

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE REFRIGERACIÓN PARA EL
CONTROL Y MONITOREO DE TEMPERATURA MEDIANTE REDES LAN**

PRESENTADO POR

TUPIZA FLORES ESTALIN DANIEL

DIAZ QUILACHAMIN TONY JAVIER

TUTOR

MG. MACHAY GOMEZ EDWIN VINICIO

FECHA

MARZO 2024

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño y construcción de un módulo de refrigeración para el control y monitoreo de temperatura mediante redes LAN”, presentado por los ciudadanos Diaz Quilachamin Tony Javier y Tupiza Flores Estalin Daniel para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024

Tutor: Mg. Machay Gómez Edwin Vinicio

C.I.: 0503646275

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño y construcción de un módulo de refrigeración para el control y monitoreo de temperatura mediante redes LAN”, presentado por los ciudadanos Diaz Quilachamin Tony Javier y Tupiza Flores Estalin Daniel, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Diaz Quilachamin Tony Javier portador de la cédula de ciudadanía 1724573660 y Tupiza Flores Estalin Daniel portador de la cédula de ciudadanía 1727402800, facultados en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica autores de esta obra, certificamos y proveemos al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño y construcción de un módulo de refrigeración para el control y monitoreo de temperatura mediante redes LAN”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024.

Diaz Quilachamin Tony Javier

C.I.: 1724573660

Tupiza Flores Estalin Daniel

C.I.: 1727402800

Dedicatoria

El presente proyecto va dedicado en primer lugar a Dios por permitirme terminar mi carrera profesional y gozar de salud y vida, a mi familia ya que fueron un pilar fundamental para este logro tanto mi esposa como mi hijo y mi madre me supieron guiar y darme ánimos para no decaer es por ellos que tuve la fuerza de voluntad y hoy logró terminar un ciclo tan anhelado.

Diaz Quilachamin Tony Javier

El presente proyecto lo dedico a todas las personas que estuvieron en el trayecto de mis estudios por ser pilares fundamentales en cada decisión tomada. En primer lugar, quiero, gracias a Dios por darme la fuerza, sabiduría y la resistencia por haber podido alcanzar a culminar mis estudios, a mi madre que con gran amor y sabiduría supo guiarme por el bien, a mi padre que, con su gran ejemplo de perseverancia y lucha nunca desistió de sus responsabilidades, que siempre estuvieron para apoyarme cuando más lo necesite y no me dejaron caer. También a mis hermanas que fueron uno de los motivos por el cual continúe estudiando para ser un profesional más, dándome ánimos, compartiendo momentos únicos e irremplazables, para cada día ser mejor y lograr mi meta.

Tupiza Flores Estalin Daniel

Agradecimiento

Agradezco a todos mis profesores que tuve a lo largo de esta hermosa carrera, fueron esenciales tanto para el ámbito profesional como para el humano todos y cada uno de ellos me dejaron una enseñanza que ahora puede guiar mi futuro de mejor manera. De manera especial agradezco al Magister Carlos Ruiz quién fue nuestro coordinador de carrera desde el inicio y nos supo brindar consejos prácticos y muy aplicables, también a mi tutor de tesis el Magister Edwin Machay quien me brindó toda su ayuda y predisposición para terminar este hermoso ciclo.

Diaz Quilachamin Tony Javier

Quiero agradecer en primer lugar al Instituto Tecnológico Universitario Vida Nueva, por la oportunidad de continuar mis estudios en un nivel superior, a mi trabajo que me impartió experiencia y motivación para continuar estudiando, solventando para mí mismo y sobre todo a los docentes de la carrera de Electromecánica ya que cada uno de ellos aportaron una gran enseñanza en mí y me permitieron cambiar la perspectiva de las cosas, tanto profesionalmente como académicamente.

Tupiza Flores Estalin Daniel

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Planteamiento del Problema	12
Descripción de la Situación Problemática	12
Formulación del Problema	13
Antecedentes	14
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Marco Teórico	17
Refrigeración	17
Compresor	18
Condensador	19
Válvulas de Expansión	20
Válvulas Solenoides	20
Evaporador	21
Refrigerante	22
Manómetros	23
Separador de Aceite	24
Redes LAN	25

	8
Sistemas de Refrigeración	26
Control de Presión Digital	27
Termodinámica	28
Ciclo de Carnot	29
Metodología y Desarrollo del Proyecto	31
Diseño del Sistema Mecánico	31
Diseño del Sistema Eléctrico	32
Diseño del Sistema Electrónico	33
Construcción del Módulo de Refrigeración	34
Montaje del Compresor	35
Montaje del Condensador	35
Montaje de la Válvula de Expansión	36
Montaje del Evaporador	36
Instalación del Sistema Eléctrico	37
Instalación de Tarjeta SITRAD	38
Configuración de Tarjetas LAN	39
Comunicación Módulo Sitrad	40
Propuesta	42
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Referencias	49
Anexos	51

Resumen

Esta investigación se centró en el diseño y desarrollo de un módulo para un sistema de refrigeración que utiliza tarjetas LAN, respondiendo a la carencia de módulos especializados en este ámbito que faciliten el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Electromecánica. El objetivo primordial de este estudio fue la creación de un módulo que permitiera el control de un sistema de refrigeración mediante redes LAN, con el propósito de actualizar los conocimientos pertinentes en la industria.

La base de esta investigación se sustentó en la recopilación de información proveniente de estudios previos e investigaciones presentes en diversos repositorios académicos, focalizados en los procesos de industrialización y las líneas de producción. Con una sólida fundamentación teórica respaldando el proyecto, se procedió a la concreción del sistema de control para el sistema de refrigeración. Este sistema fue controlado mediante una tarjeta Sitrad, la cual posibilita la monitorización de la temperatura en el sistema. Gracias a esta integración, el sistema opera de manera semiautomática, alcanzando así los objetivos planteados.

La esencia de este estudio práctico radica en la implementación efectiva del sistema de control, validado a través de pruebas de funcionamiento exitosas que garantizan el cumplimiento de las funciones esperadas. Este proceso de materialización del control del sistema de refrigeración representa un paso significativo hacia la modernización y optimización de los procesos industriales, abriendo nuevas posibilidades en el campo de la electromecánica y la automatización de sistemas de refrigeración.

Palabras Clave: EVAPORADOR, MICROCONTROLADOR, RED LAN, SITRAD.

Abstract

This research focused on both the design and development of a module for a refrigeration system using LAN cards, responding to the lack of specialized modules in this area to facilitate the learning of students in the career of Electromechanics. The primary objective of this study was the creation of a module that would allow the control of a refrigeration system using LAN networks, in order to update the relevant knowledge in the industry.

The basis of this research was based on the collection of information from previous studies and research in various academic repositories, focused on industrialization processes and production lines. With a solid theoretical foundation supporting the project, we proceeded to the realization of the control system for the refrigeration system. This system was controlled by a Sitrad card, which enables temperature monitoring. Thanks to this integration, the system operates semi-automatically, thus achieving the objectives set.

The essence of this practical study lies in the effective implementation of the control system, validated through successful performance tests that ensure compliance with the expected functions. This process of materialization of the refrigeration system control represents a significant step towards the modernization and optimization of industrial processes, opening new possibilities in the field of electromechanics and automation of refrigeration systems.

Keywords: VAPORIZER, MICROCONTROLLER, LAN NETWORK, SITRAD.

Introducción

El objetivo del presente estudio es diseñar y construir un módulo de refrigeración adecuado para la educación, particularmente para la carrera de electromecánica en el taller de refrigeración del Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, utilizando una metodología basada en la investigación aplicada y orientada hacia la práctica. La importancia de la refrigeración tanto en la vida diaria como en el aprendizaje académico llevó a la búsqueda de soluciones prácticas que no solo mejoraran el aprendizaje de los estudiantes, sino que también contribuyeran al avance tecnológico en el sector. La refrigeración es un proceso esencial para bajar la temperatura de un espacio determinado y mantenerla baja, y tiene muchas aplicaciones, incluida la conservación de alimentos y la creación de ambientes confortables. Se utilizó una variedad de fuentes de información, como libros, revistas y páginas web especializadas en el tema, para llevar a cabo este proyecto. Antes de la construcción física, se diseñó el módulo de refrigeración utilizando el software CAD. Además, se diseñó un sistema eléctrico con conexiones adicionales para integrar componentes de comunicación LAN, basándose en un esquema de refrigeración doméstica común. Posteriormente, se realizaron pruebas exhaustivas para garantizar que los componentes, que incluían el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador, funcionaran correctamente. La implementación de tarjetas SITRAD y la configuración de tarjetas LAN representaron un avance significativo en la capacidad de monitoreo y control del sistema de refrigeración, lo que permite su gestión remota y optimización de la eficiencia. Finalmente, se realizaron pruebas extensas para garantizar que el sistema funciona correctamente en su totalidad, cumple con los objetivos establecidos y es viable para su uso en el Instituto.

