un cambio pequeño en la temperatura. En general, de los termistores se obtienen coeficientes de temperatura negativos, lo que conlleva que la resistencia del termistor disminuye a causa de que aumenta la temperatura.

Los termistores se fabrican con una mezcla de metales y materiales de óxido metálico. Una vez mezclados, los materiales se conforman y se hornean en la forma requerida. Los termistores pueden utilizarse tal cual, como termistores tipo disco, o seguir dándoles forma y montándolos con cables conductores y revestimientos para formar termistores tipo perla.

✓ Por efecto termoeléctrico:

El termocupla (también llamado termocopla) es uno de los sensores más importantes utilizados en la medición de temperatura en los más variados segmentos industriales.

Son los sensores de temperatura simples, robustos y de bajo costo utilizados en los más variados procesos, ya que su capacidad de medición se puede aplicar a un amplio rango de temperatura.

Las termocuplas son los sensores más adecuados para medir temperaturas de unas pocas decenas negativas a miles de grados Celsius. Son los sensores de temperatura más utilizados en el mundo.

Consiste en dos metales distintos, unidos por sus extremos y conectados a un termómetro termopar u otro dispositivo capaz, forman un circuito cerrado que produce una fuerza electromotriz cuando las 2 juntas (T1 y T2) se mantienen a diferentes temperaturas.

La Tabla 5.1 muestra los rangos a los que trabajan distintos tipos de termocuplas.

Tabla 5.1:
Rangos, según los tipos de Termocuplas

Termocupla	Rango	Clase 1: Desviación máxima (\pm)
Cobre vs Cobre - Níquel, Tipo T	-40 a +350°C	0,5°C ó 0,004 (t)
Hierro vs Cobre - Níquel, Tipo J	-40 a +750°C	1,5°C ó 0,004 (t)
Níquel - cromo vs níquel, Tipo K	-40 a +1 000°C	1,5°C ó 0,004 (t)
Platino - rodio 13% vs platino, Tipo R	0 a +1 600°C	1,0°C ó 1+0,003 (t = 1 100)°C
Platino - rodio 10% vs platino, Tipo S	0 a +1 600°C	1,0°C ó 1+0,003 (t = 1 100)°C

Termocupla	Rango	Clase 2: Desviación máxima (\pm)
Cobre vs Cobre - Níquel, Tipo T	-40 a +350°C	1,0°C ó 0,0075 (t)
Hierro vs Cobre - Níquel, Tipo J	-40 a +750°C	2,5°C ó 0,0075 (t)
Níquel - cromo vs níquel, Tipo K	-40 a +1 200°C	2,5°C ó 0,0075 (t)
Platino - rodio 13% vs platino, Tipo R	0 a +1 600°C	1,5°C ó 0,0025 (t)
Platino - rodio 10% vs platino, Tipo S	0 a +1 600°C	1,5°C ó 0,0025 (t)

Termocupla	Rango	Clase 2: Desviación máxima (\pm)
Cobre vs Cobre - Níquel, Tipo T	-200 a +40°C	1,0°C ó 0,015 (t)
Hierro vs Cobre - Níquel, Tipo J	-200 a +40°C	2,5°C ó 0,015 (t)
Níquel - cromo vs níquel, Tipo K	-200 a +40°C	2,5°C ó 0,015 (t)
Platino - rodio 13% vs platino, Tipo R	---	---
Platino - rodio 10% vs platino, Tipo S	---	---

FUENTE: Elaboración propia

5.1.2 Válvula de expansión

Las válvulas de expansión termostáticas son desarrolladas para regular la inyección de refrigerante líquido a los evaporadores. Esta inyección de refrigerante estará siempre regulada por un elemento termostático que está situado en la parte superior de la válvula de expansión la cual es controlada en función del recalentamiento del refrigerante.

Existe una gran variedad de válvulas de expansión termostáticas, ej: R-22, R 404-A, R-717 (amoníaco). Con puerto balanceado, con carga MOP. En todas ellas el objetivo es entregar la máxima eficiencia del evaporador con un sobrecalentamiento adecuado.

Lo primero es analizar y conocer el funcionamiento de la válvula de expansión: consta de un elemento termostático separado del cuerpo por medio de una membrana, el elemento termostático está en contacto con el bulbo a través de un tubo capilar, un cuerpo con un asiento y orificio y un muelle o resorte.

Manual; en que la variación se hace por medio de un tornillo de ajuste. En esta clase de válvulas el calentamiento no depende de la temperatura que se evapora el refrigerante en su estado gaseoso, sino que se mantiene fijo.

Termostática; llamado VET o TXV, esta actúa por medio de un efecto de expansión por control de un bulbo sensor, que regulara el flujo del refrigerante líquido que entra a través del orificio de la VET Termostática con presión externa compensada; llamado VETX, se deriva de la VET para equipos medios o grandes o que trabajen a elevadas presiones y variaciones de carga térmica. Además se deberán usar en sistemas donde el evaporador contiene diversos circuitos, y/o está acoplado a un distribuidor de el refrigerante.

Electromecánica o Electrónica (motorizada); trabaja por medio de un control electrónico, que consiste de sensores de temperatura que envían señales a un CI (circuito integrado) y éste mediante los datos conserva un sobrecalentamiento dentro de los rangos permitidos para el funcionamiento del sistema. (normalmente se usa en estanque de bombeo) Automática; conserva una presión constante en el evaporador inundado entregando adecuadamente, mayor o menor flujo a la salida del evaporador, en consecuencia a los cambios térmicos al que es sometido.

5.1.3. Resistencias calefactoras

Es increíble la ciencia, es invaluable el conocimiento que nos ofrece y cuando dicho conocimiento se sabe aplicar de manera útil y practica para la vida diaria se obtienen resultados inimaginables, en varios casos con utensilios o materiales simples y que esta al alcance de todos se logra crear cosas y dispositivos con una utilidad y funcionalidad increíbles.

Como es el caso de las resistencias calefactoras, dispositivos constituidos con diferentes tipos de materiales, generalmente con alguna clase de alambre o base y filamento , que tienen la capacidad de percibir un flujo de corriente eléctrica y generar calor a partir de aquella corriente. Los usos que aquellos dispositivos obtienen son muy variados, al igual que sus campos de aplicación; pueden ser usados por una sirvienta en el hogar o por un técnico y/o ingeniero en una planta o fabrica.

Este artefacto fue descubierto y aplicado por primera vez hace ya 2 siglos. James Prescott Joule, un físico inglés, descubrió que al introducir corriente eléctrica a un material que conduce corriente, este material cambia la energía en calor, esto se deriva a los diferentes cambios físicos que suceden a nivel atómico dentro de el material.

El conocimiento científico que acompaña a estos instrumentos es grande, incluye fórmulas químicas, físicas, despejes, cifras, tablas, etcétera, definiciones que suelen manejar sólo los ingenieros y aquellos diseñadores de maquinaria y aparatos como estos. Aunque, el uso de estos artefactos es realmente sencillo y prácticamente la mayoría de personas puede usarlos.

Las resistencias de calefacción pueden ser hechas de diferentes materiales, con variadas formas, tipos y tamaños, que esto dependerá del uso que se les vaya a dar, las demandas de la actividad o el mercado al que se estén en oferta.

Una clase son las resistencias calefactoras tipo banda, calefactores realizados a partir de un alambre plano que está tramado o envuelto alrededor de una mica o cerámica y este alambre está cubierto por una hoja de acero inoxidable, el cuerpo final es roldado de forma que quede en aro.

Este aparato, por su forma, comúnmente es utilizado para calentar estructuras cilíndricas, como los tubos o recipientes, por medio de la conducción.

Esta clase de calefactores a su vez se parte en dos tipos: de mica y de núcleo cerámico. Claramente esta división se deriva al material sobre el que está envuelto el alambre. El calefactor de forma de mica es el más común; el de núcleo de cera tiene mayor potencia y capacidad, pero tiene costos elevados de producción.

5.1.4. Clases de microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado digital que puede ser usado para muy diversos propósitos debido a que es *programable*. Está compuesto por una unidad central de proceso (CPU), memorias (ROM y RAM) y líneas de entrada y salida (periféricos). Como podrás darte cuenta, un microcontrolador tiene los mismos bloques de funcionamiento básicos de una computadora lo que nos permite tratarlo como un pequeño dispositivo de cómputo.

Microcontroladores Intel: Es un circuito integrado que contiene varias de las mismas cualidades de una computadora de escritorio, como la del CPU, la memoria,. Pero no contiene ningún dispositivo de “comunicación de humanos” , como monitor, teclados o mouse. El micro controlador Intel 8051: es el micro controlador mas popular sin lugar a dudas. Fácil de programar, pero potente. Está bien documentado y posee cientos de variantes e incontables herramientas de desarrollo.

