



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD INDUSTRIAL
MODALIDAD DUAL

**MODERNIZACIÓN DE LA MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL
AUTOMATIZADO EN UN CUARTO FRÍO PARA UNA INDUSTRIA
ALIMENTARIA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Tecnólogo Superior en Electricidad Industrial

AUTOR: JONNATHAN STALIN GUZHÑAY MOROCHO
TUTOR: ING. JORGE GIOVANNI SAGBAY SACAQUIRÍN

Cuenca - Ecuador

2025

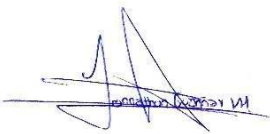
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Jonnathan Stalin Guzhñay Morocho con documento de identificación N° 0107478398 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 12 de febrero del 2025

Atentamente,



Jonnathan Stalin Guzhñay Morocho

0107478380

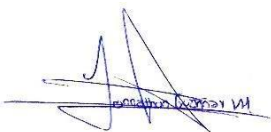
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Jonnathan Stalin Guzhñay Morocho con documento de identificación N° 0107478380, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Modernización de la migración del sistema de control automatizado en un cuarto frío para una industria alimentaria”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Tecnólogo Superior en Electricidad Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de febrero del 2025

Atentamente,



Jonnathan Stalin Guzhñay Morocho

0107478380

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Giovanni Sagbay Sacaquirín con documento de identificación N° 0702639063, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: MODERNIZACIÓN DE LA MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO EN UN CUARTO FRÍO PARA UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA, realizado por Jonnathan Stalin Guzhñay Morocho con documento de identificación N° 0107478380, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de febrero del 2025

Atentamente,



Ing. Jorge Giovanni Sagbay Sacaquirín

0702639063

Dedicatoria

El presente proyecto de titulación está dedicado:

A tres personas extraordinarias en mi vida: mi madre Aida, mi hermano Wilmer y mi hermana Jennifer. Gracias a su inquebrantable apoyo ya ser mi fuente constante de inspiración, han sido pilares fundamentales para que pudiera continuar este camino. Sin su amor y guía, este logro no hubiera sido posible. Hoy celebro la culminación de mi carrera universitaria, y sin ellos, no sería posible este logro.

Asimismo, quiero reconocer a todos mis familiares y amigos, quienes, con sus valiosos consejos y apoyo incondicional, me han ayudado a ser la persona que soy hoy. Este triunfo es el reflejo de la unión, esfuerzo y dedicación de todas estas personas excepcionales en mi vida. Estoy profundamente agradecido por su paciencia y por su contribución en mi camino hacia el éxito académico y personal.

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por darme la fuerza de avanzar y seguir adelante, brindarme la oportunidad de estar aquí hoy, presentando mi trabajo de titulación y culminado mi carrera académica. Estoy agradecido con mi madre Aida y mis hermanos Wilmer y Karina por su inquebrantable apoyo a lo largo de este proceso. Gracias a ellos me encuentro en esta etapa significativa en mi vida, los cuales fueron un impulso para continuar adelante y no rendirme ante las adversidades.

Así mismo, quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Jorge Giovani Sagbay Sacaquirin, cuya valiosa orientación y apoyo a lo largo de todo el proceso de desarrollo de este proyecto de titulación fueron fundamentales para alcanzar la culminación del mismo. Gracias a su conocimiento y dedicación, Adquirió una amplia gama de aprendizajes y experiencias que, sin duda, tendrán un impacto significativo en mi vida profesional y personal.

Resumen

El proyecto de titulación tuvo como enfoque la modernización y migración del Sistema de Control Automatizado de un cuarto frío en una industria alimentaria ubicada en Cuenca, Ecuador. El objetivo consistió en controlar dos equipos de frío mediante un LOGO con un proceso controlado, que garantiza una mayor conservación de los alimentos. Para lograrlo, se realizó una comunicación entre dos equipos mediante una comunican ethernet además se implementó un nuevo un nuevo tablero donde se podrá monitorear los dos sistemas de frío, eliminando múltiples tableros para el control de los sistemas [1]. Esta modernización del sistema no sólo permite a las empresas afrontar los retos de un mercado cambiante, sino que también garantiza la sostenibilidad y la competitividad a largo plazo. La aplicación de estas mejoras en el sistema nos ayuda a mantener la integridad del sistema y garantizar su funcionamiento eficiente y seguro. En este documento se hablará sobre el proyecto que consistió en migrar y actualizar el sistema actual por un nuevo automatizando el control del cuarto frío mediante un nuevo cableado de los dos equipos de frío. Además, estas mejoras beneficiarán a diversas partes interesadas de la industria alimentaria, lo que repercutirá positivamente la seguridad, a la calidad de productos y a la producción y distribución de alimentos. Esto repercutirá positivamente en la empresa, los consumidores y la comunidad en general [1].

En este proceso de modernización, se busca simplificar la complejidad del sistema, reducir los costos de mantenimiento y garantizar su rendimiento a largo plazo. El proyecto también incluye la reutilización de equipos en buen estado, con el fin de minimizar los gastos [1].

El trabajo de titulación se llevó a cabo en un cuarto frío con dimensiones de 3,90 m de ancho, 4,7 m de largo y 3 m de alto. Para alcanzar los objetivos de modernización, se realizaron diversas actividades, tales como la elaboración de planos, el análisis del funcionamiento actual, Implementación del nuevo sistema, realización de la programación y las pruebas de rendimiento del sistema actualizado [1].

Palabras clave: Automatización, Cuarto Frío, Control, Equipos de frío, Migración, Modernización

Abstract

The focus of the degree work was the modernization and migration of the Automated Control System of a cold room in a food industry located in Cuenca, Ecuador. The objective was to control two refrigeration units using a LOGO with a controlled process, which guarantees greater food conservation. To achieve this, communication was carried out between two computers through an Ethernet connection. Additionally, a new dashboard was implemented where the two cold systems could be monitored, eliminating multiple dashboards to control the systems [1]. This modernization of the system not only allows companies to face the challenges of a changing market, but also guarantees long-term sustainability and competitiveness. Applying these system enhancements helps us maintain the integrity of the system and ensure it operates efficiently and securely. This document will discuss the project that consists of migrating and updating the current system with a new one, automating the control of the cold room through new wiring of the two-cold equipment. Additionally, these improvements will benefit various food industry stakeholders, positively impacting safety, product quality, and food production and distribution. This will have a positive impact on the company, consumers and the community at large. [1].

In this modernization process, the aim is to simplify the complexity of the system, reduce maintenance costs and ensure its long-term performance. The project also includes the reuse of equipment in good condition in order to minimize costs [1].

The titration work was carried out in a cold room with dimensions of 3.90 m wide, 4.7 m long and 3 m high. In order to achieve the modernization objectives, several activities were carried out, such as drawing up drawings, analyzing the current operation, implementing the new system, performing the programming and performance tests of the upgraded system [1].

Keywords: Automation, Cold Room, Control, Refrigeration Equipment, Migration, Modernization, Modernization

INDICE

UNIVERSIDAD POLITECCNICA SALESINA	1
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORIA DEL TRABAJO DE TITULACION	2
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	3
Dedicatoria	5
Agradecimiento.....	6
Resumen	7
Abstract	8
1. CAPITULO I.....	15
1.1 Introducción	15
2. Problema	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.2 Justificación.....	16
2.3 Beneficiarios	16
2.4 Delimitación del problema	17
2.4.1 Estudio	17
2.4.2 Ámbito geográfico.....	17
2.4.3 Alcance temporal	17
3. Objetivos	17
3.1 General.....	17
3.2 Específicos.....	17
4. CAPITULO II.....	18
4.1 Marco Teórico	18
4.2 Historia del Arte.....	18
4.3 Termodinámica	19
4.4 Definición de la Refrigeración	19
4.5 Refrigeración Industrial.....	20
4.6 Ciclo de Refrigeración	20
4.7 Compresor	21
4.8 Condensador.....	21
4.9 Evaporador	23
4.10 El dispositivo válvula de expansión.....	23
4.11 Tubo Refrigerante de Cobre	24

4.12	Presostato de refrigeración	25
4.13	Control de Automatización	26
4.13.1	Componentes Físicos	26
4.13.2	Automatización Industrial	26
4.14	Módulo de Expansión/ Ampliación Digital Siemens Logo	28
4.14.1	Controlador TC-900E Power	28
4.14.2	Contactador Siemens	30
4.14.3	Relé Industrial	30
4.14.4	Breaker Eléctrico	31
4.14.5	Sonda NTC	31
5.	CAPITULO III	33
5.1	Estudio del Sistema	33
	Sistema actual del Cuarto Frio	33
5.2	Análisis del Funcionamiento	35
5.3	Sistemas del cuarto frio	36
5.3.1	Compresores.....	36
5.4	Visualización de la Temperatura.....	37
5.5	Corrientes de Consumo	38
6.	CAPITULO IV	39
6.1	Marco metodológico.....	39
6.1.1	Implementación Física	39
	Propuesta metodológica.....	39
6.1.2	Requisitos y requerimientos para la implementación	39
6.2	Ubicación del nuevo sistema	39
6.3	Ubicación del sensor	40
6.4	Fuente de Alimentación.....	40
6.5	Cometidas Principales	41
6.6	Reutilización de componentes.....	43
6.7	Montaje de los componentes Físicos.....	44
6.8	Configuración de parámetros	46
6.9	Almacenamiento del Cuarto frio	47
6.10	Implementación lógica.....	48
	Programación y simulación	48
6.11	Desarrollo de la programación en el LOGO Soft Comfort V8.3.....	48
6.11.1	Fase 1	48