Planteamiento del Problema

Descripción de la Situación Problemática

En la actualidad, el aprendizaje utiliza herramientas de estudio para poder aprovechar los avances tecnológicos, existen diferentes formas de enseñanza como ejemplos prácticos, didácticos, visuales o verbales, que facilitan y optimizan el tiempo de aprendizaje en carreras técnicas y tecnológicas, en muchas de las ocasiones al estudiar se dificulta encontrar la manera correcta para la memorización de algún tema o práctica, debido a que no se cuenta con un equipo completo de herramientas de estudio, ya sea por medio del internet, exámenes, módulos prácticos, simulaciones, etc. Según Jiron (2017) menciona que:

Como un recurso didáctico puede despertar el interés e incrementar la motivación de los estudiantes para el aprendizaje, los recursos didácticos aquellos que se pueden manipular, pero no romper y los recursos y materiales concretos se pueden romper y manipular para estimular la psicomotricidad gruesa y fina del educando. No olvidemos que los recursos didácticos deben utilizarse en un contexto educativo. (pág. 137)

Hay que recordar que es importante descubrir nuevas formas de aprendizaje, sea este el caso de una forma didáctica, técnica, teórica o práctica con la finalidad de encontrar la capacidad de poder manipular elementos sofisticados que a futuro ayuden a enfrentar los problemas del entorno ya sea social o laboral, por motivo que existen equipos de alto riesgo, costosos, tecnológicos avanzados, Solis (2018), afirma que:

Un plan de gestión debidamente estructurado, facilita la implementación, el desarrollo y la evaluación de las actividades dentro de un proceso de mejora continua que permita, en forma gradual, dar cumplimiento a las normas legales y técnicas de modo que la empresa pueda implementar condiciones de seguridad en el trabajo que garanticen el desarrollo de

los procesos, sin interrupciones o retrasos debidos a enfermedades profesionales, accidentes e incidentes de trabajo, los cuales, además de los costos que ocasionan, son un factor de alteración de los procesos. (pág. 18)

El Instituto Superior Universitario Vida Nueva en su búsqueda de diferentes métodos de aprendizaje, opta por el uso de módulos de aprendizaje para los estudiantes que necesitan optar por herramientas más sofisticadas para su desarrollo práctico, lo utilicen para mejorar su desenvolvimiento en el área profesional, sabiendo esto se tendría un manejo eficiente de los recursos de la institución permitiendo aprovechar oportunidades de aprendizaje en la formación académica, con apoyo didáctico dentro de los talleres prácticos de la institución.

Formulación del Problema

¿Cómo la construcción de un módulo de refrigeración ayudará para el control y monitoreo de temperatura mediante redes LAN en el aprendizaje de los estudiantes del Instituto Superior Vida Nueva?

Antecedentes

El aporte de módulos educativos para la enseñanza y aprendizaje es de vital importancia dentro de institutos y universidades pues permiten tener una noción profesional de la industria dentro de las aulas. Quichimbo (2009) en su Tesis afirma que:

El propósito fundamental es contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de sistemas de acondicionamiento de aire en los estudiantes de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Nacional de Loja, el objetivo propuesto es apoyar en la formación técnica de los estudiantes en su desarrollo profesional. (p.3)

Es por esto que, los módulos de aprendizaje son muy importantes en el ámbito estudiantil ya que permiten a los estudiantes tener una noción del funcionamiento sin la necesidad de acudir a una aplicación en campo.

De igual manera, la implementación de módulos de aprendizaje dentro de instituciones educativas desarrolla las habilidades de los estudiantes, favoreciendo el aprendizaje. Velasco (2011) resume lo siguiente:

El presente trabajo investigativo, surge de la necesidad de Potenciar y Automatizar el Banco de Pruebas de Refrigeración, con el propósito de que se pueda realizar prácticas de Laboratorio en el Área de Refrigeración, mejorando el aprendizaje de los estudiantes y su formación. (p.5)

Por lo que, un módulo de aprendizaje de refrigeración permite al estudiante realizar prácticas con los elementos y aumentar las capacidades para su formación y desarrollo profesional.

Justificación

A partir de la necesidad de la implementación de módulos de aprendizaje y el uso de herramientas académicas más avanzadas para el Instituto Vida Nueva se opta por la construcción de un módulo de refrigeración con un sistema de control y monitoreo mediante redes LAN, para un mejor aprendizaje de los estudiantes, buscando prevenir la falta de conocimientos prácticos en temas relacionados con sistemas de refrigeración. El sistema de refrigeración mantiene una determinada temperatura y humedad controlada de manera eficiente por redes LAN, la programación a través de sus controladores ayudará en el monitoreo de las temperaturas en tiempos reales desde un módulo propio, contando con el propósito de facilitar el acceso directo a los estudiantes en los talleres. Ofrece ventajas significativas, estimulando diferentes estilos de aprendizaje a través de la manipulación, observación de imágenes y sonidos. Estos recursos fomentan la interacción entre docente y estudiantes, incitando a una mejor noción del tema.

En la actualidad, el mundo sigue avanzando y va de la mano con la tecnología en el desarrollo de redes LAN, siendo este fundamental en el avance tecnológico. Ruiz (2017), afirma lo siguiente:

Una red es un conjunto de equipos informáticos interconectados entre sí. En toda red, hay una parte física y otra parte lógica. La parte física, está compuesta por todos los elementos materiales hardware, y los medios de transmisión. La parte lógica software, son los programas que gobiernan o controlan esa transmisión y la información o datos que es transmitida (p. 4).

Es por esto que, la combinación de redes LAN y el sistema de refrigeración nos permiten una monitorización en tiempo real y de manera constante.

Objetivos

Objetivo General

Construir un módulo de aprendizaje que utilice redes LAN para el control y monitoreo de temperaturas dentro de sistemas de refrigeración.

Objetivos Específicos

- Investigar los elementos y componentes necesarios para implementar redes LAN en un sistema de refrigeración.
- Diseñar los planos mecánicos, eléctricos y electrónicos utilizando software CAD, para el control de temperaturas.
- Desarrollar las pruebas de funcionamiento dentro del sistema Sitrad para detectar anomalías, sobrecalentamiento o fallos en el sistema de refrigeración.

Marco Teórico

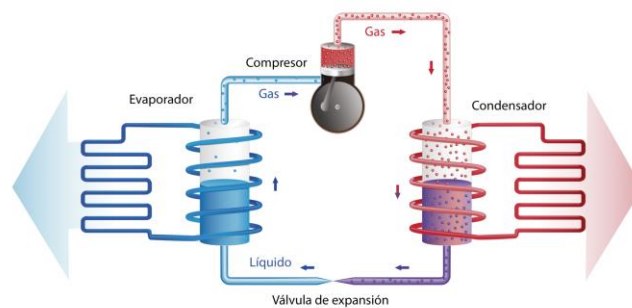
A continuación, se describe de forma clara las bases teóricas del trabajo de investigación-práctico está sustentado para poder realizarlo dentro de las normativas y parámetros científicos. Esto nos permite direccionar el trabajo de investigación-práctico mediante sustentación científica.

Refrigeración

La refrigeración industrial es un proceso ampliamente utilizado en su libro *Refrigeración Industrial* Gonzales (2010) explica que “En un sistema de refrigeración mecánica, el efecto refrigerante que se produce en el evaporador es siempre menor que su calor latente de vaporización.” (p. 31). Es decir que, la refrigeración es un proceso que permite reducir significativamente la temperatura en un sistema cerrado con el fin de realizar procesos donde se necesita una temperatura baja.

Figura 1

Torre de refrigeración



Nota. Teoría de la refrigeración. Reproducido de ¿Cómo funciona el sistema de refrigeración?, por C. Estefanía, 2024 (<https://freeo.com.mx/como-funciona-el-ciclo-de-refrigeracion-industrial/>).

Compresor

El compresor es la parte más importante de un sistema de refrigeración ya que sin el mismo no funciona el sistema Guanipa (2010), define que:

Cada tipo de compresor opera según distintos mecanismos de compresión (alternativos, rotativos, helicoidales, entre otros). Cada dispositivo de control está diseñado para mantener algún parámetro de funcionamiento de un equipo entre determinados límites, principalmente: temperaturas, presiones, acumulación de hielo, entre otros fenómenos que se desea controlar. Algunos sistemas logran eliminar el uso de compresores valiéndose de procesos de absorción, pero a su vez requieren de fuentes externas directa e indirecta. (p. 2)

Es por esto que los compresores son el alma de un sistema de refrigeración ya que permite circular el refrigerante dentro del sistema de refrigeración, por lo que se debe tomar en cuenta todos los aspectos electromecánicos para su correcto funcionamiento.

Figura 2

Recarga de un compresor



Nota. Carga y prueba de estanqueidad en un compresor. Reproducido de Refrigeracion: ¿Qué es y cuantos tipos hay?, por J. Carlos, 2018 (<https://formacion.celsiusinstituto.com.ar/refrigeracion-que-es-y-cuantos-tipos-hay>).

Condensador

El condensador es una parte importante del sistema de refrigeración cumple la función de cambiar la temperatura dentro del sistema. Velasco (2010), afirma que:

Su función es condensar su fluido refrigerante. Recordemos que el fluido refrigerante a la salida del compresor está en estado de vapor recalentado y es así cómo entra en el condensador. Dado que es un intercambiador de calor, cederá su calor al agente condensante, ya sea agua o aire, produciéndose un enfriamiento del fluido refrigerante hasta llegar a la temperatura de condensación, a la cual se efectuará el cambio de estado.

(p. 21)

En otras palabras, el condensador cumple la función de enfriar el vapor sobrecalentado que se encuentra dentro del refrigerante, es así que esta reacción produce el enfriamiento hasta llegar a la temperatura para que el vapor se condense.

Figura 3

Condensador



Nota. Condensador de acero inoxidable. Reproducido de Evaporador y condensador: Diferencias y su papel en la refrigeración, por C. Sergio, 2022 (<https://inditer.es/blog/evaporador-y-condensador/>).