Microcontroladores de Philips: Los microcontroladores Philips de bajo consumo equipados con USB, LPC214x, tiene sus bases en el procesador de 32/16 bits ARM7TDMI-S, que tiene hasta 512 Kbytes de memoria flash de alta velocidad incorporada y hasta 40 Kbytes de SRAM dentro de el chip. Su forma de arquitectura incluye soporte USB 2.0 a toda velocidad con 32 puntos de conexión, dos UART 16C550, dos interfaces rápidas para circuitos I²C (a 400 kbit/s) y otras dos SPI, una de ellas con posibilidad de búfer y tambien datos de longitud variable, que tambien incorporan uno o dos ADC de 10 bits con registro de resultados en cada canal.

El controlador de USB integrado tiene 2 Kbytes de RAM, con 8 Kbytes de RAM que puede utilizar DMA USB (sólo el LPC2146/2148). La interfaz USB soporta

cuatro modos de intercambio de datos: Control, Interrupt, Bulk o Isochronous. Como conexión, el usuario puede elegir entre Good Link™ o Soft Connect™.

Controladores de Siemens: Los controladores de procesos son vitales en la automatización industrial. El PLC, a pesar de su gran permanencia en la industria, ha tenido que asimilarse a las diversas demandas de manufactura. Y es por esta razón que hoy en día es posible encontrar diversos modelos para distintos tipos de producción. Un ejemplo claro es el PLC Siemens S7 300, desarrollado para dar solución a la automatización de rango medio. Se trata de un autómata modular en el rango de Totally Integrated Automation, TIA. El PLC Siemens S7 300 no solo destaca por dar solución a gamas baja y media. Adicional, se trata de un PLC que mantiene renovaciones a nivel CPU, y esto lo hace una de las opciones más versátiles para la industria. Como se ha mencionado ya, el PLC ha tenido que evolucionar con el paso del tiempo. Por esta razón el PLC Siemens S7 300 cuenta con características sobresalientes que lo hacen adaptable a la industria. Entre las más importantes se pueden mencionar:

Programación modular: esto es uso inteligente, y reduce costos tanto en ingeniería como en operación. De esta forma es posible reutilizar el programa y sus librerías.

Nueva opción para memoria: ahora es posible utilizar Micro Memory Card, y esto representa ahorro en mantenimiento. Además, es posible almacenar datos y facilitar actualización de firmwares.

Eficiencia: El PLC Siemens S7 300 no solo puede automatizar, sino que también es capaz de integrar varios procesos. Hay 2 factores importantes son la seguridad y el movimiento, y este PLC es tiene la capacidad de integrar ambos de manera muy funcional.

STEP 7: Tal vez la característica más importante a la fecha en un PLC de este tipo. Se trata de una interfase orientada a objetos, con configuración gráfica en lugar de programación. Además, ofrece diagnósticos inteligentes y un proceso de simulación offline.

Microcontroladores PIC de Microchip: Un PIC es un circuito integrado programable (Programmable Integrated Circuit), el cual adquiere todos los componentes para poder controlar y realizar una tarea, por lo que se denomina como un microcontrolador. Los PIC son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

El nombre actual no es un acrónimo. En realidad, el nombre completo es PICmicro, aunque generalmente se utiliza como Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico). El PIC original se diseñó para ser usado con la nueva CPU de 16 bits CP16000. Siendo en general una CPU de calidad, esta tenía malas referencias de entrada y salida, y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar el rendimiento de los sistemas eliminando peso de entrada/salida a la CPU.

El PIC utilizaba microcódigo simple almacenado en ROM para realizar estas tareas; y aunque el término no se usaba por aquel entonces, se trata de un diseño RISC que ejecuta una instrucción cada 4 ciclos del oscilador.

Microcontroladores de Atmel: Las placas Arduino usan principalmente microcontroladores de la gama AVR de Atmel, pero también de otras gamas de Atmel y de Intel. RISC es una filosofía de diseño de CPU para computadora

que está a favor de conjuntos de instrucciones pequeñas y simples que toman menor tiempo para ejecutarse.

El tipo de procesador más comúnmente utilizado en equipos de escritorio, el x86, está basado en CISC en lugar de RISC, aunque las versiones más nuevas traducen instrucciones basadas en CISC x86 a instrucciones más simples basadas en RISC para uso interno antes de su ejecución.

Es importante saber que arduino no es el único microcontrolador ni la única plataforma. Lo mismo que hacemos con arduino se puede hacer con otros microcontroladores y otras plataformas de desarrollo, pero Arduino es la más extendida, con más documentación y soporte de la comunidad.

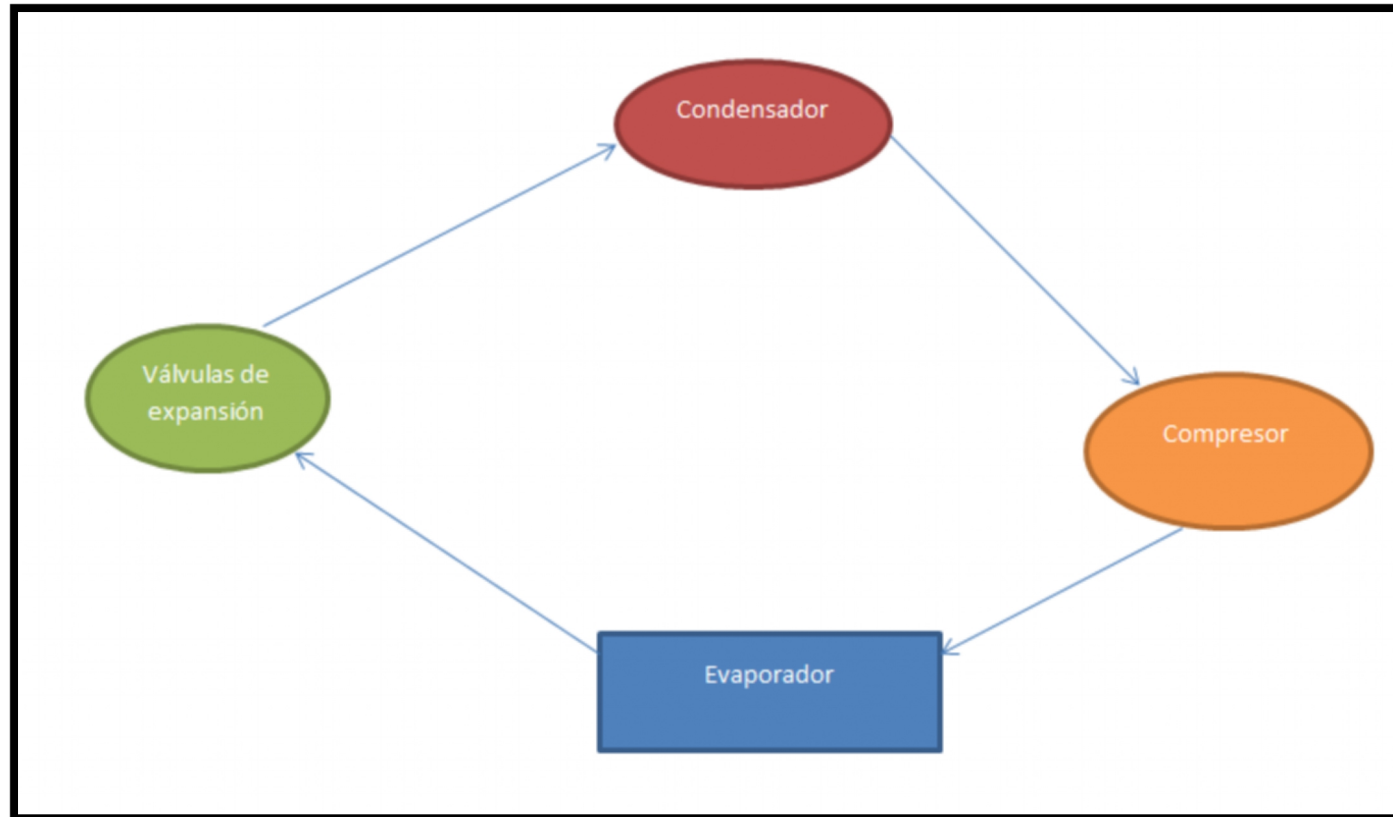
Un sistema embebido es un sistema diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas, frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. Al contrario de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general que están diseñados para cubrir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos se diseñan para cubrir necesidades específicas.

En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base (la tarjeta de vídeo, audio, módem, etc.). Algunos ejemplos de sistemas embebidos podrían ser dispositivos como un termostato, un sistema de control de acceso, la electrónica que controla una máquina expendedora o el sistema de control de una fotocopidora entre otras múltiples aplicaciones. El firmware es la programación o software que ejecuta y es lo que vamos a aprender a programar.