6.11.2	Fase 2	49
6.11.3	Fase 3	50
6.11.4	Fase 4	51
7.	Resultados obtenidos del proyecto.....	54
7.1	Resultado de la organización del cableado eléctrico.....	54
7.2	Resultados de la Temperatura Controlada	55
7.3	Resultados de la programación para el control del Cuarto Frio.....	55
7.4	Corrientes de Consumo	56
7.5	Resultados en la Seguridad del Sistema.....	60
8.	CAPITULO V	62
8.1	Conclusiones	62
9.	Recomendaciones	63
	REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS	64
	ANEXO A: Planos del Cuarto Frio.....	69
	ANEXO B: Variables del LOGO en el LOGO Soft Comfort v8.3.....	76
	ANEXO C: Certificado de Conformidad del Proyecto Ejecutado.....	78
	ANEXO D: Fotografía junto al sistema.....	80

Tabla de Figuras

Figura 1 Visualización del Compresor [12]	21
Figura 2 visualización de un Condensador [14]	22
Figura 3 visualización del Evaporador [17]	23
Figura 4 visualización de la válvula de expansión [22]	24
Figura 5 visualización del Tubo de Refrigeración [27]	25
Figura 6 visualización del Presostato [30]	26
Figura 7 visualización del Logo Siemens [33]	27
Figura 8 visualización del Módulo de Expansión [35]	28
Figura 9 Visualización del Controlador TC-900 power [36]	29
Figura 10 Visualización del Contactor [37]	30
Figura 11 visualización del Relé Industrial [38]	31
Figura 12 Visualización de un Breaker de 3 polos [40]	31
Figura 13 visualización de la Sonda NTC [41]	32
Figura 14 Visualización de múltiples Tableros	33
Figura 15 Visualización General del Sistema	34
Figura 16 Visualización de Empalmes en mal Estado	34
Figura 17 Visualización de desorganización del cableado por falta de Ductos	34
Figura 18 Visualización de la Desorganización del Cableado	35
Figura 19 Visualización de cables cortos y cable UTP	35
Figura 20 Visualización del compresor Congelado	36
Figura 21 Visualización del Compresor Sistema 1	36
Figura 22 Visualización Compresor Sistema 2	37
Figura 23 Visualización del controlador para el Aceite	37
Figura 24 Visualización donde se instalará el nuevo sistema	39
Figura 25 Visualización de la Sonda de Temperatura	40
Figura 26 Visualización del el Tablero de Distribución y Protección	41
Figura 27 Visualización del Breaker General	41
Figura 28 Visualización de las nuevas cometidas	42
Figura 29 Visualización de las cometidas principales para los sistemas	42
Figura 30 Visualización de los componentes Reutilizados	43
Figura 31 Visualización del retiro del cableado el sistema Antiguo	44
Figura 32 Visualización del tablero Reutilizado	44
Figura 33 Visualización del Sistema 1_ FS1	45
Figura 34 Visualización del Sistema 2_ FS2	45
Figura 35 Visualización de las conexiones nuevas	46
Figura 36 Visualización de los Controladores TC-900 Power	46
Figura 37 Visualización de los Evaporadores	47
Figura 38 Visualización de la pantalla principal del Logo Soft Comfort V8.3	48
Figura 39 Visualización del Bloque de Entrada	49
Figura 40 Visualización del Bloque de Salida	49

Figura 41 Visualización del Bloque de función con su representación con la letra B	50
Figura 42 Visualización del encendido de los dos compresores FS1 Y FS2	51
Figura 43 Visualización del apagado de los Equipos.....	51
Figura 44 Visualización del encendido del Defrost de los dos Sistemas	52
Figura 45 Visualización del encendido de los Evaporadores de ambos equipos	53
Figura 46 Visualización de la programación completa del proceso de control de los dos equipos.	56
Figura 47 Visualización del consumo de energía generada por la Fase 1	57
Figura 48 Visualización del consumo de energía generada por la Fase 2	57
Figura 49 Visualización del consumo de energía generada por la Fase3	58
Figura 50 Visualización del consumo de la corriente de la L1	58
Figura 51 Visualización del consumo de corriente de la corriente de la Línea 2 ...	59
Figura 52 Visualización del consumo de corriente de la L1	59
Figura 53 Visualización del consumo de corriente de la L2	59

Lista de Tablas

Tabla 1 Datos técnicos del Logo Siemens	27
Tabla 2 Datos técnicos del expansor DM16.....	28
Tabla 3 Datos técnicos del controlador TC-900 POWER.....	29
Tabla 4 Consumo de energía del sistema anterior, datos tomados.	38
Tabla 5 Consumo de corriente del sistema Actual	56

1. CAPITULO I

1.1 Introducción

La industria alimentaria se enfrenta a constantes retos a la hora de optimizar sus procesos de producción, especialmente en lo que respecta al almacenamiento y la conservación de productos sensibles a las variaciones de temperatura, como el aceite. Las cámaras frigoríficas desempeñan un papel clave en esta industria, ya que mantienen unas condiciones óptimas para preservar la calidad, la seguridad y las propiedades del aceite durante su almacenamiento. Sin embargo, muchos de los sistemas de control utilizados en estas instalaciones todavía se basan en tecnologías obsoletas, lo que limita su capacidad para gestionar eficazmente los recursos, reducir los costos operativos y garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad. La automatización de los sistemas de control de refrigeración ha demostrado ser una herramienta esencial para optimizar los procesos operativos, reducir costes y mejorar la trazabilidad de los productos almacenados. Sin embargo, muchos de los sistemas de control de estas instalaciones aún se basan en tecnologías antiguas, lo que puede dar lugar a ineficiencias, fallos en la monitorización de la temperatura y una gestión energética subóptima [1].

Por ello, el proyecto descrito en este trabajo, titulado «MODERNIZACIÓN DE LA MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO EN UN CUARTO FRÍO PARA UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA» se presenta como una necesidad de actualizar la tecnología de la instalación, se centra en la migración del sistema anterior e implementación de un nuevo sistema para responder eficazmente a los retos a los que se enfrenta un proceso de refrigeración, con lo que se pretende reducir significativamente la complejidad del sistema, su mantenimiento, monitorización, y reducir la fatiga a los operarios o mecánicos que realizan el control diariamente

El objetivo de este trabajo de titulación es analizar y proponer la modernización del sistema de control automatizado en un cuarto frío para almacenamiento de aceite, incorporando tecnologías más avanzadas y eficientes. Migrando a un sistema de control más robusto y preciso en el monitoreo de la temperatura. El proyecto también contempla la reutilización de equipos en buen estado para minimizar los gastos, con un desglose detallado de los gastos directos asociados a la modernización del cuarto frío. A través de esta modernización, se espera dotar a la industria alimentaria de una herramienta innovadora que le permita adaptarse a los retos actuales y futuros, reduciendo riesgos, mejorando la eficiencia operativa y cumpla con los estándares de calidad y seguridad definidos por la industria. Este trabajo también ayuda a mejorar la sostenibilidad de la gestión de los recursos, con un impacto positivo tanto en la rentabilidad de las empresas como en el bienestar de los consumidores [1].

Un componente clave de este proyecto es la recopilación de información sobre el funcionamiento actual, del cuarto frío y sus equipos para así conocer cómo es su ciclo de refrigeración con la ayuda de la herramienta (internet para las cosas). Luego de obtener toda la información, se realiza la investigación y el diseño para realizar una migración efectiva según las necesidades y requerimientos de la industria alimentaria. [1].

2. Problema

2.1 Antecedentes

Desde la aparición de la refrigeración mecánica en el siglo XIX, las industrias alimentarias han confiado en los sistemas de refrigeración para mantener la calidad del producto. A lo atreves del paso de los años, las tecnologías han avanzado, pero muchas cámaras frigoríficas siguen funcionando con sistemas de control anticuados que no aprovechan las tecnologías modernas, lo que se traduce en una gestión ineficaz de la temperatura y un mayor y elevado riesgo de deterioro del producto. La falta de automatización y supervisión en tiempo real dificulta la identificación de problemas y la aplicación de medidas correctoras, lo que puede tener graves consecuencias económicas y para la reputación. Sin embargo, muchas instalaciones de la industria alimentaria todavía funcionan con sistemas manuales o semiautomatizados, lo que limita la capacidad de intervención a los problemas y aumenta el riesgo de errores. [1].

2.2 Justificación

Como mencionaba anterior mente en los antecedentes en una empresa de alimentos dispone de un cuarto frío que se utiliza para mantener el aceite en óptimas condiciones y se mide con una sonda de temperatura y se puede visualizar en el controlador. Ya que se le da prioridad a planta el cuarto frío carece de un seguimiento de control del sistema de climatización ya que se contratan contratistas o personal externo por este motivo no sea seguido un respectivo seguimiento del sistema y ha comenzado a presentar fallas debido a este problema sea decidido intervenir en esto ya que es un área importante dentro de la planta. La desorganización del sistema en los tableros no nos permite realizar un mantenimiento respectivo ya que la desorganización de los cables y el desconocimiento del sistema sería un problema eléctrico al momento de querer intervenir el sistema. La modernización de los sistemas permite a la empresa afrontar los retos futuros en un mercado cambiante. Implementar estas mejoras es fundamental para garantizar la sostenibilidad, la competitividad y la de la integridad del sistema [1].