Válvulas de Expansión

Este elemento permite controlar el flujo del refrigerante presurizándolo y permitiendo un mejor cambio de estado. Según Torres (2011) explica que:

Los dispositivos de expansión, también conocidos como dispositivos de control de flujo de refrigerante, dividen el circuito de refrigeración en partes de alta y baja presión. El fluido refrigerante entra en estos dispositivos en estado líquido con baja presión de condensación y caída de presión. Al pasar por el orificio calibrado, se evapora parcialmente por enfriamiento y sufre una disminución de presión. Como resultado, se regatea como una mezcla de líquido y refrigerante que se vuelve más rica en gas a medida que disminuye la presión de vaporización. (p.12)

Es decir que, la válvula de expansión cumple la función de disminuir la cantidad de fluido que circula por la tubería con el fin de presurizar al mismo para que entre en evaporación y cambie su estado.

Figura 4

Válvula de Expansión



Nota. Válvula de expansión. Reproducido de Evaporador y condensador: Diferencias y su papel en la refrigeración, por C. Sergio, 2022 (<https://inditer.es/blog/evaporador-y-condensador/>).

Válvulas Solenoides

Es un dispositivo electromecánico que permite el paso o cierre del flujo de refrigerante.

Según Reygana (2011), las válvulas solenoides funcionan de la siguiente manera:

Se utiliza para cerrar o permitir el flujo eléctrico, lo que permite el control automático del flujo de refrigerante desde cualquier lugar. Su principal uso es en la línea de líquido para control de operación y protección contra choque de líquido; en la línea de gas calibrada para control de capacidad o blindaje del evaporador; y en la línea de succión 3/4", para servicio y control en sistemas de refrigeración en paralelo. Las aplicaciones de gas requieren una variedad de técnicas de selección. La ubicación es donde sea necesario en el sistema de refrigeración. (p. 12)

De tal manera que, estas válvulas nos permiten el control automático del flujo del refrigerante sin necesidad de encontrarse en la misma posición por lo que su principal función es proteger al controlador de algún accidente con el líquido.

Figura 5

Válvula solenoide



Nota. Válvula solenoide neumática. Reproducido de ¿Qué es la válvula solenoide?, por H. Hidalgo, 2021 (<https://hntools.es/ayuda-y-consejos/valvula-solenoide/>).

Evaporador

Según Reygana (2011), “Estos equipos están destinados a enfriar el aire, por lo que necesitan un sistema de drenaje para evacuar el deshielo y los condensados, así como ventiladores aleteados para recircular el aire frío” (p. 24). Por lo que, el evaporador es el punto final dónde se dirige el refrigerante es en este dispositivo donde se genera el frío y por consiguiente es donde el sistema produce el efecto Carnot invertido, es decir, generar frío en vez de calor es importante utilizar el refrigerante adecuado para obtener la temperatura deseada.

Figura 6

Evaporador



Nota. Evaporador de un sistema de refrigeración. Reproducido de Dispositivos de flujo estable por C. Estefanía, 2013 (<https://termodinamica-1aa131.blogspot.com/2013/06/evaporador.html/>).

Refrigerante

Este elemento cumple el papel más importante dentro de un sistema de refrigeración, es el que cambia de estado según la temperatura en el que se encuentre. Torres (2011), afirma que:

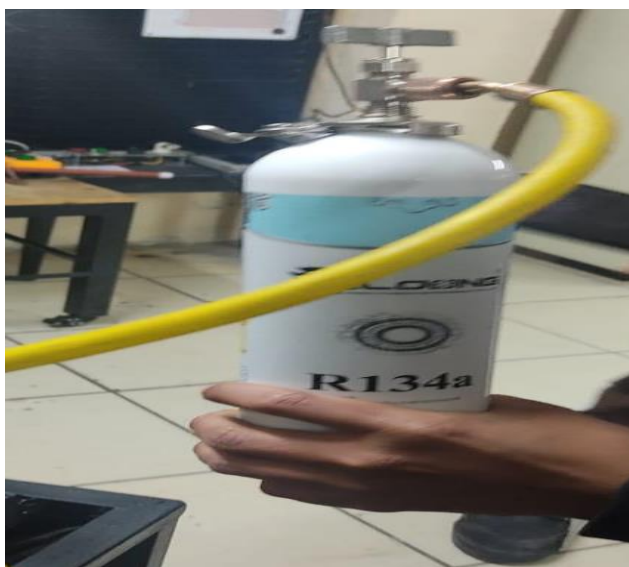
Actualmente, la industria ecuatoriana requiere refrigerantes que tengan el menor impacto ambiental posible en los procesos de envasado y almacenamiento de alimentos en cámaras frigoríficas. Este es el aspecto más importante en su decisión. Sin embargo, debemos considerar las características físicas de los refrigeradores, que deben examinarse

minuciosamente para garantizar que usen la menor cantidad de energía posible y cumplan con los requerimientos de enfriamiento. (p. 25)

Sin embargo, dentro de la industria y sistemas de aire acondicionado los refrigerantes más utilizados son los R-134A, R-410A y el R-22 que se ha reducido su uso por causas ambientales.

Figura 7

Refrigerante R134A



Nota. Refrigerante en estado gaseoso Reproducido de Gas Refrigerante R410 A, por C. Gomez, 2019 (<https://quimicaindustrial.cl/producto/gas-refrigerante-r410-a/>)

Manómetros

Los manómetros, tanto de alta como de baja presión “Se han situado en distintos lugares con el fin de poder visualizar las presiones existentes en el ciclo de refrigeración, este dispositivo es utilizado para medir la presión” (Velasco, 2011. p.54).

Es decir que, estos dispositivos nos permiten la visualización de la presión del refrigerante en una carga de gas para conocer su estado y verificar la calidad del mismo así como

el proceso que se realiza dentro del sistema de refrigeración permitiendo al operador comprobar si se necesita mantenimiento en el mismo.

Figura 8

Juego de Manómetros



Nota. Juego de manómetros en refrigeración. Reproducido de Refrigeración Gómez, por C. Gómez, 2020 (<https://www.refrigeraciongomez.com/productos/juego-manometros-para-refrigeracion-uniweld/>).

Separador de Aceite

Los separadores de aceite permiten una mayor vida útil al sistema de refrigeración al separar las partículas de aceite que pueden surgir de una mala maniobra del compresor. Velasco (2010) nos dice que:

Debido a la gran cantidad de aceite que circula por un compresor de tornillo y al hecho de que esa misma sustancia entra en el compresor a través del desagüe, es necesario instalar un separador de aceite. El compresor puede reintegrar el aceite del fluido frígido como resultado. El aceite mencionado debe filtrarse y enfriarse antes de volver a inyectarse para que el compresor funcione correctamente. El

aceite lubricante y el fluido refrigerante comprimido se mezclan en el compresor antes de pasar por un acumulador de aceite para regresar al cárter. Este separador se instala a continuación de la tubería de descarga del compresor. (p. 11)

Es por esto que, un separador de aceite es fundamental dentro de un sistema de refrigeración sobre todo cuando el compresor no tiene alguna protección entre el refrigerante y el aceite, debido a esto es importante instalar un separador después del compresor.

Figura 9

Sistema de refrigeración



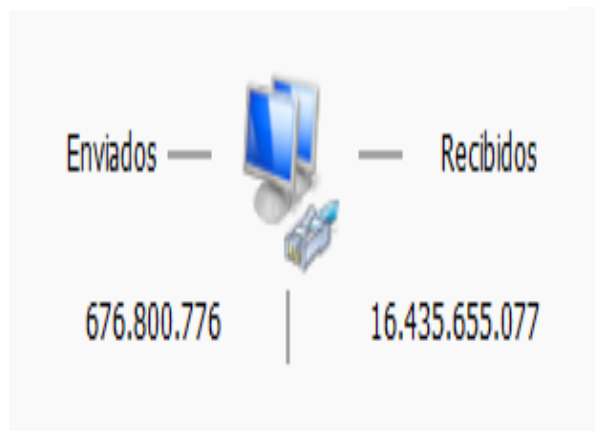
Nota. Separador de Aceite. Reproducido de Concepto de Separador de Aceite en el Ciclo de Refrigeración Parte 1, por M. Daniel, 2016 (<https://intensity.mx/es/blog/separador-de-aceite-en-el-ciclo-de-refrigeracion-parte-1>).

Redes LAN

“Una red es un sistema de dos o más computadoras autónomas que pueden comunicarse utilizando una variedad de protocolos, dispositivos y medios físicos para compartir datos, hardware y software.” (Ruiz, 2017, p.32). La red LAN permite la comunicación vía Ethernet entre dos dispositivos que garantizan una comunicación más rápida y efectiva.

Figura 10

Comunicación Ethernet



Nota. Transmisión de datos mediante ethernet. Reproducido de Redes y Computadores por A.Plhis, 2021 (<https://concepto.de/red-lan/>).