5.1.5 Cámara adiabática

Una cámara adiabática, es un equipamiento considerado como de nivel médico y para uso médico, dedicado exclusivamente para el tratamiento térmico de,

Gráfica 5.2:
Diagrama de un sistema de refrigeración por compresión de vapor



FUENTE: Elaboración propia

En la gráfica 5.2, se presenta el diagrama de conexiones entre los diferentes sistemas que componen la cámara adiabática, tenemos los módulos de evaporación, el módulo de compresión, el módulo de condensador y finalmente el modulo que comprende el control con la válvula de expansión como elemento principal.

5.2 Diseño del Hardware del sistema

En esta Capítulo se describe a modo detallado, los procedimientos para el diseño de la cámara adiabática, analizando cada uno de los circuitos desarrollados.

5.2.1. Diseño de la tarjeta de control principal

En el diseño propuesto, el control principal está a cargo del microcontrolador conectado con las unidades de adquisición, los sensores, teclado y unidades de control.

5.2.2 Criterio de selección:

Los criterios de selección de los componentes indicados están relacionados con la disponibilidad en el mercado nacional que se puedan adquirir a un menor costo.

5.2.3 Diseño del circuito de control principal:

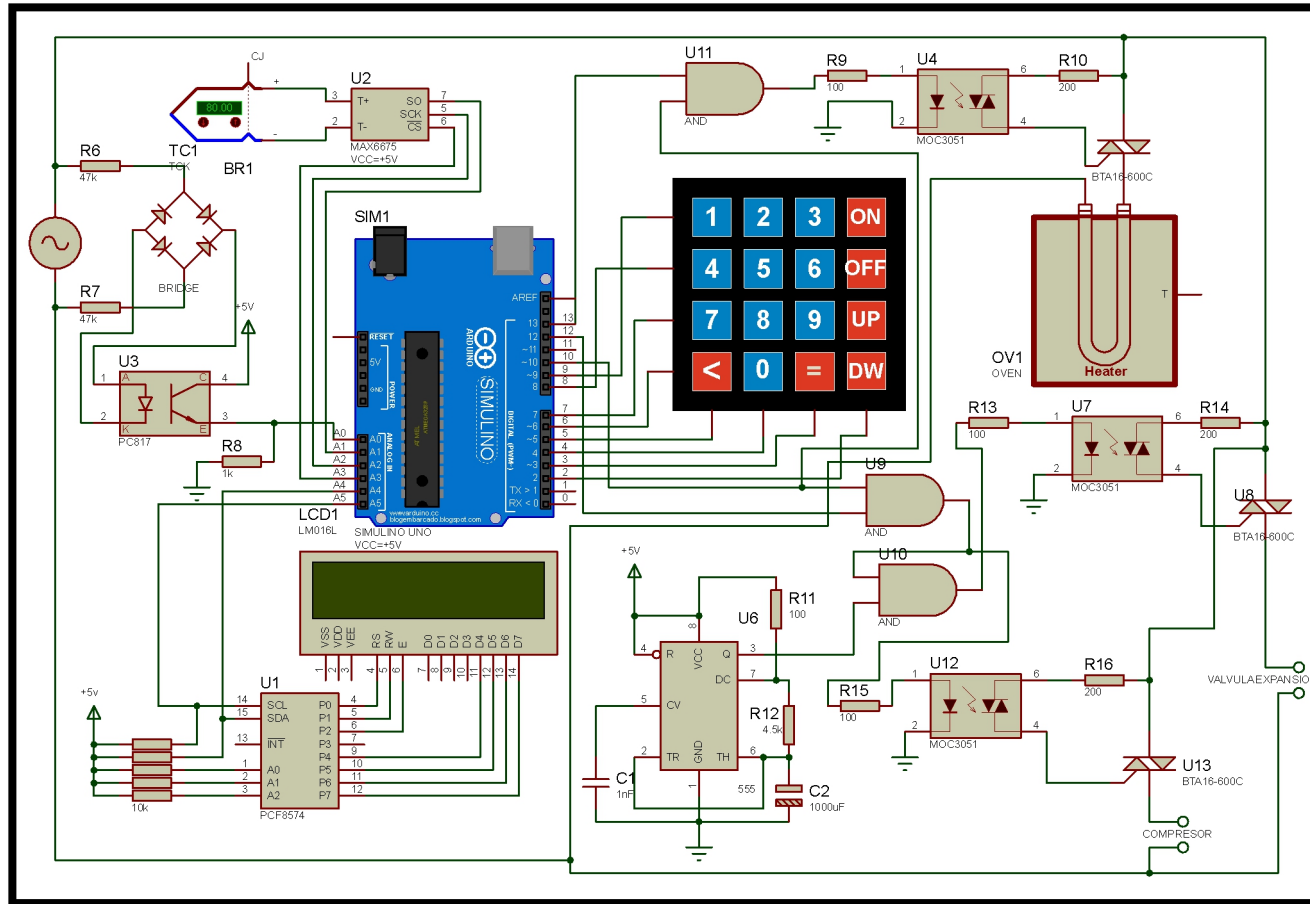
En la figura siguiente se muestra el diagrama esquemático del circuito principal Como cerebro del circuito estaremos usando la plataforma arduino con la tarjeta ARDUINO UNO , que comandara la interfaz humano-maquina, que controlara la activación de la resistencia calefactora, en caso se necesite elevar la temperatura, y el compresor junto a la válvula de expansión, en caso se necesita disminuir la temperatura.

El pin 10 es el que enviara la señal para que el sistema se active, pero este esperara la señal del pin 12(para enfriar) y pin 13(para calentar).

El pin 12 y 13 se activaran teniendo como punto los 30°C para su activación, este parámetro será sensado por el módulo MAX6675 que interpretara la señal tomada de la termocupla TIPO K.

.

Gráfica 5.3:
Diagrama esquemático del circuito de control principal



Fuente: Elaboración propia

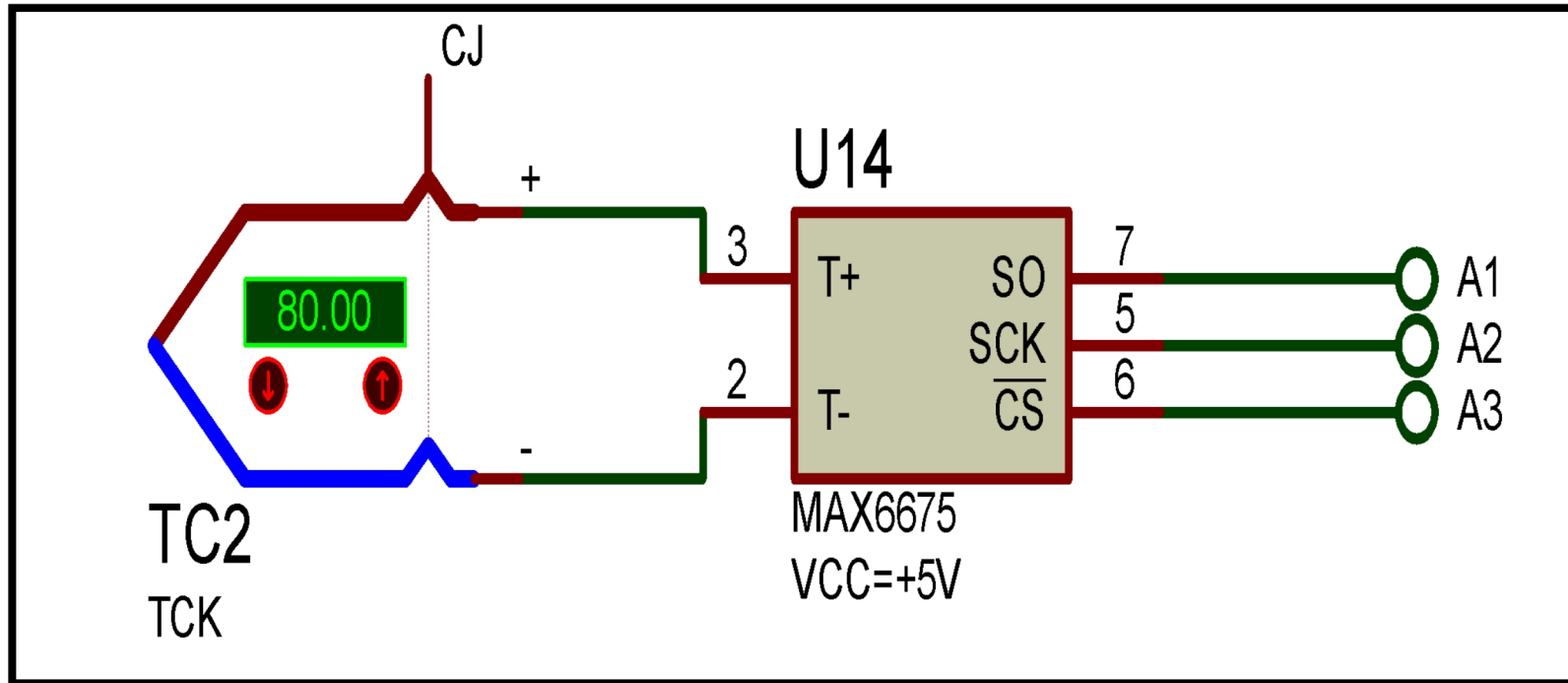
5.2.4 Diseño del módulo de sensado y acondicionamiento de señal

El módulo de sensado y de acondicionamiento de la señal está compuesto por una unidad de sensado de temperatura basado en termocupla y como unidad de acondicionamiento el circuito MAX6675, como indica la siguiente figura.