2.3 Beneficiarios

Con esta intervención que se pretende realizar en una empresa de alimentos. La modernización de la migración del sistema de control automatizado en los cuartos fríos beneficiará a un amplio grupo de actores dentro de la industria alimentaria y más allá. Este enfoque integral asegura que no solo la empresa, sino también los consumidores y la comunidad en general, se beneficien de una mayor seguridad, calidad y sostenibilidad en todo el proceso y distribución de alimentos. A través del sistema un sistema de climatización del cuarto frío se pretende alcanzar una rentabilidad del sistema con una migración de control del sistema eficiente siguiendo un seguimiento adecuado y así poder reducir la complejidad el sistema, reduciendo los riesgos de accidentes o lesiones, mejorando la seguridad del sistema y protección contra fallos. Ya que el cuarto frío es fundamental dentro la empresa se busca garantizar la seguridad, calidad y eficiencia de su suministro, ya que nos da una conservación de los productos con una temperatura

controlada garantizando que los productos se almacenen dentro de los rangos de temperatura seguros [1].

2.4 Delimitación del problema

2.4.1 Estudio

- La investigación se centrará en un cuarto frío específico dentro de una industria alimentaria que se encarga de la conservación de productos perecederos como el aceite [1].
- Considerar las tecnologías existentes en los sistemas actuales y la necesidad de migrar a sistemas más eficientes y modernos. [1].

2.4.2 Ámbito geográfico

- La tesis se llevará a cabo en una planta específica ubicada en Panamericana Sur Kilómetro 1.2, donde se implementa el sistema de control automatizado del cuarto frío.
- El estudio no abarcará otras áreas de la planta o sistemas de refrigeración fuera del cuarto frío en cuestión [1].

2.4.3 Alcance temporal

- La investigación abarcará un período de 3 meses, que incluirá la recolección de datos, el diagnóstico del sistema actual, propuesta de modernización, implementación y evaluación de resultados.

3. Objetivos

3.1 General

- Modernizar y migrar el sistema de control automatizado en un cuarto frío en una industria alimentaria para reducir el tiempo de intervención en los sistemas y mantener una calidad alimentaria con la conservación de los productos y tener un seguimiento respetivo garantizando un control seguro y mejorando [1].

3.2 Específicos

- Evaluar el Sistema actual del cuarto frío en la empresa de alimentos.
- Diseño de la nueva modernización de control.
- Instalación y verificación del funcionamiento nuevo sistema implementado.

4. CAPITULO II

4.1 Marco Teórico

ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE PROCESOS DE REFRIGERACIÓN EN LOS CUARTOS FRÍOS

Este capítulo tiene la finalidad de dar a conocer sobre la historia, esto a base de varios estudios, libros, investigaciones relacionadas con procesos de refrigeración, entre ellos se habrá sobre refrigerantes, ciclos de refrigeración, procesos automatizados entre otros [2].

4.2 Historia del Arte

En la antigüedad, el ser humano buscaba formas de conservar sus alimentos debido a la necesidad de almacenarlos por largos periodos. Para ello recurriría a lugares naturales como cuevas frías o incluso nieve [3]. Hoy en día, cuando nos referimos a la refrigeración lo primero que pensamos es en máquinas grandes y potentes que enfrían los alimentos de forma eficiente [3].

Con el paso del tiempo, se descubrió que añadir sal al hielo podía disminuir su punto de congelación, lo que le permitía durar más tiempo. Este hallazgo representó uno de los primeros sistemas de refrigeración artificial, en el que se utilizaban recipientes con hielo y sal para conservar los alimentos. [4].

En 1805, el estadounidense Oliver Evans creó el diseño de la primera máquina de refrigeración que utilizaba vapor en lugar de líquido, aunque nunca llegó a construirla. Más tarde, en 1842, el médico estadounidense John Gorrie desarrolló un dispositivo similar con el objetivo de enfriar las habitaciones de los pacientes en un hospital de Florida, en un esfuerzo por tratar la fiebre amarilla. Su ingenioso aparato se basaba en el principio de comprimir un gas para enfriarlo, haciéndolo pasar a través de bobinas de radiación y luego expandiéndolo para disminuir aún más la temperatura, [3], sembró las bases de la tecnología para el estudio de la refrigeración moderna. En 1851, Gorrie recibió una patente estadounidense por sus logros médicos [5].

Se considera que la refrigeración comercial tuvo su inicio en 1856, gracias al empresario estadounidense Alexander C. Training. Posteriormente, el ingeniero australiano James Harrison estudió los refrigeradores creados por John Gorrie y perfeccionó esta tecnología, introduciendo el proceso de refrigeración por compresión de vapor en las industrias de cervecerías y procesamiento de carne. Esta innovación representó un hito significativo en la evolución de la refrigeración industrial. [5].

En el año de 1859, Ferdinand Carré, un inventor francés, desarrolló un sistema más avanzado que el creado por el australiano James Harrison. Aunque similar a las máquinas de compresión anteriores que usaban aire como refrigerante, su sistema empleaba amoníaco, un gas en rápida expansión. El amoníaco, en su estado líquido a temperaturas

considerablemente más bajas que las del agua, presenta una notable capacidad para absorber calor. Los refrigeradores diseñados por Carré encontraron un uso extendido, y la tecnología de compresión de vapor se estableció como el método de refrigeración más común, manteniéndose en esa posición hasta la actualidad. No obstante, los sistemas de la época eran costosos, voluminosos y complejos, sumado a la toxicidad de los refrigerantes a base de amoníaco, dificultaron su adopción masiva en los hogares. En cambio, la mayoría de los hogares continuaron usando cajas frías a las que se les suministraba casi a diario bloques de hielo provenientes de una instalación de refrigeración local [5].

Los refrigerantes de la antigüedad, como el dióxido de azufre y el cloruro de metilo, constituían un serio peligro para la salud humana., incluso causando muertes. Por su parte, el amoníaco, aunque ampliamente utilizado, tenía efectos tóxicos. En el año 20, los ingenieros de refrigeración comenzaron a buscar sustitutos más seguros y eficaces. En aquel momento, se comenzaron a desarrollar refrigerantes sintéticos llamados halocarbonos o CFC (clorofluorocarbonos), los cuales fueron creados por la empresa Frigidaire. Estas sustancias fueron patentadas bajo la marca registrada Freón. Desde una perspectiva química, el Freón es inodoro y solo se considera tóxico en dosis extremadamente elevadas. [5].

4.3 Termodinámica

La termodinámica es la disciplina que se encarga de analizar el comportamiento del calor y las diferentes formas de energía. Sus dos leyes fundamentales son cruciales para comprender el funcionamiento de los sistemas de refrigeración. [2]. La primera de estas leyes es especialmente significativa, ya que establece lo siguiente: "La energía no puede ser creada ni destruida". [2]. Esta ley, comúnmente referida como la Ley de Conservación de la Energía, establece que la energía solo puede ser transferida o transformada de una forma a otra. [6].

La segunda ley de la termodinámica nos dice que la entropía de un sistema aislado tiende a aumentar con el tiempo. Esto implica que la energía tiende a dispersarse. Por ejemplo, el calor siempre se trasladará de áreas más cálidas a otras más frías, pero no se moverá de forma espontánea en dirección contraria, de lo frío a lo caliente. [6].

4.4 Definición de la Refrigeración

La refrigeración consiste en extraer la energía térmica o mantener la temperatura en ese estado de un cuerpo o espacio que se pretende a extraer su calor por las propiedades termodinámicas la energía es transferida. Es importante conocer que el "frío" en realidad no existe como tal, más bien, es la sensación provocada por la pérdida de calor. En términos físicos, la refrigeración implica la transferencia de calor desde un objeto o espacio hacia otro lugar, disminuyendo así su nivel térmico (temperatura) [7]. Este proceso termodinámico consiste en extraer calor del sistema que se desea enfriar y transferirlo a otro entorno que pueda recibir esa energía térmica de manera eficiente y sin complicaciones. Los refrigerantes son los fluidos encargados de transportar el calor de un lugar a otro durante este proceso [8].

4.5 Refrigeración Industrial

La invención de los primeros refrigeradores comerciales y cámaras frigoríficas en la industria alimentaria supuso un avance significativo en la conservación de alimentos, ya que permitió el almacenamiento y transporte seguro de productos perecederos. Además, la refrigeración tuvo un impacto positivo en otras áreas, como la medicina y la producción de productos químicos, facilitando el desarrollo de medicamentos estables, el almacenamiento de muestras biológicas y la fabricación de productos que necesitaban temperaturas controladas. [4]. La refrigeración industrial es un sistema utilizado en fábricas para reducir la temperatura de un fluido mediante procesos de intercambio de calor con refrigerantes. Su objetivo es crear un ambiente controlado para conservar productos como alimentos, bebidas o productos químicos. Estos sistemas se pueden clasificar en abiertos, en los que el refrigerante entra en contacto con el ambiente, y cerrados, donde se mantiene aislado. Además de reducir la temperatura, también se regula la humedad, ya que ambos aspectos son fundamentales para la correcta conservación de diversas materias primas y productos [9].

4.6 Ciclo de Refrigeración

El compresor es generalmente el componente más grande y ruidoso de todos los componentes conectado. Se encuentra en el centro de la unidad exterior y actúa como motor del sistema de aire acondicionado. En el ciclo de refrigeración, el compresor extrae refrigerante como gas de baja presión de los serpentines dentro del evaporador. Posteriormente, comprime el refrigerante, produciendo un gas de alta presión y alta temperatura que se bombea a los serpentines del condensador que rodean el compresor [10].

En este proceso, el vapor caliente se enfría y se condensa en un líquido a medida que circula a través del serpentín, interactuando con el aire frío o el agua. A medida que el vapor se condensa, libera calor al aire exterior [10].