Sistemas de Refrigeración

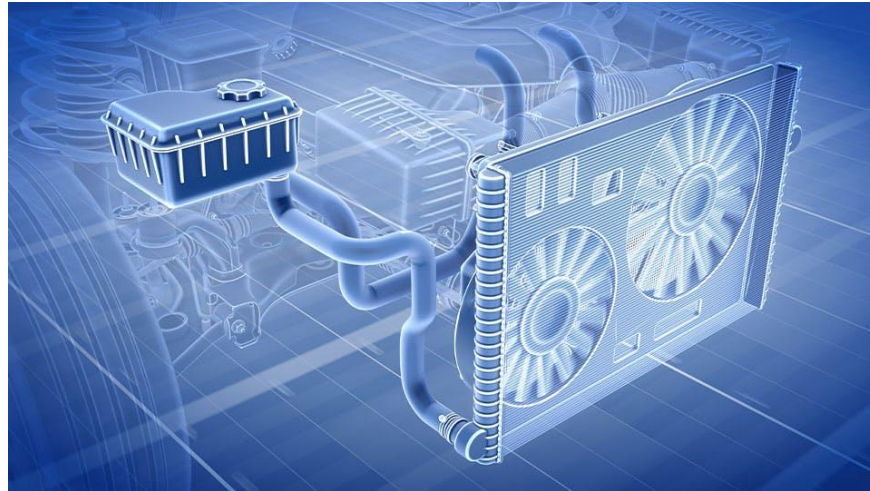
La teoría de la termodinámica explica el comportamiento dinámico del proceso y sirve como base para los sistemas de refrigeración por compresión de vapor. Torres (2010), nos dice que:

El sistema de refrigeración por absorción es un medio de producir frío que, al igual que en el sistema de refrigeración por compresión, aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor. (p. 23)

Es por esto que, el sistema de refrigeración es un ciclo cerrado en donde intervienen distintos elementos como el compresor, evaporador, condensador, entre otros. Con el fin de realizar procesos térmicos para enfriar un área determinada.

Figura 11

Sistema de Refrigeración.



Nota. Sistema de refrigeración. Reproducido de Sistema de Refrigeración, por C. Estefanía, 2021 (<https://www.stp.com/es/sistema-de-refrigeracion/>).

Control de Presión Digital

Los controladores electrónicos permiten una regulación extremadamente precisa de las distintas etapas de compresión y condensación, manteniendo las presiones de evaporación y condensación de la instalación frigorífica en valores precisos. Quinga (2020), nos dice que:

Los transductores de presión o sensores de presión transforman la magnitud física de la presión o la fuerza en una magnitud eléctrica. Esto se utiliza en equipos de automatización o adquisición típicos. Existe una amplia gama de medidas que van desde milésimas de bar hasta miles de bar para cubrir los diversos rangos de medición de presión y protección. (p. 32)

Por lo tanto, estos tipos de controladores nos permiten verificar el estado de la presión dentro del sistema con el fin de controlar su punto máximo y mínimo enviando su señal analógica a otro sistema.

Figura 12

Controlador digital



Nota. Controlador Supmea. Reproducido de ¿Qué son los sistemas de control eléctrico?, por C. Carlos, 2021 (<https://www.ferrovial.com/es/stem/sistemas-de-control-electrico/#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20conjunto,necesita%20para%20su%20correcto%20funcionamiento/>).

Termodinámica

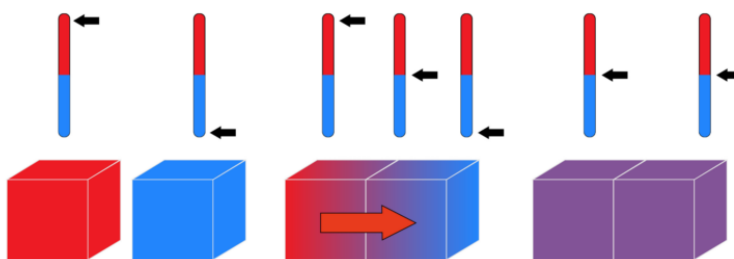
La rama de la física conocida como termodinámica estudia los fenómenos relacionados con el calor, la temperatura y la energía en todas sus formas. Vega (2017), nos explica que:

Un circuito de refrigeración es una disposición mecánica que utiliza la mecánica de fluidos y la termodinámica para transferir energía térmica entre dos focos, desplazando la energía térmica en uno de los focos y reduciendo la temperatura. Los focos suelen ser sistemas termodinámicamente cerrados. (p. 32)

De tal manera que, la termodinámica es el principio fundamental por el cual se realizan estos procesos de refrigeración cumpliendo sus leyes, donde se desplaza la energía de un ciclo a otro también llamado ciclo invertido de Carnot.

Figura 13

Sistema de refrigeración.



Nota. Teoría de la termodinámica. Reproducido de Concepto de Termodinámica, por C. Estefanía, 2021 (<https://concepto.de/termodinamica/>).

Ciclo de Carnot

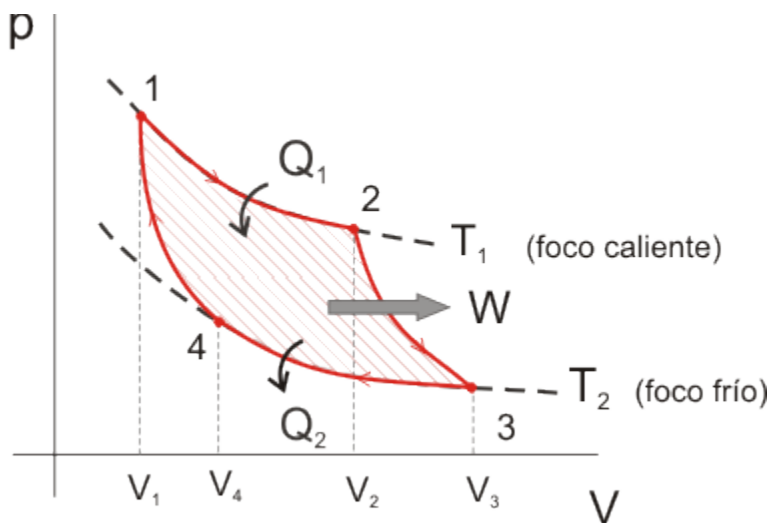
Todos los procesos son reversibles, ningún otro ciclo puede tener una mayor eficiencia que el ciclo de Carnot, se puede definir como el criterio de perfección para un sistema mecánico de refrigeración, de igual manera, explicando el ciclo de Carnot. Gonzales (2010) afirma que:

Es fundamental para comprender y aplicar las leyes de los gases ideales, pero tenga en cuenta que los vapores son los gases utilizados en el ciclo de refrigeración mecánica, que están muy cerca del punto de saturación y no se acercan a la condición de gas ideal, Es esencial utilizar valores que se han obtenido experimentalmente o mediante cálculos complejos, cuyos resultados se pueden obtener de tablas o gráficas, cuando se trabaja con gases que están muy cerca del punto de saturación. (p. 35)

Esto explica el comportamiento de los gases dentro de un sistema al cual se le aplica una cierta temperatura para generar calor, dentro del sistema de refrigeración se aplica el ciclo de Carnot invertido, el cual genera frío en el evaporador.

Figura 15

Ciclo de Carnot Invertido



Nota. Proceso dentro del ciclo de Carnot. Reproducido de Ciclo de Carnot, por B. Teresa, 2021

(<https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo2p/carnot.html/>).

Metodología y Desarrollo del Proyecto

La metodología que se va utilizar en base a la investigación aplicada es práctica, a fin de lograr el objetivo general se analiza y se adquiere datos e información de los dispositivos que incluyen a un módulo de refrigeración desarrollando la práctica, para un sistema que tenga una utilidad para los estudiantes en un contexto real, direccionado al ámbito académico.

Esta investigación implica la utilización de herramientas tecnológicas para la elaboración del módulo, permitiendo mejorar la calidad del aprendizaje práctico, para la carrera de Electromecánica, en este caso, en el taller de Refrigeración del instituto Tecnológico Superior Vida Nueva.

Para la construcción del módulo, en primer lugar se investiga en diferentes libros, revistas, páginas web, entre otros en segunda instancia se diseñó el módulo de refrigeración por medio del software AutoCAD graficamos el módulo para obtener el plano del sistema, en tercer lugar inicia con el ensamblaje de las partes eléctricas como accesorios de refrigeración, luego iniciamos con las soldaduras de cobre, barrido con nitrógeno, eliminación de humedad con una bomba de vacío, y por ultimo programación de un reset para las temperaturas, con pruebas de funcionamiento.

Diseño del Sistema Mecánico

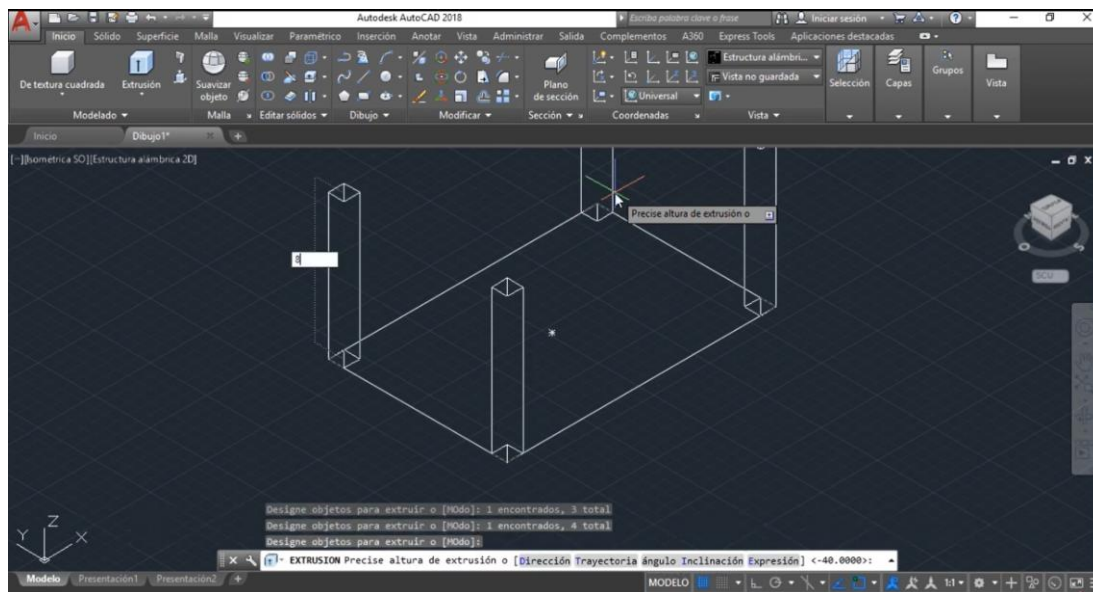
Para el diseño del módulo de refrigeración se procede a utilizar software CAD que nos permite realizar de manera rápida y precisa el diseño de la estructura metálica que va a ser utilizada en el sistema se requiere que el diseño cuente con las especificaciones necesarias con el fin de que el sistema de refrigeración sea robusto y no presente fallas.