Para el acondicionamiento de la señal estaremos usando el modulo MAX6675 que se encargara de la conversión, junto a la librería `#include <max6675.h>` en el código.

```
#include <max6675.h>  
int thermoDO = A1; //so  
int thermoCS = A3; //cs  
int thermoCLK = A2; //sck  
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);  
t_real = thermocouple.readCelsius();
```

Gráfica 5.4:
Diagrama esquemático del circuito de acondicionamiento de señal



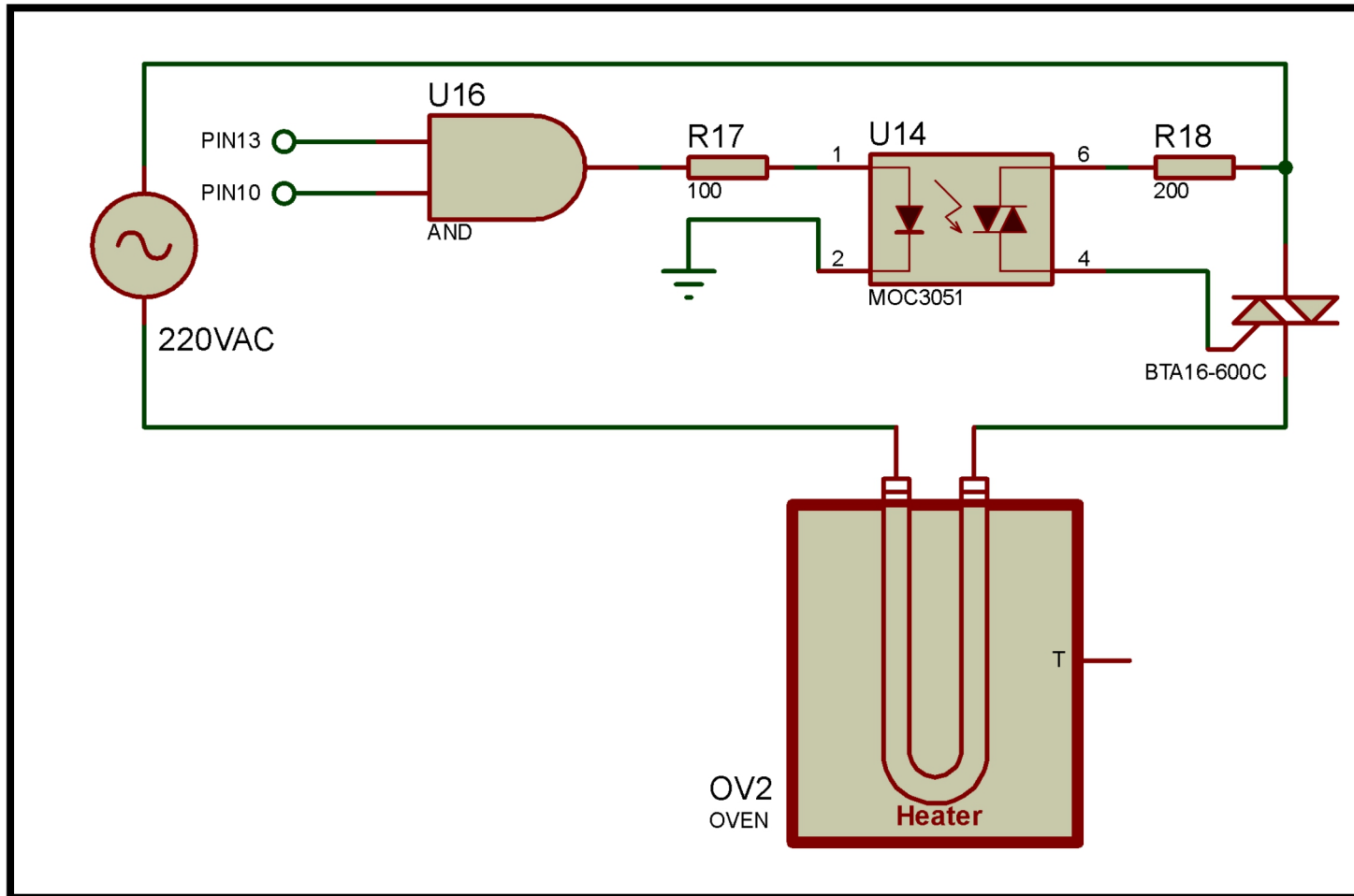
Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Diseño del módulo de control de potencia de las resistencias

Este módulo permite controlar la potencia de las resistencias calefactoras así como dar seguridad al microcontrolador aislando la etapa de potencia y la unidad de control.

Se estará usando un optocoplador MOC3051 junto a un triac BTA16-600 para el control de la potencia a las resistencias. Esta se activará cuando el pin10 (activación) y el pin 13(pin de activación caliente) estén activos.

Gráfica 5.5:
Diagrama esquemático del control de potencia de las resistencias

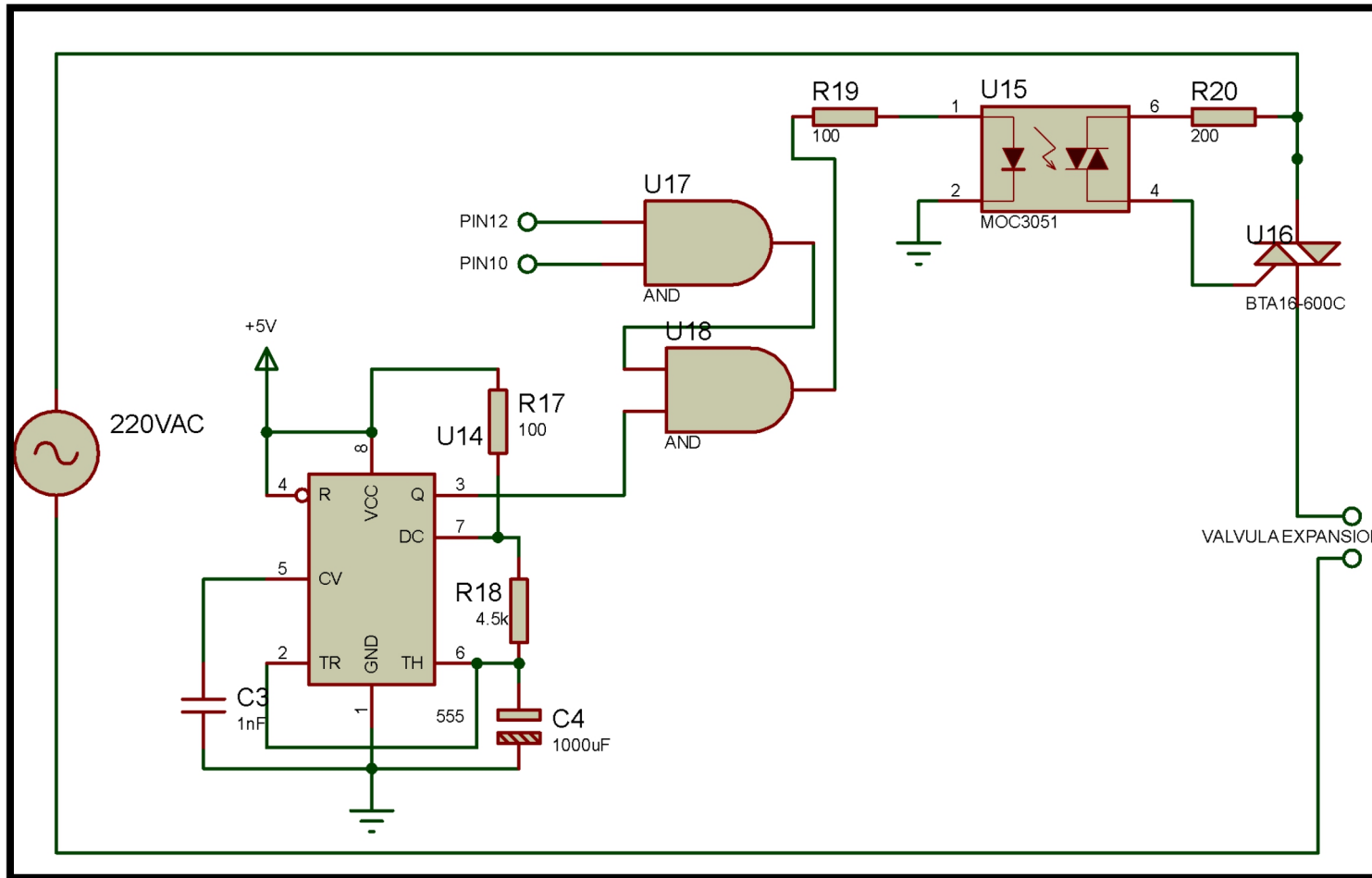


Fuente: Elaboración propia

5.2.6 Diseño del módulo de control de apertura de la válvula

La válvula estará controlada por la activación del PIN10 (activación) y el PIN12 (activación de frío), la válvula electrónica de expansión DANFOSS tiene como máximo ciclo de trabajo de 6 segundos por ello se le integro para su activación un timer555 monoestable configurado con un periodo de 6 segundos y ciclo de trabajo del 50%.