El líquido se desplaza hacia la válvula de expansión, donde se encuentra bajo alta presión. Esta válvula restringe el flujo del líquido, provocando una rápida disminución de su presión en el momento de salir, lo que lo enfría por debajo de la temperatura del espacio que debe refrigerar. Una vez a baja presión, el refrigerante se dirige al evaporador, donde absorbe el calor del aire exterior y se transforma nuevamente en gas. Con una temperatura y presión más bajas, el gas se encuentra en condiciones ideales para enfriar el contenido de una cámara destinada a la conservación de productos agrícolas. A medida que circula por este sistema cerrado, regresa al compresor, donde el ciclo se reinicia una vez más [10].

Equipo utilizado

Piezas

- Compresor [10].
- Condensador [10].
- Dispositivo/válvula de expansión [10].
- Evaporador [10].
- La tubería de cobre del refrigerante, la tubería que conecta las piezas [10].

4.7 Compresor

Un compresor en cargado de la refrigeración es un dispositivo mecánico fundamental en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Su función principal es aumentar la presión del refrigerante, permitiendo así su circulación por el sistema. Su función principal es comprimir el refrigerante gaseoso, elevando su presión y temperatura, para luego enviarlo al condensador, donde se transforma en líquido. El compresor actúa como regulador de presión en el evaporador, manteniéndola baja para permitir que el líquido refrigerante se evapore a temperaturas reducidas. Este proceso provoca una reacción inversamente proporcional en el condensador, donde aumentan la presión y el punto de ebullición. Como resultado, la condensación se facilita al liberar calor al ambiente [11].



Figura 1 Visualización del Compresor [12]

4.8 Condensador

Un condensador es un componente crítico en cualquier sistema HVAC. Su función principal es absorber el gas refrigerante a alta presión proveniente del compresor y transformarlo a estado líquido. Durante este proceso, el refrigerante se enfría y condensa, manteniendo la temperatura y la presión casi constantes. Al salir del condensador, el refrigerante se encuentra en estado líquido, a alta presión y a una temperatura ligeramente inferior a la temperatura de condensación [13].

Funcionamiento

El concepto detrás de los condensadores es el intercambio térmico. Este es el principio termodinámico que describe cómo el calor siempre se mueve de un ambiente más cálido a uno más frío [13].

En un condensador ocurren tres fases diferentes:

1. De calentamiento: En esta primera fase el vapor que ingresa al condensador se encuentra sobrecalentado y a alta presión. El de calentamiento implica la eliminación de calor del vapor, lo que permite su conversión en líquido y constituye el proceso de enfriamiento inicial [13].
2. Condensación: Una vez que se ha eliminado todo el calor extra del refrigerante, comienza el proceso de condensación. Durante esta etapa se lleva a cabo la transformación del refrigerante de estado gaseoso a líquido [13].
3. Subenfriamiento: Finalmente, la tercera fase es el subenfriamiento. Este estado asegura que, incluso si hay un aumento de temperatura, el refrigerante no puede volver a su forma gaseosa [13].

Cada una de estas fases es fundamental para el correcto funcionamiento del condensador y del ciclo frigorífico.



Figura 2 visualización de un Condensador [14]

4.9 Evaporador

La función principal del evaporador es absorber el calor del ambiente o de los productos almacenados para que se mantenga su estado, permitiendo que el refrigerante se evapore y enfríe el espacio la capacidad para absorber calor y mantener temperaturas adecuadas es vital para la conservación de productos [15].

Operación del evaporador

Antes de que el refrigerante ingrese al evaporador, pasa por una válvula donde se expande, lo que genera una caída de presión considerable al ingresar al evaporador. Este cambio de estado del fluido provoca un descenso notable de la temperatura. Una vez que el refrigerante está en el evaporador a baja presión y temperatura, absorbe calor del medio circundante, provocando su vaporización [16].

Es fundamental que el aire circule por toda la cámara de una instalación frigorífica para mantener una temperatura baja. Como es sabido, el evaporador tiene la responsabilidad de mover el gas refrigerante, permitiendo así la absorción de calor y contribuyendo a la reducción de temperatura [16].

Además, los evaporadores están equipados con un sistema de descongelación que se activa periódicamente mediante resistencia, gas o agua, para evitar la formación de hielo no deseada [16]



Figura 3 visualización del Evaporador [17]

4.10 El dispositivo válvula de expansión

Las válvulas de expansión termostáticas están diseñadas para regular la inyección de refrigerante líquido hacia los evaporadores. Su función principal consiste en controlar el flujo de refrigerante que ingresa a estos equipos, gestionando su expansión y asegurando así un enfriamiento eficiente. La inyección de refrigerante se regula constantemente mediante un elemento termostático ubicado en la parte superior de la válvula de expansión, que opera en función del recalentamiento del refrigerante [18].

Funciones de la válvula de expansión

- Reducción de la presión: La válvula de expansión juega un papel crucial en la reducción de la presión del refrigerante, que previamente ha sido comprimido en el compresor. Esta disminución de presión facilita la expansión del refrigerante, lo que a su vez provoca un enfriamiento cuando ingresa al evaporador. [19].
- Control de Flujo: controla el flujo de refrigerante que ingresa al evaporador, asegurando que se mantenga un flujo óptimo para un enfriamiento eficiente. Esto se logra en función de la carga térmica del sistema [20].
- Optimización del Ciclo de Refrigeración: Al controlar el flujo de refrigerante, la válvula contribuye a la eficiencia del ciclo de refrigeración, ayudando a mantener las temperaturas deseadas en el cuarto frío [21].
- La función básica de estas válvulas es activar y desactivar el flujo de refrigerante y garantizar así el rendimiento del sistema. Funciona mediante la aplicación nos da una señal eléctrica para abrir o cerrar la válvula, regulando así el flujo del fluido. Considerando los siguientes aspectos al elegir una electroválvula para sistemas de aire acondicionado y refrigeración [22].



Figura 4 visualización de la válvula de expansión [22]

4.11 Tubo Refrigerante de Cobre

Las tuberías de cobre para refrigeración se utilizan para transportar gases refrigerantes, tales como gas R22, R134a, R410a, etc. El tubo de cobre está fabricado con un metal duradero, resistente a la corrosión y con una excelente conductividad térmica, refrigerante de cobre es un componente crucial en los sistemas de refrigeración, utilizado para transportar el refrigerante entre diferentes partes del sistema, como el compresor, el evaporador y el condensador [23]

El tubo de cobre es un material muy resistente y capaz de soportar altas temperaturas, haciendo que el tubo de cobre sea un material ideal para usar en aplicaciones industriales, tales como la industria de la calefacción, la refrigeración y la fabricación de equipos. Es capaz de resistir temperaturas de hasta 600°C, haciéndolo muy resistente a temperaturas

demasiado altas sin sufrir daños. Además, el tubo es muy resistente a la corrosión, lo que significa que no se oxida ni se deteriora fácilmente [23].

Funciones del Tubo Refrigerante de Cobre

- El transporte de refrigerante es fundamental para facilitar el movimiento del refrigerante, tanto en estado líquido como gaseoso, entre los diferentes componentes del sistema. Esto garantiza que el refrigerante pueda absorber y liberar calor de manera eficiente durante el proceso de enfriamiento [24].
- Mantenimiento de Presión: Diseñado para soportar las presiones del refrigerante, que pueden variar significativamente entre el estado líquido y gaseoso, el tubo de cobre ayuda a mantener la presión adecuada en el sistema [25].
- Minimización de Pérdidas Térmicas: ya que el cobre es un conductor de calor, ayuda a reducir las pérdidas térmicas en el transporte del refrigerante, optimizando la eficiencia del sistema [26].

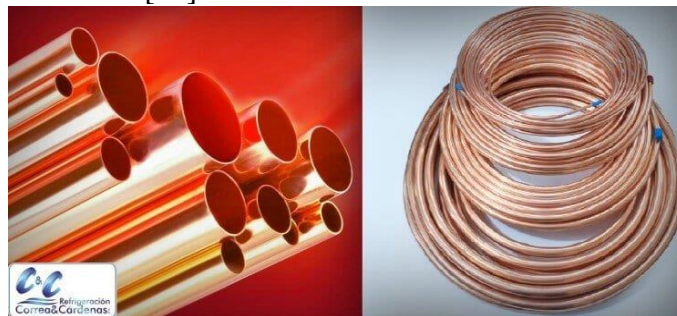


Figura 5 visualización del Tubo de Refrigeración [27]

4.12 Presostato de refrigeración

Los presostatos son dispositivos imprescindibles que protegen tanto el compresor como las distintas partes de la instalación, evitando situaciones de presión excesivamente alta o baja. En el circuito conocido como pump-down, estos dispositivos también juegan un papel importante a la hora de apagar el compresor de forma reglamentaria. Dependiendo de la aplicación específica, se pueden utilizar presostatos individuales o combinados para controlar tanto la presión alta como la baja [28].

Asimismo, existen presostatos destinados a la monitorización de la presión, cuyos estados de conmutación se indican mediante lámparas de señalización. Los umbrales de conmutación y la histéresis son ajustables, lo que permite al alumno estudiar y comprender el comportamiento de conmutación del presostato. Un compresor de refrigerante típico se encarga de generar las presiones necesarias para las pruebas, las cuales se miden mediante manómetros, utilizando aire como medio de presión. Para garantizar un funcionamiento seguro, los presostatos funcionan con una tensión de 24 V [28].