El software utilizado es AutoCAD que permite el diseño en 2d y 3d para obtener una previsualización del módulo a construir, además permite a cotizar las medidas necesarias para la

adquisición del material a utilizar dentro del mismo. Se realiza el diseño en 3D, se acotan las dimensiones del plano y se obtienen las vistas frontal, posterior, lateral y diagonal para su impresión en un archivo Pdf y su posterior construcción.

Figura 16

Diseño del módulo



Nota. Diseño del módulo dentro del software AutoCAD

Diseño del Sistema Eléctrico

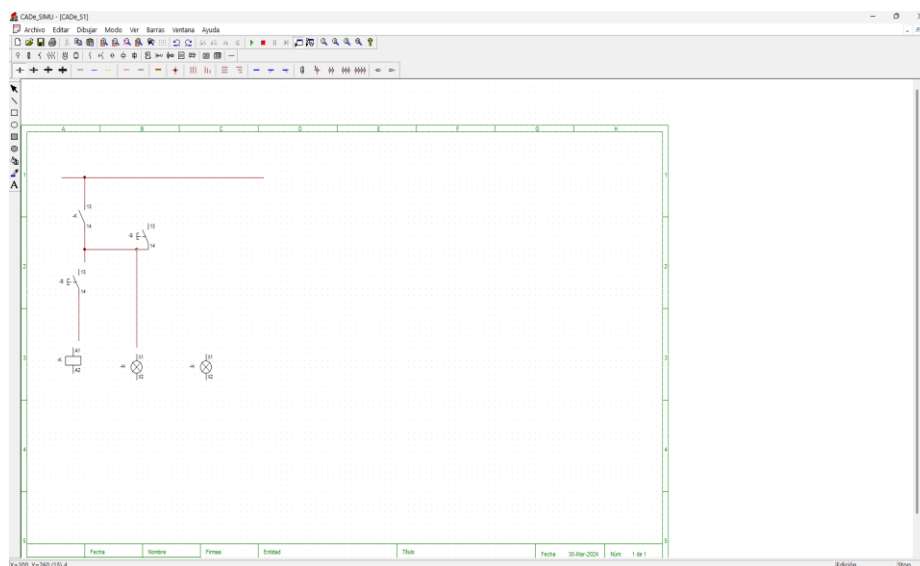
El sistema eléctrico que va a utilizar el módulo de refrigeración se basa en un sistema de refrigeración doméstico, por lo cual sus conexiones y elementos eléctricos están dados por el diagrama esquemático de un sistema de refrigeración común.

El sistema eléctrico además debe contar con conexiones adicionales para agregar los elementos de comunicación LAN con el fin de obtener los datos requeridos al momento de realizar las pruebas de funcionamiento.

Se realiza un esquema simple pero detallado de las conexiones del compresor, el sensor y la tarjeta electrónica utilizando software eléctrico como Cade Simu. Es importante detallar las conexiones de los mismos para su correcto funcionamiento.

Figura 17

Diseño eléctrico



Nota. Diseño del sistema eléctrico realizado en Cade Simu

Diseño del Sistema Electrónico

Para garantizar un funcionamiento eficiente, el diseño de un sistema electrónico se centra en la integración de componentes de control y supervisión. Para transmitir datos del programa a la nube, se utiliza un método que utiliza un sensor de temperatura integrado en el módulo Sitrad, junto con un bloque de comunicación serial. Además, se incluye un controlador de temperatura que permite visualizar los datos recopilados en tiempo real.

Esta combinación de componentes proporciona una base sólida para el monitoreo efectivo de las condiciones de temperatura y permite una respuesta proactiva a cualquier variación, lo que aumenta la eficacia y confiabilidad del sistema de supervisión y control.

Figura 18*Módulo Sitrad*

Nota. Módulo utilizado para el control de señales analógicas en tiempo real.

Construcción del Módulo de Refrigeración

Para garantizar la integridad y la durabilidad de la estructura, la construcción del módulo de refrigeración requiere el uso de procesos de soldadura TIC. El acero inoxidable es el material preferido porque es resistente a la corrosión, lo que ayuda a prevenir daños causados por fugas de refrigerante o el sistema de refrigeración en sí.

Figura 19*Módulo de refrigeración*

Nota. Construcción de la estructura para un módulo de refrigeración

Montaje del Compresor

Después de construir la estructura del módulo de refrigeración, los componentes del sistema se montan, comenzando por el compresor. Se prueba completamente antes de la instalación para asegurarse de que todo funcione correctamente. Esta prueba incluye un arranque en vacío y la verificación de las bobinas del compresor para evaluar su desempeño inicial.

Estas medidas de precaución mantienen el compresor en las mejores condiciones antes de que se incorpore al sistema de refrigeración, aumentando la confiabilidad y la eficiencia del funcionamiento general del equipo.

Figura 20

Compresor de pistón



Nota. Compresor de pistón utilizado en sistemas de refrigeración convencionales.

Montaje del Condensador

Se debe colocar el condensador después de instalar el compresor. El condensador condensa el refrigerante hasta la temperatura especificada. Se coloca en una de las paredes de la estructura para distribuir el calor generado durante el proceso de condensación de manera más efectiva. Para unir las piezas de manera sólida y duradera, este proceso requiere soldadura autógena, varillas de plata y bórax.

Figura 21

Condensador



Nota. Montaje y soldadura del condensador en un sistema de refrigeración.

Montaje de la Válvula de Expansión

La instalación de la válvula de expansión es una etapa importante en el proceso de configuración del sistema de refrigeración. Este componente controla el flujo del refrigerante después de pasar por el condensador. Su objetivo principal es presionar el refrigerante para que pueda realizar el proceso inverso de Carnot, que es dirigirlo hacia el evaporador. Una vez que el refrigerante esté en el evaporador, liberará calor y producirá la temperatura necesaria para que el sistema funcione correctamente.

Figura 22

Válvula de expansión



Nota. Montaje de la válvula de expansión para el sistema de refrigeración.

Montaje del Evaporador

El evaporador es el último paso en el sistema de refrigeración. Debido a que es el último paso del proceso de enfriamiento del refrigerante, este componente es igual de crucial que los

componentes anteriores. El evaporador, ubicado estratégicamente dentro de un sistema cerrado, es esencial para mantener las temperaturas ideales al absorber el calor del ambiente que se desea enfriar.

La colocación adecuada del evaporador para los requisitos específicos de enfriamiento garantiza que el sistema en su conjunto funcione correctamente. De esta manera, el ciclo de refrigeración funciona de manera eficiente y proporciona un ambiente controlado y adecuado para su uso previsto.

Figura 23

Evaporador



Nota. Evaporador utilizado en un sistema de refrigeración doméstico

Instalación del Sistema Eléctrico

Cuando se tiene todo el sistema mecánico instalado, es decir, la estructura y los elementos de refrigeración, se procede a conectar el sistema eléctrico, para este módulo se utiliza un contactor de 110v, un controlador de temperatura, un selector de 2 posiciones y 2 luces pilotos.

Al momento de conectar a la corriente un piloto debe estar accionado el piloto de color rojo, el selector se activa para que entre en funcionamiento el controlador de temperatura el cual va a accionar un contactor que a su vez enciende el compresor y el piloto de color verde.

La conexión realizada debe cumplir con las normas NEC conforme a lo que indica en el calibre de cable para evitar fugas de corriente, sobretensión o cortocircuitos.

Figura 24

Tablero Eléctrico



Nota. Tablero eléctrico para el control industrial de un módulo de refrigeración.

Instalación de Tarjeta SITRAD

La tarjeta SITRAD es un hito en la implementación del sistema de monitoreo y control del sistema de refrigeración. Esta tarjeta, también conocida como placa SITRAD, es un componente electrónico importante que tiene como objetivo facilitar la transferencia de datos.

Esto permite el monitoreo en tiempo real de los parámetros vitales del sistema de refrigeración, lo que lo convierte en una herramienta vital para detectar fallas rápidamente, optimizar el rendimiento y tomar decisiones informadas para mantener las condiciones de

funcionamiento óptimas. La instalación y configuración adecuadas de la tarjeta SITRAD permiten una integración fluida con el sistema electrónico actual, lo que permite un control eficiente y preciso del sistema de refrigeración.

Figura 25

Tarjeta SITRAD



Nota. Tarjeta Sitrad utilizada para la conversión de señales en datos digitales.

Configuración de Tarjetas LAN

Las tarjetas de red del sistema deben configurarse correctamente para que las redes locales (LAN) se conecten. Cada tarjeta LAN debe configurarse con una dirección IP particular para la red local. Esta dirección IP identifica y conecta un dispositivo en la red. La máscara de subred distingue qué parte de la dirección IP se usa para identificar la red y qué parte para identificar los dispositivos en la red.

Se establece una base sólida para la conectividad en la red local al configurar las tarjetas de red con direcciones IP únicas y máscaras de subred adecuadas. Esto facilita la comunicación

fluida entre los dispositivos y permite el intercambio de datos eficiente, lo que es esencial para que los sistemas de refrigeración y otros entornos industriales funcionen de manera eficiente.