Gráfica 5.6:
Diagrama esquemático del control de apertura de la válvula

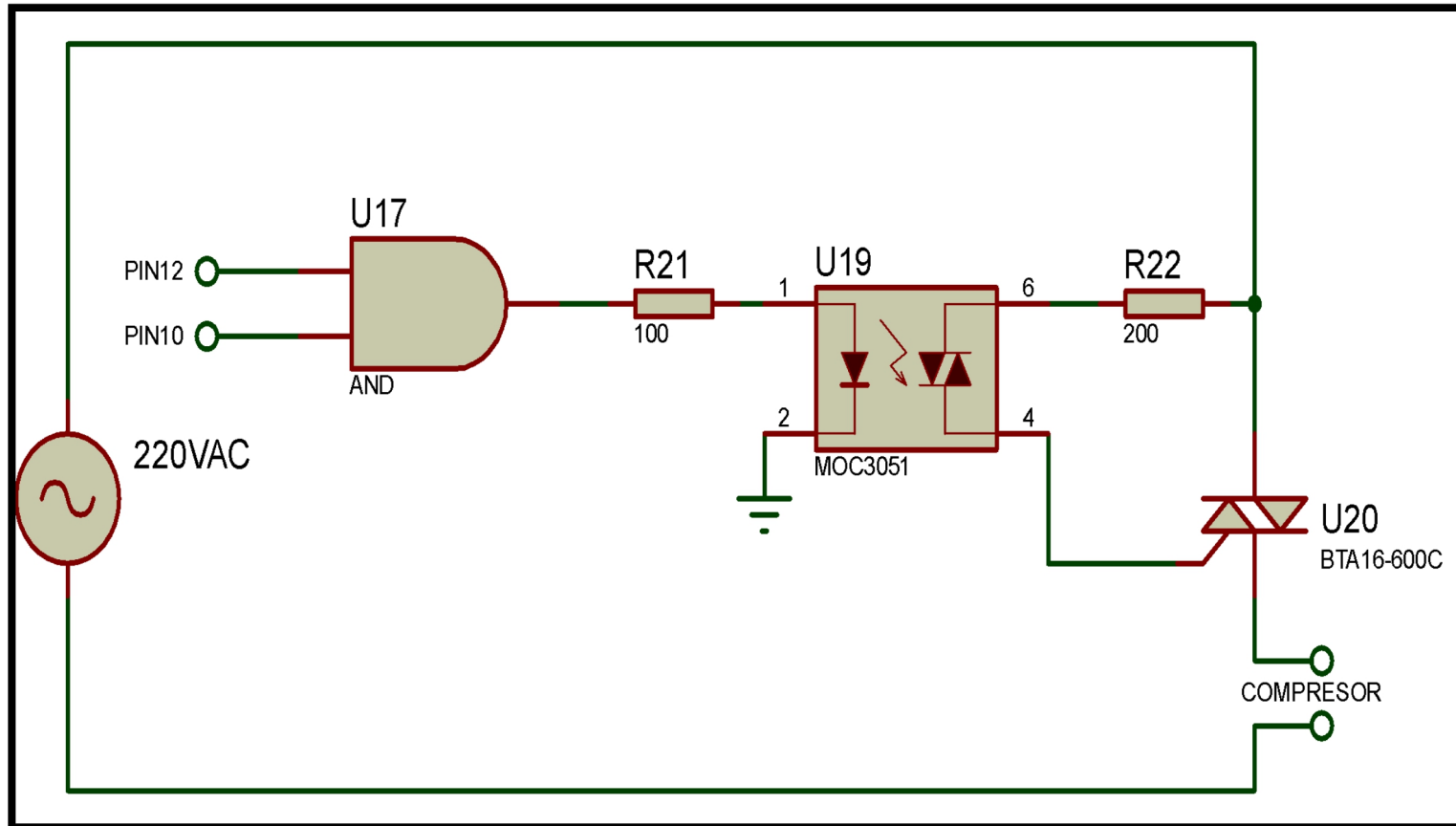


Fuente: Elaboración propia

5.2.7 Diseño del módulo de el encendido y apagado del compresor

El control del apagado y prendido del compresor se desarrolla directamente de los PIN12 Y PIN10 para su activación cuando la temperatura este por debajo de los 30°C.

Gráfica 5.7:
Diagrama esquemático del circuito de encendido-apagado del compresor



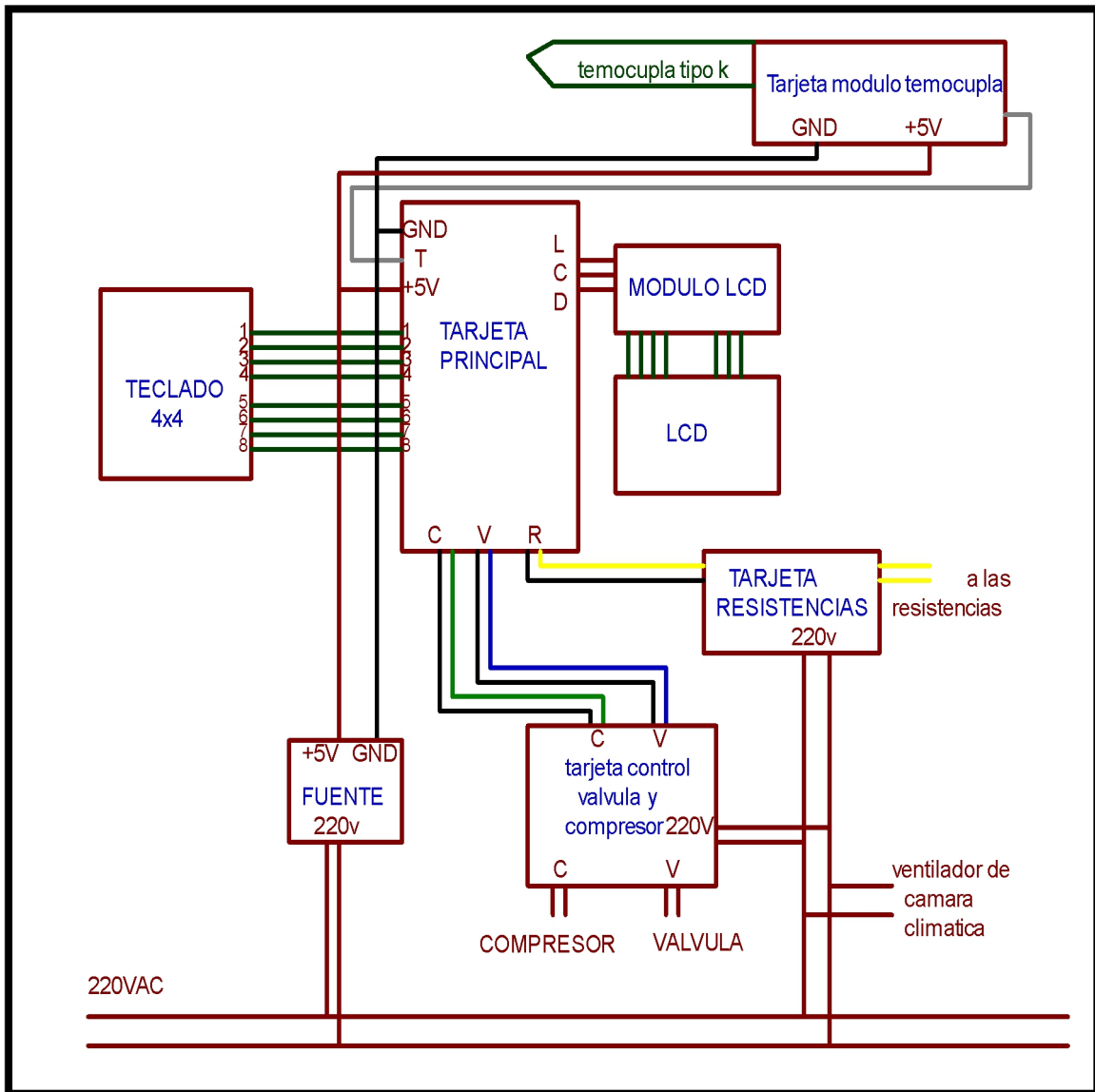
Fuente: Elaboración propia

5.3 DIAGRAMA DE CONEXIONES

En la figura siguiente se presenta el diagrama de conexiones a modo general:

Gráfica 5.8:

Diagrama de conexiones del sistema



Fuente: Elaboración propia

5.4 DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

El software del sistema esta desarrollado bajo la plataforma educativa arduino, donde se tiene como objetivo principal el poder controlar la cámara así como la adquisición de los sensores y control de la válvula.