Presostato para cuartos fríos es fundamental ya que garantiza una operación segura ya que es encargado de abrir la presión del gas y eficaz de los sistemas de refrigeración ya que ayuda a su regulación de presión, ayudando a mantener las condiciones adecuadas para la conservación de productos [29].



Figura 6 visualización del Presostato [30]

4.13 Control de Automatización

4.13.1 Componentes Físicos

Para el diseño del control automatizado se utilizaron varios componentes físicos que permiten alcanzar su ejecución.

Desde la antigüedad, los humanos han reemplazado durante mucho tiempo el arduo trabajo manual creando máquinas y sistemas de control más eficientes. En la Edad de Piedra se desarrollaron los primeros dispositivos automatizados, como las trampas de caza, dando inicio a una rica tradición de innovación tecnológica. [31].

4.13.2 Automatización Industrial

Un controlador programable, también conocido como controlador lógico programable o PLC (Programmable Logic Controller, en inglés), es un dispositivo imprescindible en la automatización industrial. Su función principal es automatizar diversos procesos, ya sean electromecánicos, electroneumáticos o electrohidráulicos. Esto incluye controlar la maquinaria en las líneas de montaje y otros procesos de producción, así como operar atracciones mecánicas [31].

Logo Siemens

El logo siemens es un dispositivo diseñado para realizar tareas de automatización en entornos de instalación y uso doméstico. Nació con el propósito de reemplazar la antigua lógica de relés y contactores, que prevalecía antes del advenimiento de los autómatas. Este dispositivo cuenta con un registro interno de funciones básicas y especiales, lo que permite implementar diversas soluciones de automatización de baja complejidad. Su tamaño no limita su capacidad de almacenar información, además cuenta con una conexión a Ethernet lo que facilita su comunicación con dispositivos. Es ideal para aplicaciones como el control de sistemas en invernaderos o jardines de invierno, la

construcción de maquinaria pequeña entre otros ya que es un dispositivo de bajo costo y un software libre [32]



Figura 7 visualización del Logo Siemens [33]

La programación del logo tipo de Siemens puede realizarse de dos maneras:

- A través del lenguaje de bloques en álgebra booleana que está formado por un conjunto de variables [34].
- A través del diagrama de escalera, un lenguaje de programación gráfico, utilizando el software Logo software Soft Comfort [34].

Tabla 1 Datos técnicos del Logo Siemens

VOLTAJE DE SUMINISTRO / INT	115V /230 V AC/DC
RANGO ADMISIBLE	85 a 265V AC/ 100ª 253 V DC
OUT DE CORRIENTE	10 A resistivo/ 3 A Inductivo
SEGURIDAD ANTE COROCIRCUITOS	No tiene
VERSION	8.3
INT/ ENTRADAS	8
OUT/ SALIDAS	4
TIPO	MODULO LOGICO CPU
INTERFAZ	RJ45
MEMORIA MAXIMA DE PROGRAMA	400bloques

4.14 Módulo de Expansión/ Ampliación Digital Siemens Logo

El módulo de expansión se encarga de incrementar la cantidad de entradas y salidas digitales disponibles para el sistema LOGO. En particular, el módulo de ampliación DM 16 230R ofrece 8 entradas digitales y 8 salidas digitales a relé, funcionando con una alimentación de 24V DC.



Figura 8 visualización del Módulo de Expansión [35]

Tabla 2 Datos técnicos del expansor DM16

DM16

INT / SUMINISTRO DE ENTRADA	115V/240 V AC/DC
RANGO ADMITIBLE	85 a 265 V AC/ 100 a 253 V DC
OUT DE CORRIENTE	5 A resistivo/ 3 inductivo
SEGURIDAD ANTE COROCIRCUITOS	NECESIDAD DE UN FUSIBLE EXTERNO.
VERSION	8.3
ENTRADAS	8
SALIDAS	8 x RELE
TIPO	MODULO DE EXPANSION
MONTAJE	CARRIL DE MONTAJE DIN 35

4.14.1 Controlador TC-900E Power

El TC-900E Power es un avanzado controlador digital diseñado específicamente para sistemas de refrigeración de congeladores. Este dispositivo automatiza de manera inteligente el proceso de deshielo, lo que contribuye al ahorro de energía Su funcionamiento se fundamenta en dos sensores clave: uno que mide la temperatura ambiental y otro que supervisa la temperatura del evaporador. De esta manera, se regula el proceso de deshielo y el funcionamiento de los ventiladores. Además, el TC-900E

Power ofrece un punto de ajuste normal y uno económico para la gestión de la temperatura, así como funciones de congelamiento rápido y alarmas que se activan ante puertas abiertas [36]

Este controlador cuenta con la implementación de dos sondas de temperatura ambiente (S1), lo que optimiza su tiempo de respuesta. Por otro lado, permite la gestión directa de compresores de hasta 1 HP con una corriente máxima de 16 A, y soporta una salida de deshielo con una corriente de hasta 10 A [36].



Figura 9 Visualización del Controlador TC-900 power [36]

El controlador integra diversas funciones para el funcionamiento de refrigeración, ya que es un controlador inteligente lo que hace una herramienta eficaz para la operabilidad del sistema.

Tabla 3 Datos técnicos del controlador TC-900 POWER

ALIMENTACION DIRECTA	115V o 230Vac \pm 10% 50/60Hz
TEMPERATURA SUPERVISADA	-50°C a 105°C / -58°F a 221°F
TEMPERATURA DE TRABAJO	0 a 50°C / 32 a 122°F.
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE SALIDA	COMPESOR: 12(8)A / 240Vac 1HP.
	DEFROS: 10A / 240Vac 1/4HP.
	EVAPORADOR: 5(3)A / 240Vac.
DIMENSIONES	76 34 x 77 mm (AxAxP)

4.14.2 Contactor Siemens

El contactor es un dispositivo de conmutación eléctrica similar a un relé, pero diseñado para manejar niveles de corriente significativamente más altos. Esto lo convierte en una opción ideal para aplicaciones que requieren control de equipos móviles. Su funcionamiento se basa en la aplicación de un voltaje a la bobina, que genera un campo magnético capaz de mover los contactos hacia una posición cerrada, completando así el circuito. Cuando se elimina el voltaje de la bobina, los contactos se abren nuevamente, desconectando el circuito [37].



Figura 10 Visualización del Contactor [37]

4.14.3 Relé Industrial

Existen diferentes tipos de relé, pero todos tienen casi el mismo funcionamiento ya que un relé es un dispositivo eléctrico, que permite el paso acceso de corriente cuando está cerrado y detiene el flujo cuando está abierto. A diferencia de un interruptor convencional, su funcionamiento se controla eléctricamente y no manualmente [38].

El relé consta de una bobina que está conectada a una corriente eléctrica. Cuando se activa, la bobina genera un campo electromagnético que hace que se cierre el contacto del relé, que normalmente está abierto. Esto permite que la corriente fluya a través de un circuito, lo que permite encender una lámpara o arrancar un motor. Una vez que dejamos de suministrar corriente a la bobina, el campo electromagnético se desvanece y el contacto del relé se abre nuevamente, interrumpiendo el flujo de corriente al circuito que alimenta la lámpara o motor [38].



Figura 11 visualización del Relé Industrial [38]

4.14.4 Breaker Eléctrico

Existen diferentes tipos de breakeres eléctricos, estos dispositivos son encargados de interrumpir el paso de corriente de un sistema o un equipo para su protección cuando se supera el umbral determinado están diseñados para manejar la corriente y se desconecta automáticamente para proteger el sistema, contra sobrecargas, cortocircuitos, sobrecalentamientos ya que es un mecanismo de seguridad que previene los daños ante posibles problemas [39].



Figura 12 Visualización de un Breaker de 3 polos [40]

4.14.5 Sonda NTC

Las sondas NTC, también conocidas como termistores NTC, son componentes esenciales en una variedad de aplicaciones, especialmente en la industria de la refrigeración para tomar sus temperaturas del ambiente o equipo. Estas sondas se utilizan para monitorear y controlar la temperatura, proporcionando mediciones precisas y fiables [41].

Las sondas NTC, o Coeficiente de Temperatura Negativo, son sensores de temperatura que reducen su resistencia eléctrica a medida que aumenta la temperatura. Esta característica los convierte en una opción ideal para aplicaciones que requieren una respuesta rápida y precisa a las variaciones térmicas. Su uso es común en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), así como en equipos de refrigeración [41].

Existen diferentes tipos de sondas para ciertos lugares y funcionalidades:

- **Sondas de penetración o sonda pincho:** Utilizadas para medir la temperatura en materiales sólidos o semisólidos [41].
- **Sondas de superficie:** Diseñadas para medir la temperatura de superficies planas [41].
- **Sondas de inmersión:** Utilizadas para medir la temperatura de líquidos [41].



Figura 13 visualización de la Sonda NTC [41]

5. CAPITULO III

5.1 Estudio del Sistema

Sistema actual del Cuarto Frio

El antiguo sistema de cuarto frío presenta una desorganización en sus componentes y en cableado, dificultando la identificación de sus elementos y reparación de fallas. Los tableros de control carecían de esquema claro, y contaba con múltiples tableros para controlar el sistema, aumentando errores en intervenciones. Fallas en evaporadores y resistencias comprometían la eficiencia de las temperaturas en el cuarto frío. Falta de documentación de los sistemas dificulta identificar su funcionamiento o encontrar el fallo ante errores ya que sus cables no cuentan con marquillas ni planos ya que se contrataba personal externo para darles mantenimiento a los sistemas y no se tiene un registro ni un seguimiento adecuado por este motivo. Era necesario migrar hacia un sistema más moderno y eficiente [1]. A continuación, en la Figura 14 se muestra los múltiples tableros para el control.