Figura 27

Modulo Sitrad como tarjeta LAN



Nota. Módulo Sitrad para la comunicación mediante LAN entre el dispositivo y el CPU

Comunicación Módulo Sitrad

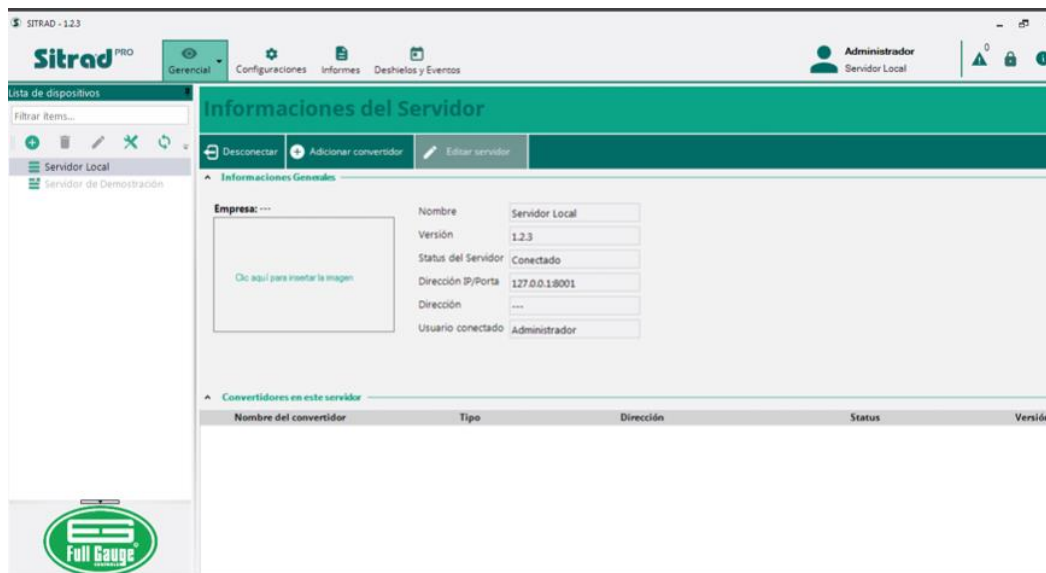
El módulo Sitrad es esencial para los sistemas electrónicos porque permite monitorear y controlar los parámetros de temperatura desde cualquier lugar. Una interfaz de comunicación secuencial se utiliza para comunicarse con este módulo. La transferencia de datos entre una plataforma de monitorización en la nube y el sistema de refrigeración es posible gracias a esta conexión secuencial. Esto permite la realización de ajustes o diagnósticos a distancia y el acceso a datos en tiempo real.

Su función principal es convertir las señales analógicas generadas por los sensores de temperatura en señales digitales, que se pueden procesar y transmitir de manera eficiente. Una

vez que se conecta a un bloque de comunicación serial, la tarjeta SITRAD permite la transferencia de datos a una plataforma en la nube propiedad de la misma empresa.

Figura 28

Interfaz software Sitrad



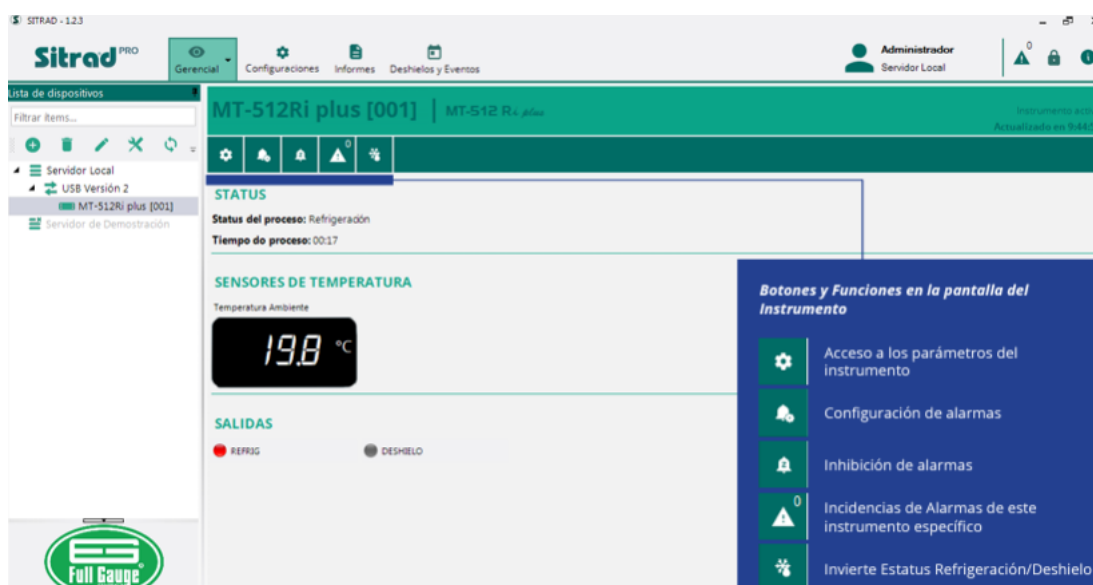
Nota. Interfaz del software Sitrad utilizado para el monitoreo de señales

Propuesta

Al finalizar la instalación todos los componentes, se inicia la configuración de la tarjeta Sitrad. Esto significa verificar que la dirección IP de la tarjeta esté asignada a la red local y que la máscara de subred esté configurada correctamente. Para completar esta tarea, se utilizará una computadora conectada a la red y se consultará la documentación sobre configuración de la red. La configuración correcta de la tarjeta de red, con direcciones IP únicas y máscaras de subred adecuadas, garantizará la conectividad efectiva en la red local, es el criterio de éxito.

Figura 29

Interfaz software Sitrad



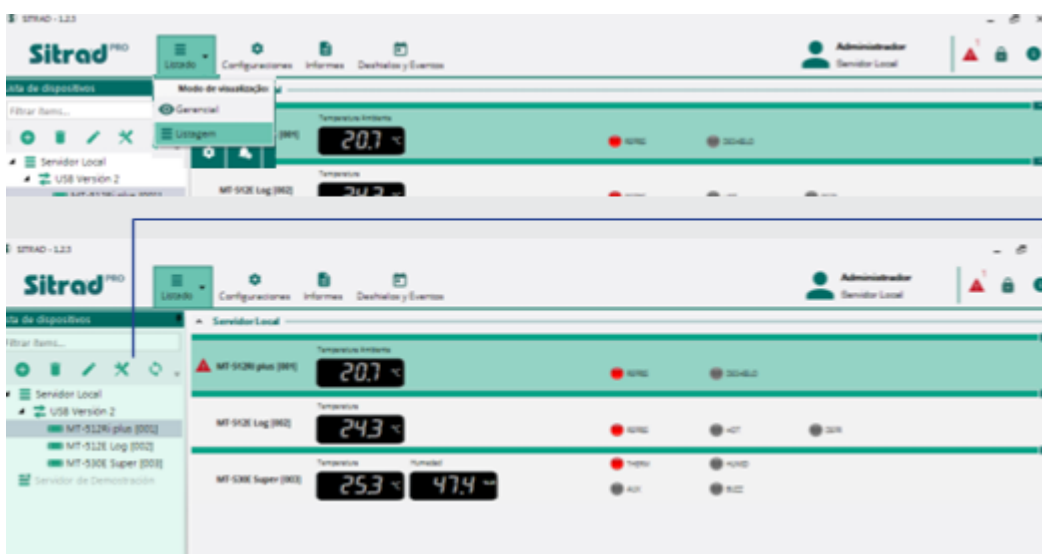
Nota. Configuración de la tarjeta de red LAN

La siguiente prueba es la prueba de conectividad LAN para asegurarse de que la red local (LAN) funcione correctamente. El objetivo principal de esta prueba es garantizar que todos los dispositivos de la red puedan comunicarse de manera efectiva entre sí. Para lograr esto, se enviarán paquetes de datos entre varios dispositivos. Esto permitirá verificar la conexión y detectar posibles problemas o fallas en la comunicación que permitirá verificar la conexión

Para llevar a cabo esta actividad, se utilizará una computadora conectada a la red y un software especializado para pruebas de conectividad. El equipo podrá realizar pruebas exhaustivas con estas herramientas para asegurarse de que todos los dispositivos estén configurados correctamente y se comuniquen sin problemas. El criterio de éxito para esta actividad es que todos los dispositivos de la red puedan comunicarse sin problemas, lo que indica una conectividad LAN adecuada y garantiza un funcionamiento fluido de la red en su conjunto.

Figura 30

Interfaz de la tarjeta Sitrad



Nota. Configuración de las ip necesarias para su funcionamiento

El siguiente paso es verificar la capacidad del controlador para medir la temperatura de manera precisa y su capacidad para ajustar los parámetros de control para satisfacer las necesidades particulares del sistema de refrigeración. Para realizar esta verificación, se utilizarán herramientas como un termómetro de referencia y el propio equipo de control de temperatura. Esto permitirá comparar las lecturas del controlador con mediciones de referencia confiables. El criterio de éxito para esta actividad es que el controlador de temperatura demuestre la capacidad

de leer la temperatura y ajustar los parámetros de control de manera efectiva. Esto asegurará que el sistema de refrigeración mantenga una temperatura ideal.