5.4.1 Diseño del programa principal

El programa principal tiene por finalidad el control de la temperatura en el rango de -20ª 80 grados centígrados, a continuación se presenta el código de programa principal:

```
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>
#include <LiquidMenu.h>
#include <max6675.h>
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7);
    //DIR, E, RW, RS, D4, D5, D6, D7
const byte FILAS = 4;
const byte COLUMNAS = 4;
char TECLA;
char TECLAIMPRESA;
byte pinesfilas[FILAS] = {9,8,7,6}; //son los pines de entradas de filas del teclado
byte pinescolumnas[COLUMNAS] = {5,4,3,2}; // son los pines de entrada de
columnas del teclado
int t_set;
int t_real = 0;
int pin_activo = 10;
int pin_frio = 12;
int pin_caliente = 13;
int zero_cross = A0;
```

```

int thermoDO = A1; //so
int thermoCS = A3; //cs
int thermoCLK = A2; //sck
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
char keys[FILAS][COLUMNAS]= {
    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'*','0','#','D'}
}; // los caracteres se pueden cambiar a disposicion del teclado

```

```

Keypad teclado = Keypad(makeKeymap(keys), pinesfilas, pinescolumnas, FILAS,
COLUMNAS);

```

```

LiquidLine opcion1 (1,0,"ENFRIAR");
LiquidLine opcion2 (1,1,"CALENTAR");
LiquidLine opcion3 (1,0,"T_SET");
LiquidLine opcion4 (1,1,"ESTADO");
LiquidScreen pantalla1(opcion1,opcion2,opcion3,opcion4);

```

```

LiquidLine opcion_2_1 (1,0,"T_SET");
LiquidLine opcion_2_2 (1,1,"T_REAL");
LiquidLine opcion_2_3 (1,0,"TIEMPO");
LiquidLine opcion_2_4 (1,1,"PARAR");
LiquidScreen pantalla2(opcion_2_1,opcion_2_2,opcion_2_3,opcion_2_4);
LiquidMenu menu(lcd,pantalla1,pantalla2);

```

```

bool zero_cross_detected = false;
int firing_delay = 7400;
int maximum_firing_delay = 7400;
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long currentMillis = 0;
int temp_read_Delay = 500;

```

```

int real_temperature = 0;
int setpoint = 100;
float PID_error = 0;
float previous_error = 0;
float elapsedTime, Time, timePrev;
int PID_value = 0;
//PID constants
int kp = 203; int ki= 7.2; int kd = 1.04;
int PID_p = 0; int PID_i = 0; int PID_d = 0;

void setup()
{

pinMode (pin_activo,OUTPUT);
pinMode (pin_frio,OUTPUT);
pinMode (pin_caliente,OUTPUT);
pinMode (zero_cross,INPUT);

Serial.begin(9600);
lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE);
lcd.setBacklight(HIGH);
lcd.begin(16, 2);
lcd.clear();
menu.init();
opcion1.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion2.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion3.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion4.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion1.attach_function(1, enfriar);
opcion2.attach_function(1, calentar);
opcion3.attach_function(1, tset);
opcion4.attach_function(1, estado);
menu.add_screen(pantalla1);

```

```

opcion_2_1.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion_2_2.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion_2_3.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion_2_4.set_focusPosition(Position::LEFT);
opcion_2_1.attach_function(1, mostrar_tset);
opcion_2_2.attach_function(1, mostrar_t_real);
opcion_2_3.attach_function(1, mostrar_tiempo);
opcion_2_4.attach_function(1, parar);
menu.add_screen(pantalla2);
pantalla1.set_displayLineCount(2);
pantalla2.set_displayLineCount(2);
menu.set_focusedLine(0);

```

```

menu.update();
}

```

```

void loop()
{
currentMillis = millis();
TECLA = teclado.getKey();
if(TECLA != 0)
{TECLAIMPRESA = TECLA;
}
if(TECLA = "C")
{
menu.switch_focus(false);
}
if(TECLA = "D")
{
menu.switch_focus(true);
}
if(TECLA = "=")

```

```

{
  menu.call_function(1);
}
if(TECLA = "<")
{
  menu.change_screen(1);
  menu.set_focusedLine(0);
}
menu.update();
if(currentMillis - previousMillis >= temp_read_Delay){
  previousMillis += temp_read_Delay;
  t_real = thermocouple.readCelsius();
if(t_real >=30){
  digitalWrite(12,HIGH);
  digitalWrite(13,LOW);
}
if(t_real <30){
  digitalWrite(12,LOW);
  digitalWrite(13,HIGH);
}
  PID_error = t_set - t_real;

  if(PID_error > 30)
  {PID_i = 0;}

  PID_p = kp * PID_error;
  PID_i = PID_i + (ki * PID_error);
  timePrev = Time;
  Time = millis();
  elapsedTime = (Time - timePrev) / 1000;
  PID_d = kd*((PID_error - previous_error)/elapsedTime);
  PID_value = PID_p + PID_i + PID_d;

```

```

    if(PID_value < 0)
    {   PID_value = 0;   }
    if(PID_value > 7400)
    {   PID_value = 7400;   }
previous_error = PID_error;
}
if (zero_cross_detected)
{
    delayMicroseconds(maximum_firing_delay - PID_value);
    digitalWrite(pin_activo,HIGH);
    delayMicroseconds(100);
    digitalWrite(pin_activo,LOW);
    zero_cross_detected = false;
}
}
void enfriar()
{
    menu.change_screen(2);
    menu.set_focusedLine(0);
    t_set = -15;
}
void calentar()
{ menu.change_screen(2);
  menu.set_focusedLine(0);
  t_set = 80;
}
void tset()
{ menu.change_screen(2);
  menu.set_focusedLine(0);
  t_set= TECLAIMPRESA ;
}
void estado()
{

```

```

    menu.change_screen(2);
    menu.set_focusedLine(0);

}

void mostrar_tset()
{
    lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print("T_SET = ");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(t_set);
}

void mostrar_t_real()
{lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print("T_REAL = ");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(t_real);

}

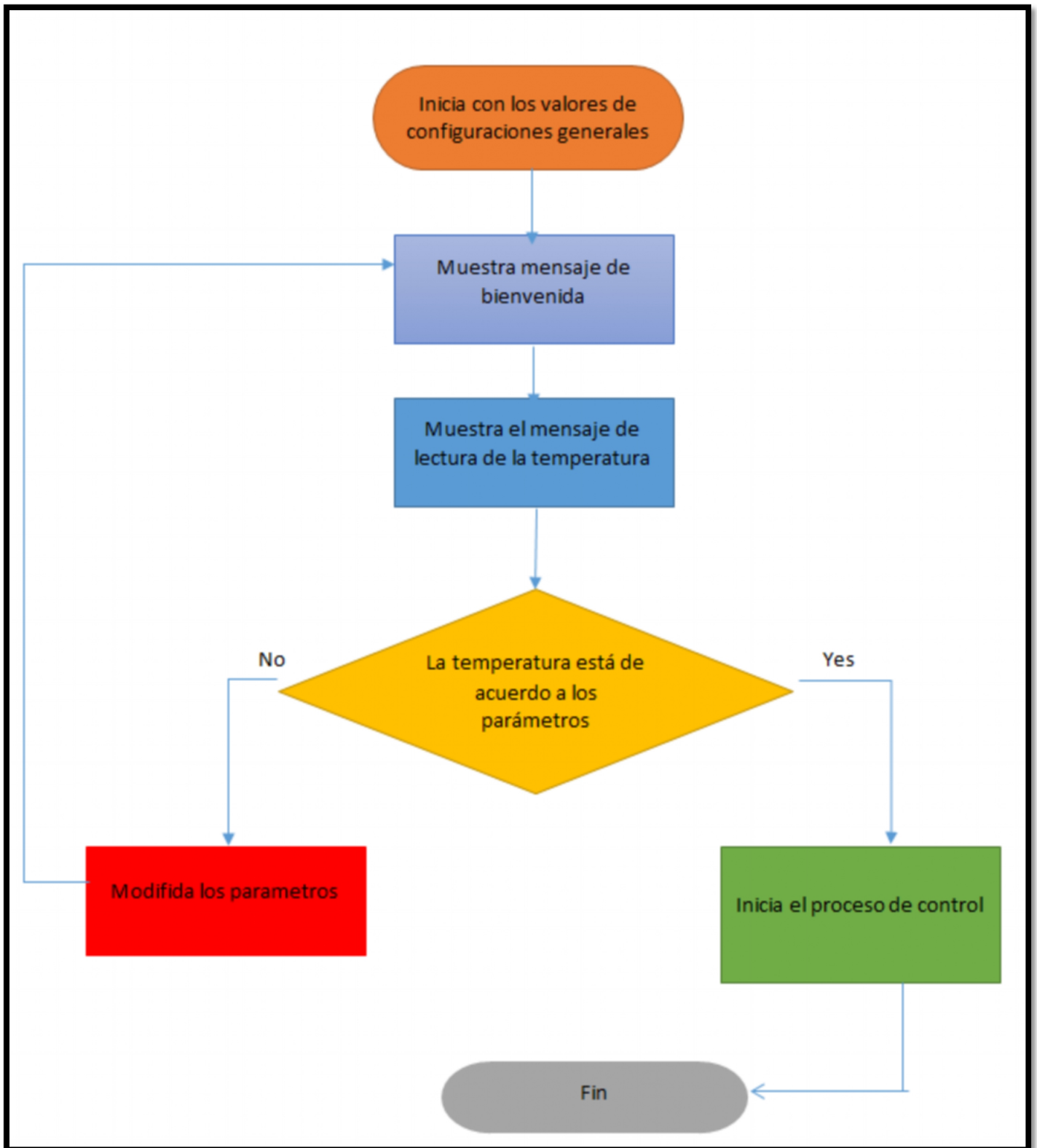
void mostrar_tiempo()
{lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print("TIEMPO = ");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(Time / 1000);
}

void parar()
{
    digitalWrite(10,LOW);
    digitalWrite(12,LOW);
    digitalWrite(13,LOW);
}