Figura 14 Visualización de múltiples Tableros

Así mismo el interior del tablero eléctrico se encontraba desorden en general, con cables amontonados y entrelazados de forma confusa, la falta de etiquetas en el cableado dificulta identificar a dónde van los cables a su vez la falta de planos del sistema nos complica demasiado para poder entender su funcionamiento y puede ser peligroso para la seguridad y la eficiencia operativa. Los empalmes en mal estado y las conexiones mal aisladas pueden generar cortocircuitos y fallos en el sistema. Además, hay cables que sobresalen desproporcionadamente algunos cables están forzados en espacios estrechos y se pueden ver tramos empalmados con cinta adhesiva despegándose. Esta falta de organización aumenta el riesgo de fallos eléctricos y posibles accidentes en el sistema [1].

A continuación, en la Figura 15 se visualizará el sistema actual el sistema y en la Figura 16 se mostrará los empalmes en mal estado.



Figura 15 Visualización General del Sistema

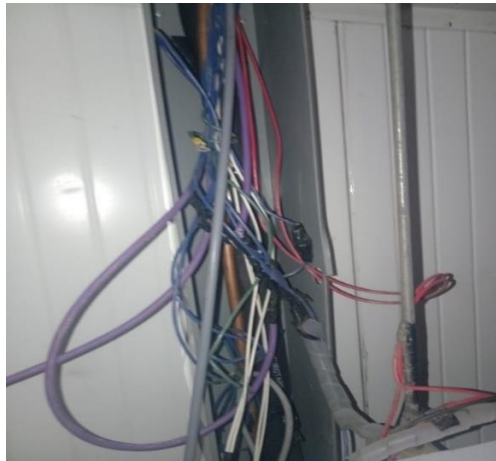


Figura 16 Visualización de Empalmes en mal Estado



Figura 17 Visualización de desorganización del cableado por falta de Ductos

5.2 *Análisis del Funcionamiento*

En el análisis del sistema se detectaron varios problemas que afectaban a su rendimiento y operabilidad del equipo. La falta de canaletas causa una desorganización proporcional en el cableado, falta de ductos para el cableado puede generar varios problemas en el funcionamiento del sistema, desde dificultades para mantener el orden hasta riesgos de fallos en el sistema o accidentes ya que es una desorganización total [1]. A continuación, en la Figura 18 se visualizará la desorganización del cableado.

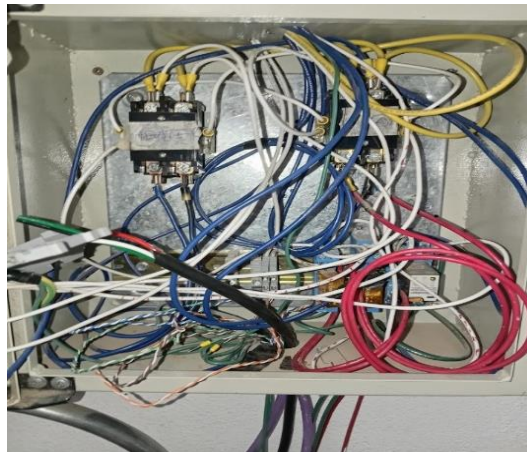


Figura 18 Visualización de la Desorganización del Cableado

Se encontraron cables en mal estado, algunos de ellos demasiado cortos y otros que, incorrectamente, eran cables UTP utilizados para conducir corriente eléctrica [1]. A continuación, en la Figura 19 se visualizará la información mencionada anteriormente.

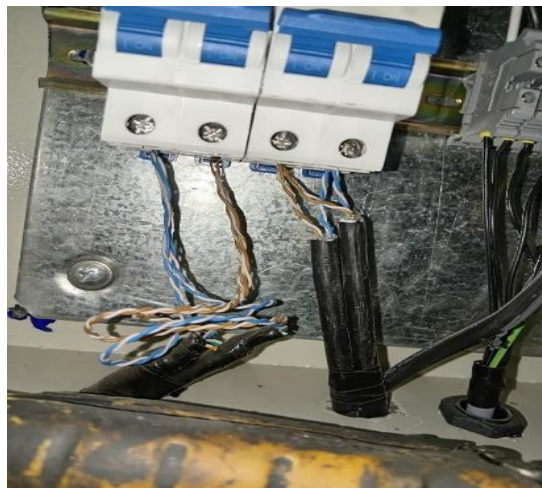


Figura 19 Visualización de cables cortos y cable UTP

Además, la resistencia no funcionaba correctamente, ya que estaba conectada directamente a los evaporadores. Como resultado, cuando los evaporadores estaban en funcionamiento, las resistencias también recibían corriente, lo que interfería en el correcto funcionamiento de ambos componentes. Si los dos componentes estaban en

funcionamiento entonces los evaporadores y las resistencias no podían realizar sus funciones de forma eficiente, lo que afectaba al rendimiento general del sistema [1]. A continuación, en la Figura 20 se presentará el análisis tomado que presento el problema, mencionado anteriormente.



Figura 20 Visualización del compresor Congelado

5.3 Sistemas del cuarto frio

5.3.1 Compresores

Durante el proceso de levantamiento de información del sistema actual del cuarto frio, se identificaron los dos sistemas. Además, en la Figura 21 y Figura 22 se visualiza los compresores utilizados en cada sistema del cuarto frio.



Figura 21 Visualización del Compresor Sistema 1



Figura 22 Visualización Compresor Sistema 2

5.4 Visualización de la Temperatura

El cuarto de refrigeración almacena tótems de aceite para verificar la temperatura del aceite en el cuarto frío, se debe insertar una sonda de temperatura hasta la mitad de un tótem. La medición se realiza mediante un controlador TC-900. Para visualizar la temperatura, es necesario ingresar al área de mayonesa, donde se encuentra el tablero general, esto causa un gran problema ya que es un área donde no se puede ingresar fácilmente ya que hay que cambiarse de ropa para ingresar a esa área [1]. En la Figura 23 se podrá observar el tablero general y el controlador donde se visualiza dicha temperatura.

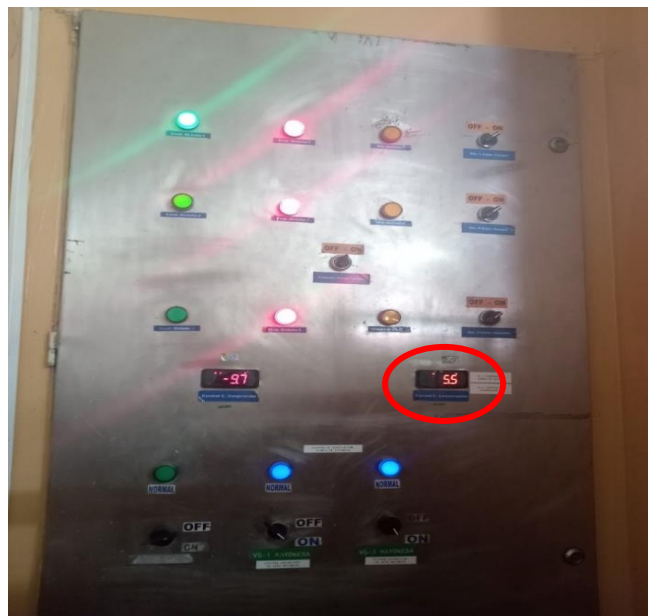


Figura 23 Visualización del controlador para el Aceite

5.5 Corrientes de Consumo

Se proporciona la tabla de corrientes de consumo energía tomada de los dos sistemas. Dado que estos sistemas contaban con múltiples tableros, fue necesario ingresar tanto al área de compresores como al área de mayonesa para poder realizar las mediciones de consumo [1].

En la siguiente tabla, se muestran las corrientes de consumo de los compresores. Se pudo verificar que los valores de corriente eran considerablemente bajos, lo que indica una falta de refrigerante. Esta falta de refrigerante, al no ser monitoreada adecuadamente, puede generar varios problemas, tales como: [1]

1. **Inadecuado enfriamiento del sistema:** La pérdida de refrigerante puede impedir que el sistema mantenga la temperatura adecuada en el cuarto frío, lo que afectaría su capacidad de enfriamiento y no permitiría alcanzar los niveles de temperatura requeridos [1].
2. **Sobrecarga del motor:** Al haber menos refrigerante, el motor del compresor trabaja con mayor esfuerzo para intentar alcanzar la temperatura deseada, lo que provoca un sobrecalentamiento del motor y aumenta el riesgo de daños [1].
3. **Congelamiento de los evaporadores:** La falta de refrigerante puede causar que los evaporadores se congelen, bloqueando el flujo de aire y reduciendo aún más la eficiencia del enfriamiento. [1].

Tabla 4 Consumo de energía del sistema anterior, datos tomados.

	NOMBRE	LINEA 1	LINEA 2	
COMPRESORES CUARTO FRIO	COMPRESOR FS1	10.4 Amps	10.8 Amps	Compresor Bifásico
	COMPRESOR FS2	9.8 Amps	10.2 Amps	

Nota: En la siguiente tabla se puede observar las corrientes de consumos de los compresores de los dos sistemas, se le puede visualizar que las corrientes se encuentran muy bajas.

La corriente de consumo normal dentro de los rangos establecidos es de 12 amperios o superior. Sin embargo, si esta corriente disminuye por debajo de dicho valor, podría ser indicativo de una deficiencia en la cantidad de refrigerante [1].