Figura 31

Control de temperatura



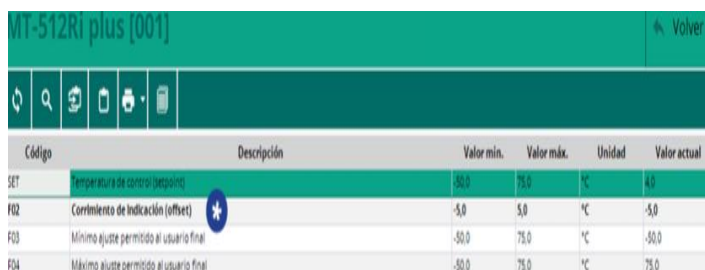
Nota. Configuración del controlador de temperatura de refrigeración

Por consiguiente, se realiza una prueba de monitoreo remoto utilizando el módulo Sitrad y la conexión LAN. La eficacia del sistema en términos de accesibilidad y alertas remotas es el objetivo de esta evaluación. Para lograr esto, se utilizarán herramientas como un dispositivo con acceso a Internet y una aplicación de monitoreo remoto que permita visualizar datos de temperatura y recibir alertas en tiempo real.

La capacidad del sistema para permitir el acceso remoto a los datos de temperatura y la recepción de alertas sin problemas determinará esta actividad. Esto garantizará que el monitoreo remoto funcione correctamente, lo que es crucial para detectar y abordar cualquier anomalía en el sistema de refrigeración de manera oportuna, contribuyendo así a mantener las temperaturas ideales.

Figura 32

Monitoreo vía LAN



Código	Descripción	Valor mín.	Valor máx.	Unidad	Valor actual
SET	Temperatura de control (setpoint)	-30,0	75,0	°C	4,0
FD2	Corrimiento de indicación (offset)	-5,0	5,0	°C	-5,0
FD3	Mínimo ajuste permitido al usuario final	-50,0	75,0	°C	-50,0
FD4	Máximo ajuste permitido al usuario final	-50,0	75,0	°C	75,0

Nota. Datos enviados de la tarjeta Sitrad al ordenador vía LAN.

La prueba del funcionamiento del compresor y los componentes de refrigeración es un paso crucial en el proceso de implementación del sistema de refrigeración. En esta fase, se realiza una evaluación exhaustiva de todos los componentes, incluido el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador, para asegurarse de que funcionen correctamente y mantengan las temperaturas adecuadas.

Para realizar esta prueba, se utilizan herramientas de medición de temperatura y equipo especializado para evaluar el rendimiento del compresor. Todos los elementos de refrigeración funcionan de manera eficiente y pueden mantener las condiciones de temperatura dentro de los rangos establecidos, lo que garantiza que el sistema en su conjunto funcione de manera óptima.

Figura 33

Módulo de refrigeración

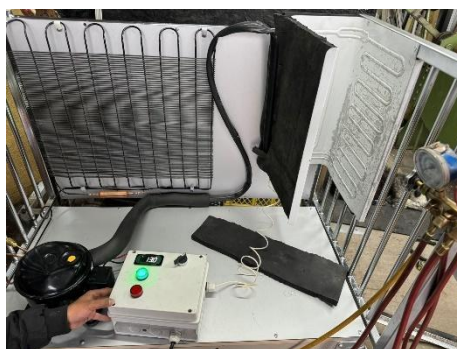


Nota. Módulo de refrigeración en funcionamiento.

Para finalizar se realiza una evaluación completa del sistema de refrigeración necesaria para garantizar que funcione correctamente en su totalidad. Cualquier anomalía detectada durante la evaluación será corregida para garantizar que el sistema de refrigeración con control y monitoreo mediante redes LAN cumpla con los objetivos establecidos y funcione de manera óptima para su implementación en el Instituto Vida Nueva.

Figura 34

Módulo de refrigeración para el aprendizaje de estudiantes



Nota. Módulo de refrigeración utilizado para el aprendizaje de su funcionamiento.

Conclusiones

La metodología aplicada basada en investigación práctica no solo ha demostrado ser efectiva, sino también altamente beneficiosa para el proceso de diseño y desarrollo de módulos de refrigeración que utilizan tarjetas LAN. Esta metodología no solo brindó la oportunidad de adquirir conocimientos teóricos, sino que también proporcionó una oportunidad invaluable para aplicar estos conocimientos en un contexto real.

El diseño y la planificación del módulo de refrigeración dependen de la incorporación de herramientas tecnológicas como el software CAD y el software eléctrico. Estas herramientas simplifican el proceso de diseño y aseguraron que el módulo cumpliera con las especificaciones técnicas y las normas de seguridad requeridas. Además, el uso de software especializado facilitó la identificación y corrección de posibles problemas antes de la construcción física del sistema al proporcionar una visualización detallada y precisa del diseño.

Para garantizar su funcionamiento confiable y duradero, el módulo debe tener una estructura sólida. La integridad estructural del sistema de refrigeración se aseguró mediante el uso de procesos de soldadura TIC y materiales resistentes como el acero inoxidable. Esto es crucial, especialmente en entornos académicos donde el equipo puede estar sujeto a un uso intensivo y condiciones operativas extremadamente exigentes.

La puesta en marcha de las tarjetas SITRAD y la configuración de las tarjetas LAN significó un avance significativo en la capacidad del sistema de refrigeración. La capacidad de monitorear y controlar el sistema de forma remota mejora la capacidad de gestión del sistema y su eficiencia.

Recomendaciones

Una vez que el sistema de refrigeración se haya instalado en el Instituto Vida Nueva, se recomienda que se lleve a cabo un seguimiento continuo. Este seguimiento continuo ayudará a detectar problemas potenciales cuando el sistema se use por mucho tiempo. Además, brindará la oportunidad de identificar áreas de mejora y optimización que puedan aumentar la eficiencia y la confiabilidad del sistema a lo largo del tiempo.

Ampliar las capacidades de monitoreo y control mediante la integración de sensores adicionales o la actualización del software, considerando el potencial de mejora del sistema. Por ejemplo, agregar sensores adicionales podría proporcionar datos más detallados sobre el rendimiento del sistema, lo que permitiría una mejor comprensión de su funcionamiento y la implementación de ajustes precisos para mejorar su eficiencia y precisión.

Se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de refrigeración a intervalos regulares. Para detectar posibles signos de desgaste o deterioro, este plan debe incluir actividades como la limpieza regular de componentes, la verificación de conexiones eléctricas y la inspección general del sistema. Un plan de mantenimiento preventivo ayudará a prolongar la vida útil del sistema y a prevenir fallos o interrupciones.

Se pueden utilizar otras opciones de automatización y sistemas de control más sofisticados. Esto podría incluir optimizar aún más el rendimiento del sistema y adaptarse a las demandas tecnológicas cambiantes mediante la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial o el aprendizaje automático. Los profesionales de la industria de la refrigeración y la electromecánica deben mantenerse al día con los avances tecnológicos y mantenerse competitivos en el mercado.

Referencias

- Alejandro, V. B. (2011). *Estudio de un banco de pruebas de refrigeración y su aplicación en sistemas agroindustriales*.
- Arambu, A., & Pardo Figeroa, A. A. (2017). Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria.
- Alexander, C., & Sadiku, M. (2006). *Fundamentos de circuitos eléctricos*. Santa fé: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- BARLETTA, G. (2020). *Buenas prácticas en los procesos de instalación y mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado*. Ecuador: ONUDI.
- BETANZOS, I. J. (2011). *PRINCIPIOS DE REFRIGERACIÓN*. VERACRUZ, MEXICO: SEP.
- Betanzos, I. J. (2011). *Principios de Refrigeración*. México: SEP.
- Castell., B. (2017). *Calculo, diseño y puesta en marcha de central frigorífica para supermercado con líneas de aspiración sectorizadas*.
- Cedillo, J. (2017). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Cortizo, J., Fernández, J., Fernández, D. R., Rodríguez, E., Sierra, J., & Vijande, R. (2003). *Elementos de Máquinas. Teoría y problemas*. Asturias: Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo.
- Figuroa, A. &. (2017). *Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria*.
- Gherardy de Jamon, H. (2020). *Diseño e implementación de un módulo de simulación de fallas de un sistema de climatización tipo split para uso en el laboratorio de electricidad de la facultad técnica para el desarrollo de la ucsg*.

Jiron, J. G. (2017). *Herramientas pedagógicas para un proceso de enseñanza innovado*. España: UTMACH.

Kaushik, B., Biswas, A., & Sharma, S. (2020). *Proceedings of the International Conference on Recent Trends in Communication and Electronics*. Ghaziabad: Taylor & Francis Group, LLC.

Mark. (1997). *Electrónica componentes electrónicos*. pag.20.

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software un enfoque práctico*. Santa Fé: MCGRAWW HILL.

Reygana, F. (2021). *Diseño de un sistema de refrigeración para túnel de congelamiento continuo de 300 kg de tallo de concha de abanie*. Lima.

Roberto, H. (2008). *Investigación Experimental*. ALFAOMEGA.

Ruiz, A. (2017). *Redes LAN*. España: ENTOR aula.

Solis, H. D. (2018). *Manual de trabajo en el uso de maquinaria y herramientas para la empresa taller mecánica times cia, Ltda*. Cuenca.