```

A continuación se presenta el diagrama d flujo del programa principal:

Gráfica 5.9:
Diagrama de flujo del programa principal

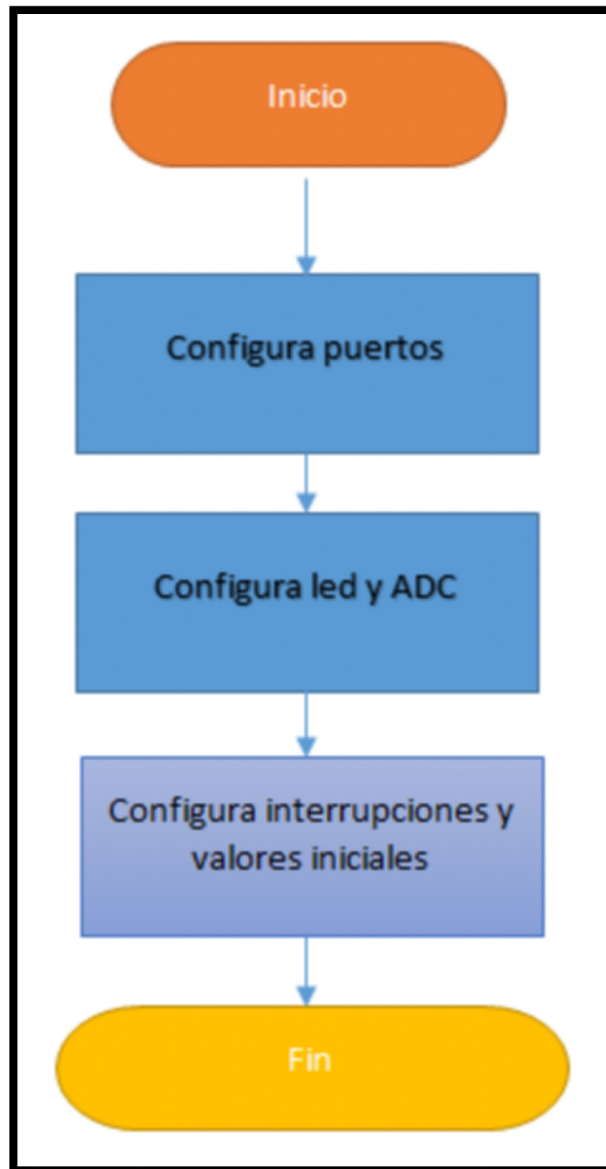


Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Diseño de subrutinas

A continuación se muestran algunas de las subrutinas que utiliza el programa principal:

Gráfica 5.10:
Rutina de Configuración General



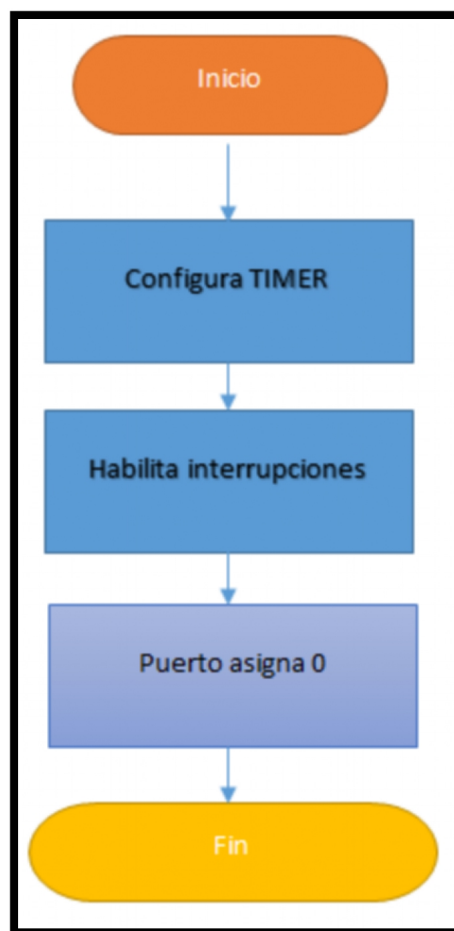
Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Diseño de interrupciones

El programa también cuenta con el uso de subrutinas de servicio de interrupción para hacerlo más eficiente. En la gráfica siguiente se muestran los diagramas de flujo de la RSI debido a una interrupción externa y la RSI por comparación exitosa en el temporizador 2 respectivamente.

Gráfica 5.11:

RSI por interrupción externa (INT1)



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

COSTOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO

6.1. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DISEÑADO

Las pruebas de los circuitos se presentan a continuación en base a valores simulados:

6.1.1 Pruebas y resultados con la etapa de censado y acondicionamiento de señal

Se presenta a continuación los valores obtenidos:

Tabla 6.1:

Resultados de la fase de censado usando termómetro como referencia.

LED (°C)	Termómetro (°C)
21,3	21,7
21,5	22
22,3	22,5
22,6	23
23,6	24
24,7	25
25,6	26
26,7	27
27,7	28
28,7	29
29,7	30
30,8	31
31,8	32
32,8	33
33,8	34
34,8	35
35,8	36
36,8	37
37,9	38
39,1	39
40	40
41,1	41
42,1	42
43,1	13
44,4	44
45,2	45
46,2	49

Fuente: Elaboración propia

6.1.2. Pruebas y resultados con las resistencias

La simulación de las pruebas se realizaron simulando casos reales, donde se logró encontrar la potencia de acuerdo al tiempo de exposición de la cámara, en la siguiente tabla se presenta los resultados:

Tabla 6.2:

Potencias obtenidas variando tiempo de disparo

Tiempo (min)	Potencia (W)
5,73	90
4,09	170
4,44	228
3,80	530
3,16	800
2,52	1031
2,90	1352
2,55	2580
1,50	1850

Fuente: Elaboración propia

6.1.3. Pruebas y resultados con la válvula de expansión

Las pruebas y resultados de la válvula de expansión se obtienen realizando el análisis por 6 segundos como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 6.3:

Valor de temperatura en el t para un Duty cycle de 100%

Duty Cycle	100%
Tiempo (m)	T (°C)
0	22
1	21
2	19
3	17
4	14
5	12
9	10
7	9
8	7
9	5
10	4
11	2
12	0,5
13	0,00
14	-0,50
15	-2,50
16	-4,30
17	-5,50
18	-7,00