6. CAPITULO IV

6.1 Marco metodológico

6.1.1 Implementación Física

Este capítulo tiene la finalidad de dar a conocer sobre cómo se realizó la implementación del nuevo sistema, esta implantación se lleva a cabo bajo investigaciones relacionadas con procesos de refrigeración, sus componentes y su funcionamiento entre ellos se habrá sobre cómo se realizó esta modernización del sistema paso a paso incluyendo sus planos y su programación para entender sobre su funcionamiento [1].

Propuesta metodológica

6.1.2 Requisitos y requerimientos para la implementación

Durante esta sección de la implementación del nuevo sistema, es crucial comprender su funcionamiento en detalle del sistema, así como tener en cuenta cómo se llevará a cabo la implementación, la programación, los componentes que se van a ocupar y el entorno en el que se migrará el sistema [1].

6.2 Ubicación del nuevo sistema

El nuevo tablero de control se ubicará y se instalará en el área de compresores, centralizando la supervisión y gestión del sistema, desde este punto estratégico, desde este punto será posible el monitoreo en tiempo real de parámetros críticos como temperatura, presión y los niveles de operación. La ubicación facilitara el mantenimiento y ajustes de los equipos, y reduciendo el tiempo de intervención en caso de fallas [1]. En la figura 24 se visualizará el tablero donde se instala el nuevo sistema.



Figura 24 Visualización donde se instalará el nuevo sistema

6.3 *Ubicación del sensor*

Se realizó una nueva instalación con un cable multiconductor blindado calibre 7 x 18 AWG para el control de temperatura del aceite que se encuentra ubicado en el cuarto frío, lo que garantiza una señal estable y precisa ya que con su blindaje nos da una mayor resistencia ya que puede ser utilizado en ambientes secos o húmedos ya que su flexibilidad es ideal para sistemas móviles como para la sonda de temperatura [1]. En la Figura 25 se podrá visualizar la nueva sonda de temperatura para el aceite.



Figura 25 Visualización de la Sonda de Temperatura

6.4 *Fuente de Alimentación*

La fuente principal de alimentación para esta migración fue tomada desde el TABLERO DE DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN, a través de un interruptor automático (breaker) de 88 125 Amps, marca Siemens 3VM [1].

Este breaker está identificado como “Cuarto Frío - Congelador”. A continuación, en la Figura 26 y Figura 27 se visualizará la fuente de alimentación para esta migración.



Figura 26 Visualización del el Tablero de Distribución y Protección



Figura 27 Visualización del Breaker General

6.5 Cometidas Principales

Durante este proceso, se analizó como va a estar estructurado sus componentes dentro del nuevo sistema para ello se realizaron nuevo bs cableados y nuevas cometidas eléctricas, considerando la capacidad de amperaje necesaria para soportar las cargas eléctricas del sistema y su conexión al nuevo tablero [1]. En la Figura 28 se puede observar las nuevas cometidas hacia el tablero.



Figura 28 Visualización de las nuevas cometidas

Se procedió a realizar las principales cometidas eléctricas de los equipos del cuarto frío incluidos (termostato, compresores, evaporadores, electroválvulas y resistencias) de los dos sistemas estas acometidas fueron integradas al nuevo tablero de control, garantizando una conexión adecuada y segura para cada componente. Desde ese tablero se centralizará la supervisión y gestión de todo el sistema, lo que permitirá un control más eficaz y una respuesta rápida ante cualquier incidencia o al momento de realizar sus mantenimientos ya que solo un tablero controla los dos sistemas [1].

Adicionalmente, se llevaron a cabo nuevas conexiones eléctricas para el sistema, retirando las conexiones anteriores que ya no eran necesarias con el objetivo de liberar espacio y a su vez recuperar componentes reutilizables [1]. En la Figura 29 se puede observar las cometidas principales para el sistema.

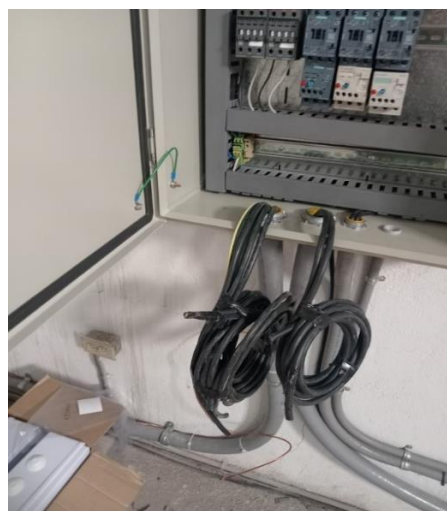


Figura 29 Visualización de las cometidas principales para los sistemas

6.6 Reutilización de componentes

Durante la intervención de la migración que se realizó de la migración se efectuó una recuperación y evaluación de los componentes del sistema anterior. Estos elementos se inspeccionaron para comprobar que estaban en perfectas condiciones para ser reutilizarlos en el nuevo sistema. Se revisaron aspectos como el estado físico, la funcionalidad y la seguridad de cada componente, garantizando que no hubiera daños, corrosión o desgastes que pudieran afectar al rendimiento del sistema [1]. En la figura 30 se puede visualizar los componentes que se recuperaron del sistema anterior.



Figura 30 Visualización de los componentes Reutilizados

Este proyecto de titulación se aborda la necesidad de liberar espacios en los tableros eléctricos mediante la reutilización de componentes, específicamente los controladores TC-900 POWER, Tableros eléctricos, Contactores y adaptándolos al nuevo sistema. Esta estrategia de reutilización contribuye significativamente a la reducción de costos del proyecto [1].

Como parte del proceso, se retiraron los cableados del sistema anterior, ya que estos no cumplirían ninguna función útil en la nueva instalación. Además, se decidió reutilizar un tablero exclusivo para los Controladores TC-900 Power y las sondas. Desde este tablero se podrá visualizar su temperatura del cuarto y la temperatura del aceite. En la Figura 31 se puede visualizar como se retira el cableado del sistema anterior [1]. Y en la Figura 32 se puede visualizar el tablero reutilizado.



Figura 31 Visualización del retiro del cableado el sistema Antiguo



Figura 32 Visualización del tablero Reutilizado

6.7 Montaje de los componentes Físicos

Se procedió a realizar las instalaciones en el interior del tablero empleando los componentes reutilizados del sistema anterior. Con las acometidas previamente instaladas, se llevó a cabo la integración física de los sistemas, para asegurar su funcionalidad y evitar confusiones durante la instalación, se decidió identificar los dos sistemas de forma independiente el sistema 1 está identificado como FS1 y el sistema 2 está identificado como FS2. Cada componente y acometida fue debidamente etiquetado según su sistema correspondiente, lo que facilitara el trabajo al momento de realizar la instalación. En la Figura 33 y 34 se podrá visualizar los dos sistemas [1].



Figura 33 Visualización del Sistema 1_ FS1



Figura 34 Visualización del Sistema 2_ FS2

Se instaló un interruptor termomagnético de 63 amperios para la alimentación general del cuarto frío, diseñado para proporcionar protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Desde este disyuntor, la energía se distribuye de manera eficiente hacia los dos sistemas FS1 Y FS2 [1].

Se realizaron las conexiones correspondientes para los componentes críticos de ambos sistemas, incluyendo los evaporadores, resistencias de evaporadores, electroválvulas y presostatos, integrándolos en el nuevo sistema modernizado. Además, se llevaron a cabo las instalaciones necesarias para los controladores TC-900 Power ya que son esenciales, ya que estos dispositivos se encargan de supervisar y controlar procesos de los sistemas del cuarto frío, además se instaló un selector, diseñado para encender y apagar ambos sistemas de forma continua, ya que es necesario cuando se realice sus mantenimientos o intervenciones en el tablero [1]. En la Figura 35 se puede visualizar las conexiones del sistema. Y e la Figura 36 se visualizará las conexiones de los Controladores TC-900 Power.

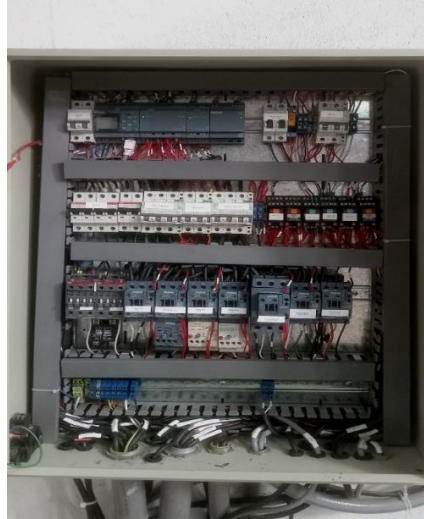


Figura 35 Visualización de las conexiones nuevas



Figura 36 Visualización de los Controladores TC-900 Power

6.8 Configuración de parámetros

Para la configuración de la tabla de parámetros del controlador TC-900 Power, se consideraron los parámetros del sistema anterior, ya que estos son esenciales para monitorear y controlar el funcionamiento del sistema de manera eficiente. Se recopiló un listado de los 58 parámetros del sistema previo, los cuales fueron cuidadosamente transferidos y ajustados al nuevo sistema para asegurar su operatividad y precisión [1].

En esta migración, se realizó una organización del sistema eléctrico y su cableado. Como se mencionó anteriormente, las cometidas eléctricas fueron rediseñadas y reinstaladas directamente en el tablero principal. Se procedió a retirar las cometidas antiguas que ya no cumplen con ninguna función. Además, se implementó un nuevas cometidas para los evaporadores de los sistemas y con una reorganización en sí, para ello se utilizaron ductos eléctricos para su organización. En la Figura 37 se puede observar los evaporadores y sus cometidas principales y la organización del cableado [1].