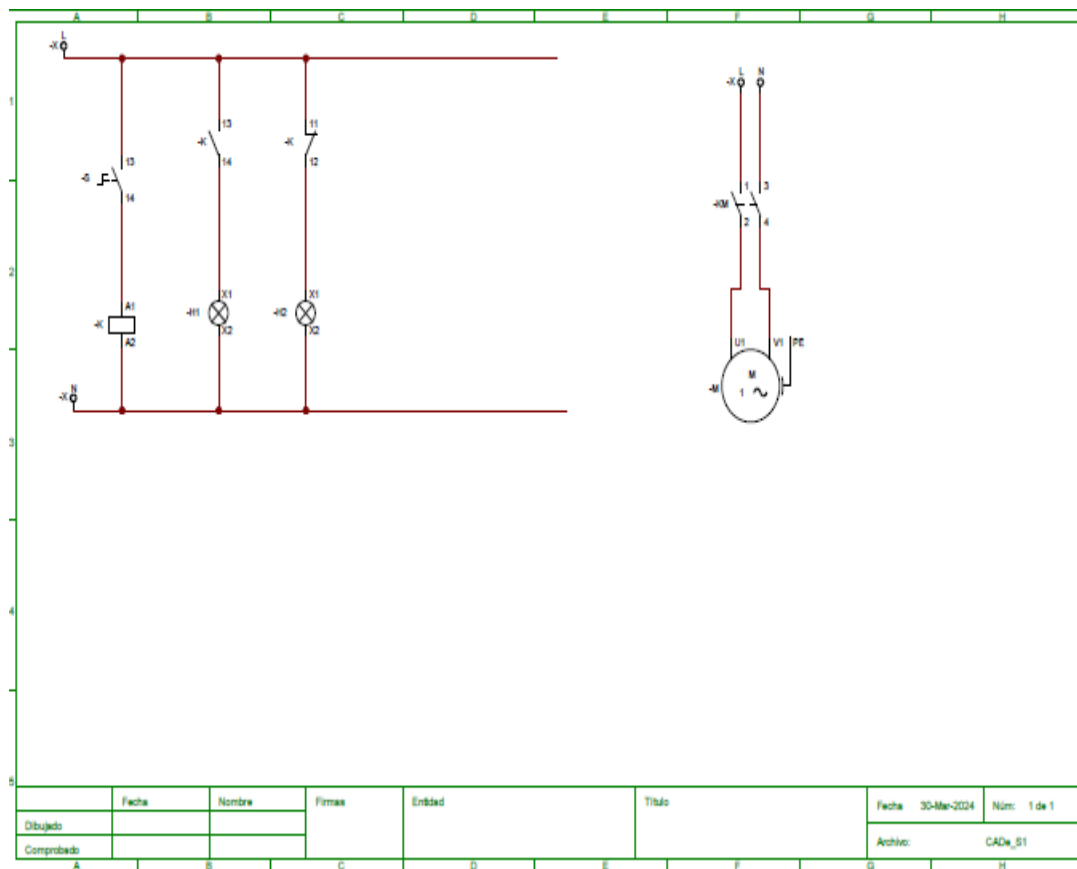
Vega, R. (2017). *Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria*. Piura.

Velasco Bautista Marco Alejandro, M. (2011). *Estudio de un banco de pruebas de refrigeración y su aplicación en sistemas agroindustriales en la carrera de ingeniería mecánica de la universidad técnica de ambato*. Ambato.

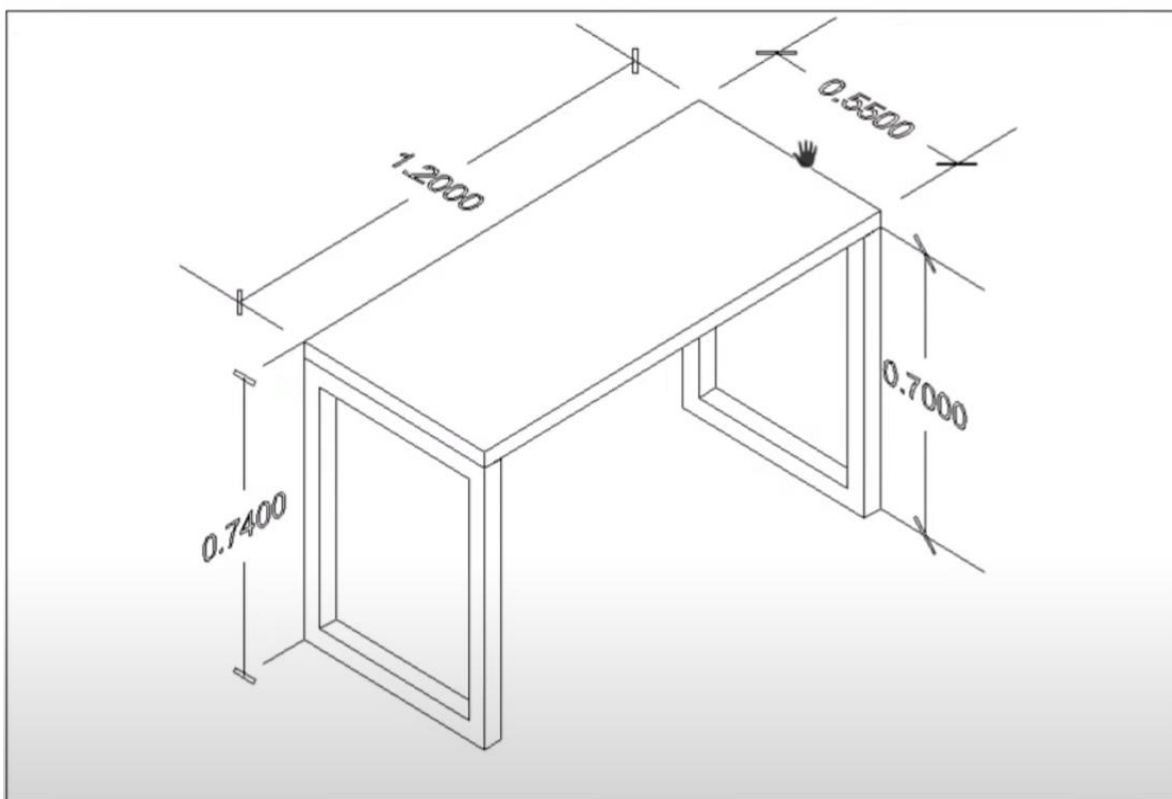
Anexos

Anexo 1

Plano eléctrico del sistema de control de refrigeración



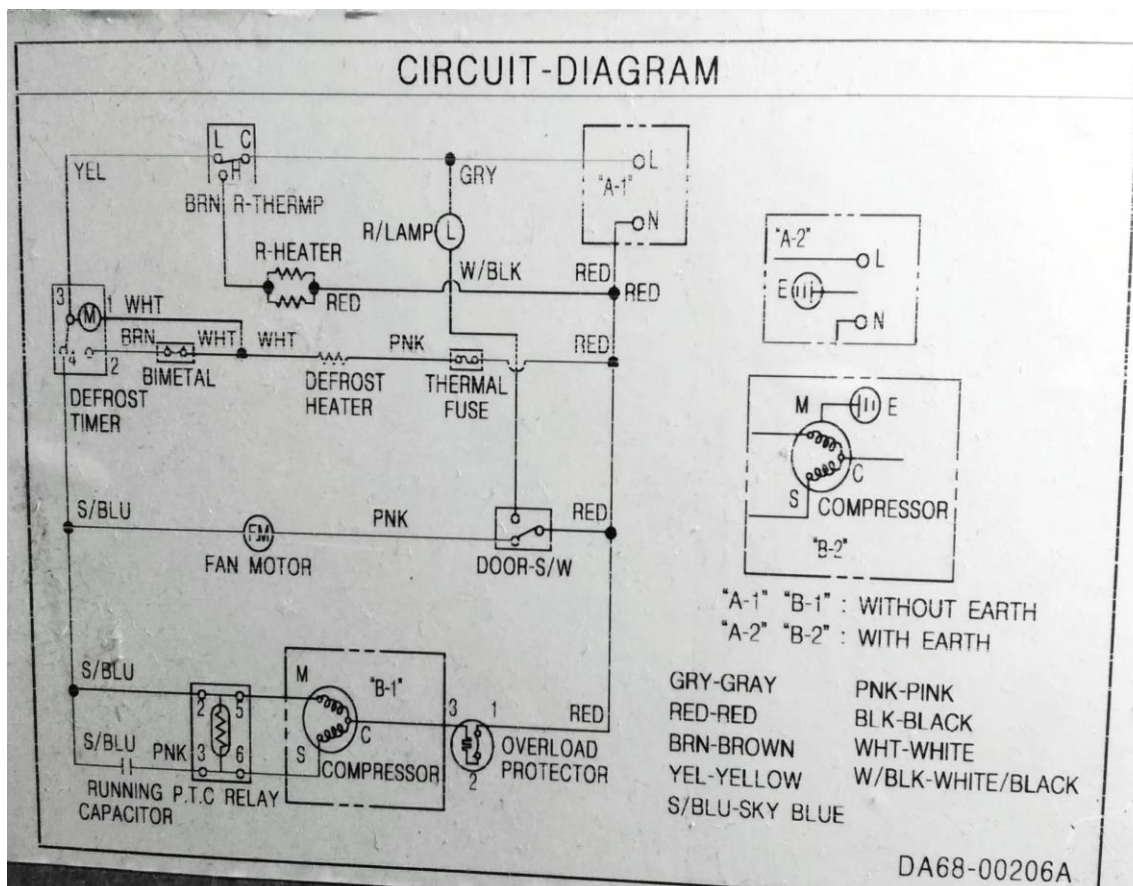
Nota. Plano eléctrico realizado en CadeSimu.

Anexo 2*Plano mecánico módulo de refrigeración*

Nota. Plano mecánico realizado en AutoCAD.

Anexo 3

Plano eléctrico del sistema de refrigeración



Nota. Esquema eléctrico del fabricante del compresor.

Anexo 4*Módulo de refrigeración terminado*

Nota. Módulo de refrigeración en funcionamiento.