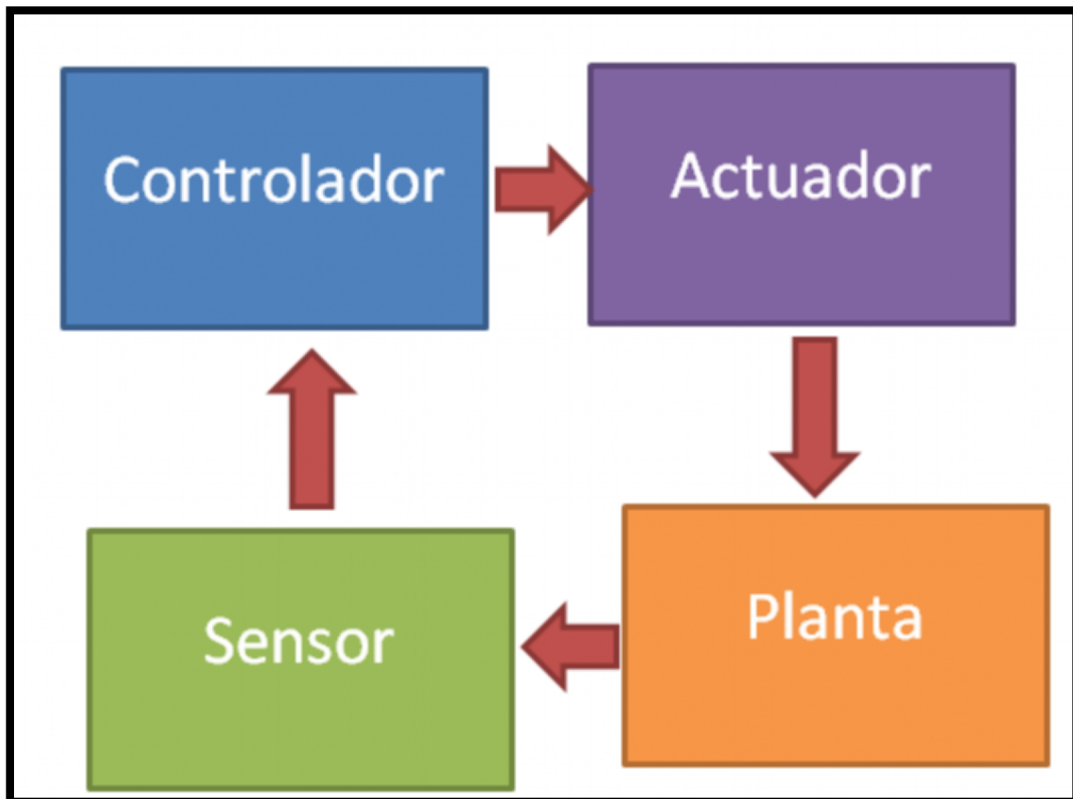
Fuente: Elaboración propia

6.2. Selección del tipo de control

En el análisis realizado se puede recomendar que el control que ayuda al propósito sea el denominado Control ON-OFF, La propuesta del diagrama de conexiones se muestra en la figura siguiente:

Gráfica 6.1:

Modelo del controlador on-off



FUENTE: Elaboración propia

6.3. Resultados finales

Los resultados finales se presentan realizando la medición en un proceso de ensayo a 40 grados centígrados como punto máximo, iniciando desde una temperatura de 23.4 grados centígrados en la figura siguiente se presenta los resultados:

Tabla 6.4:
Valor de temperatura en el t para un ingreso de 40°C

Tiempo (s)	T (°C)
0	22.20
10	25.30
20	28.10
30	32
40	34.80
50	40
60	42.20
70	40
80	38
90	38.5
100	39
110	40
120	40.40
130	40.10
140	39
150	40
160	40
170	39
180	40
190	40
200	41
210	40.20
220	40.10
230	40.50
240	39
250	39
260	39
270	38
280	40

Fuente: Elaboración propia

6.4. Costos

A continuación se presentan los costos de los componentes utilizados:

Tabla 6.5:
Costo de componentes en el sistema

Cntd	Componente	Precio (S/.)
1	LED TS1620G-1 V1.1	24,00
1	Teclado Matricial	10,00
1	AD 595 ADZ	180,00
2	Potenciómetro de precisión	9,00
22	Resistencias de 1/4 W	22,00
6	Resistencias de 1/2 W	12,00
2	Resistencias de 1 W	6,00
8	Condensadores electrolíticos	80,00
10	Condensadores cerámicos	40,00
15	Borneras	75,00
4	Molex	40,00
3	Sockets	15,00
4	Diodos 1N4007	8,00
3	Opto-acopladores MOC3021	15,00
1	Triac BTA 41600 B	20,00
2	Triac BT136 300	16,00
2	Fusibles de 1A	10,00
1	Transformador 15-0 de 2A	53,00
Total		750,00

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se llegan al finalizar la presente tesis están caracterizados por el cumplimiento de los objetivos, a continuación presentamos según su orden de presentación:

- ✓ Se logró realizar el diseño experimental de la cámara adiabática a efectos de su posterior implementación, para el Hospital Daniel Alcides Carrión.
- ✓ Se logró considerar en diseño los valores promedio de funcionamiento entre los grados -20 y 80 grados centígrados, basados en los circuitos propuestos.
- ✓ Se logró el diseño electrónico de control en base a 0.1 grados centígrados para el control fino.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que podemos indicar al finalizar la presente tesis, están relacionadas con los objetivos planteados:

- ✓ Para el diseño final se propone la utilización de componentes electrónicos de grado médico, así con características de precisión, debido a que es necesario el control fino de la temperatura.
- ✓ En el diseño del control de temperatura, se recomienda utilizar un sensor adicional como mecanismo de seguridad redundante, para tener la seguridad del sensado de la imagen.
- ✓ Se recomienda trabajar con la temperatura de 0.1 grados centígrados, asegurando para ello la utilización del sensor de temperatura acorde a esta característica, para poder cumplir con los requisitos y el control fino.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Cengel, Y. A, & Boles, M. A. (2011). Termodinámica (7^a ed.).New York, Estados Unidos: The McGraw-Hill Companies.
- ✓ Bryan Klofas, Karl Van Dk, Rick Doe. SRI International. (2013). "CTEC: CubeSat Thermal Environment Chamber". CubeSat developer's conference. San Luis Obispo, CA.
- ✓ Johannes, Karl (2017) A Concise Introduction to Additives for Thermoplastic Polymers.Estado Unidos: Scrivener Publishing.
- ✓ Mathias Militzer, Warren J. Poole. (2014). "Precipitation Hardening of HSLA steels". Materials Technology. Steel Research 69.
- ✓ Ogata, Katsuhiko, (2016). Ingeniería de Control Moderna. Cuarta Edición. México D.F : Prentice Hall.
- ✓ Rösler, Joachim/ Harders, Harald/ Bäker, Martin, (2014), Mechanisches Verhalten von Werkstoffen, B.G. Editorial Teubner, Wiesbaden
- Smith, William F. (2013). "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales". Editorial McGraw-Hill. Segunda Edición. España.
- ✓ TeTechnology, Inc. VT-199-1.4-0.8 Thermoelectric Module (Peltier Module) Specifications. <http://www.tetech.com/temodules/graphs/VT-199-1.4-0.8.pdf>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>“DISEÑO ELECTRÓNICO DEL CONTROL DE TEMPERATURA DE UNA CÁMARA ADIABÁTICA PARA EL HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRION, CALLAO, 2018”</p>	<p>Problema General ¿Es posible realizar un diseño experimental, de una cámara adiabática para su posterior implementación en el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao?</p> <p>Problemas Específicos ¿Sera posible diseñar una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, con capacidad de eliminar el error en la captura de la temperatura?</p> <p>¿Sera posible diseñar un control de temperatura en los límites de -20 y 80 grados centígrados, para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao?</p> <p>¿Será posible proveer un diseño electrónico con una resolución de temperatura de 0.1 grados centígrados para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao?</p>	<p>Objetivo General Realizar el diseño experimental de una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.</p> <p>Objetivos Específicos Diseñar una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, con capacidad de eliminar el error en la captura de la temperatura.</p> <p>Diseñar un control de temperatura en los límites de -20 y 80 grados centígrados, para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.</p> <p>Proveer un diseño electrónico con una resolución de temperatura de 0.1 grados centígrados para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.</p>	<p>Hipótesis General El diseño experimental de una cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión hará posible el control de la temperatura de una cámara adiabática para su posterior implementación.</p> <p>Hipótesis Específicas El diseño de la cámara adiabática permita reducir el error de adquisición del sensor de temperatura</p> <p>A través del control de temperatura se podrá tener los límites de -20 80 grados centígrados, para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.</p> <p>A travez de un diseño electrónico, se podrá tener una resolución de temperatura de 0.1 grados centígrados para la cámara adiabática para el Hospital Daniel Alcides Carrión, del Callao.</p>	<p>Variable Independiente (X) Diseño Electrónico de un Controlador de temperatura.</p> <p>Variable Dependiente (Y) Temperatura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos iniciales • Desarrollo de prototipos • Ciclo de test • Rangos de temperatura • Sensores