Figura 37 Visualización de los Evaporadores

6.9 Almacenamiento del Cuarto frio

En el cuarto frío se almacenan hasta 12 tótems de aceite, los cuales contienen aceite esencial para el funcionamiento de la empresa alimentaria. El adecuado control térmico es crucial, ya que el aceite se degrada rápidamente cuando se expone a temperaturas elevadas, lo que compromete tanto su composición química como su calidad nutricional. Además, el aumento de en el cuarto frio hace que la temperatura acelera el proceso de degradación de los productos, provocando la formación de peróxidos y la rancidez, lo que a su vez afecta sus propiedades organolépticas (sabor, olor, textura) y su idoneidad para el uso industrial [1].

El almacenamiento en condiciones de temperatura controlada es esencial para preservar la integridad del aceite, garantizando su estabilidad fisicoquímica y, por ende, su rendimiento adecuado en los procesos productivos de la empresa [1].

6.10 Implementación lógica

Programación y simulación

En esta sección se abordará la fase dedicada a la programación y configuración del software, que tiene como objetivo facilitar el proceso de refrigeración del cuarto frío y que hace un proceso completa y gestionado. Esta etapa es crucial para su correcto funcionamiento. Para ellos vamos a utilizar el software LOGO Soft Comfort V8.3 este software es crucial para la creación de la programación del control de los dos equipos de frío, y a su vez comprobar su funcionamiento [1].

Ya que tenemos dos equipos, de la misma familia ejecutados en una sola cámara que realizan el enfriamiento, ya que la función del logo es administrar que esos dos equipos funcionen correctamente, ya que un solo equipo no es recomendado para manejar un solo compresor o un solo equipo de frío, un solo controlador un solo equipo de frío, en este proyecto se contempla la utilización de dos equipos de frío para un solo sistema [1]. En la Figura 38 se podrá visualizar la pantalla principal del software.

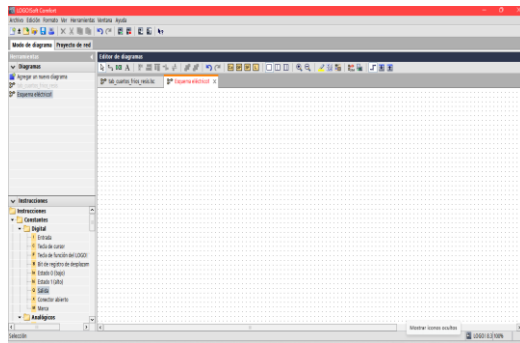


Figura 38 Visualización de la pantalla principal del Logo Soft Comfort V8.3

6.11 Desarrollo de la programación en el LOGO Soft Comfort V8.3

6.11.1 Fase 1

En esta fase se hablará sobre cómo se estableció una comunicación entre dos equipos, mediante dirección Ethernet e dirección IP, se realizó un enlace de red entre el logo del Cuarto Frío y el PLC de la mayonesa para que se pueda comunicar.

Configuración del Módulo

- Dirección IP: 192.168.0.65
- Máscara de subred: 255.255.255.0

Dirección del PLC

- Dirección IP: 192.168.0.20

6.11.2 Fase 2

En esta fase se describirá cómo se llevó a cabo la programación. Existen diversas metodologías para implementar este proceso, siendo las más comunes el uso de lógica escalera (Ladder Diagrama) y los esquemas de bloques basados en álgebra booleana. Se decido realizar esta programación por esquema de bloques [1].

"Los bloques con una la representación con la letra I significa Entradas y los bloques en representación con la letra Q significan Salida" [1]. En la Figura 39 y 40 se podrá visualizar los bloques de entrada y de salida.

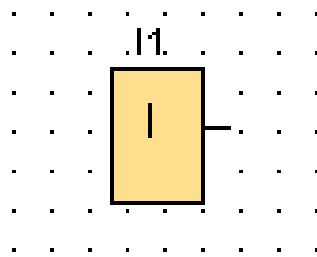


Figura 39 Visualización del Bloque de Entrada

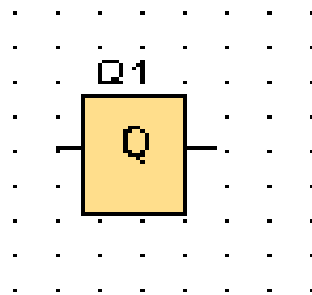


Figura 40 Visualización del Bloque de Salida

Los bloques con representación B son bloques de función en los bloques de función podemos tener las compuertas:

1. AND
2. NAND
3. OR
4. NOR
5. XOR
6. NOT

Las compuestas son dispositivos que realizan diferentes funciones en operaciones lógicas sobre unas señales de entrada produciendo una única señal de salida, según la programación que se vaya a realizar o la condición [1]. En la Figura 41 se podrá visualizar el bloque B de función.

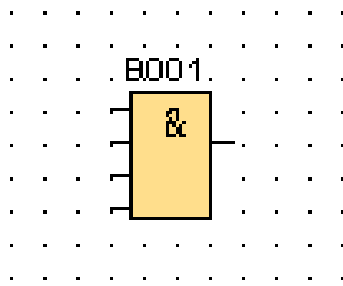


Figura 41 Visualización del Bloque de función con su representación con la letra B

En los bloques con la representación con la letra B también tiene otras representaciones como temporizadores, contadores, etc. Los bloques permiten crear programas complejos de manera modular, conectando diversas funciones y entradas/salidas. Ya que son bloques lógicos.

6.11.3 Fase 3

Para activar ambos sistemas, el compresor **FS1** controla la temperatura del aceite y el **FS2** controla la temperatura del cuarto frío. Si ambos controladores están configurados igual y ordenan el enfriamiento, el sistema continúa con el proceso. En este caso, se abren las electroválvulas y se activa el compresor **FS1**. Si los controladores no están configurados igual, el sistema no enciende. Si alguno de los controladores envía una orden diferente, el sistema no enciende [1].

Se colocó un bloque con retardo en la conexión, con un tiempo de espera de 5 segundos. A continuación, se agregó un bloque **AND**, que es un bloque de multiplicación de condiciones. Este bloque verifica que estén presentes tres condiciones: presostato con presión de gas, señal activa y el encendido del evaporador. Cuando se cumplan todas estas condiciones, se activa un bloque de **relé auto enclavador**, el cual envía la señal para encender el compresor **F_COMPRESOR FS1** [1].

Los dos sistemas se encienden en secuencia, con un intervalo de espera entre ellos. El primer equipo se enciende después de una espera de 5 segundos. Para encender el segundo equipo, se sigue una secuencia similar a la del primer equipo, pero con una espera de 10 segundos utilizando un bloque de retardo en la conexión. Se verifica que este en señal esté activa, que el presostato del otro equipo indique presencia de gas y que el evaporador del otro equipo esté encendido. Cuando todas estas condiciones se cumplan, se activa un bloque de relé auto enclavador, que envía la señal para encender el compresor **F_COMPRESOR FS2** [1]. Lo anterior mencionado se puede visualizar en la Figura 42.

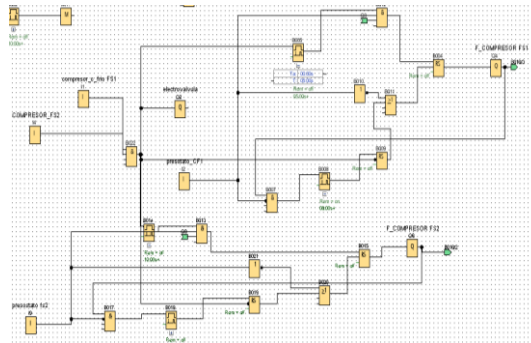


Figura 42 Visualización del encendido de los dos compresores FS1 Y FS2

Nota: En esta representación gráfica proporcionada, se puede visualizar el proceso de encendido de los compresores de los dos equipos y las condiciones mencionadas anteriormente.

6.11.4 Fase 4

- Para apagar los dos sistemas, es necesario quitar la señal. Cuando no se recibe señal, la electroválvula se cierra y el presostato (I) se queda sin gas en el equipo ya que la presión esta fuera de rango [1].
- Alguno de los comparadores (B011 o B010) identifica una condición fuera del valor esperado [1].
- Un relé (B009 o B005) se activa, indicando una condición de error.
- Un temporizador (B003 o B008) alcanza su límite y corta la señal de activación [1].

Si se apaga el presostato FS1, el presostato FS2 realiza la misma operación, ya que el apagado se realiza en secuencia. Lo mencionado anterior mente se podrá visualizar en la Figura 43.

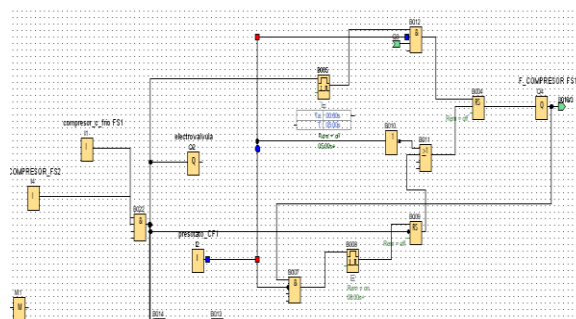


Figura 43 Visualización del apagado de los Equipos

Nota: En esta representación gráfica proporcionada se puede visualizar el proceso del apagado de los dos sistemas, como se mencionaba anterior mente.

6.11.5 Fase 5

El proceso de encendido de las residencias de defrost tiene lugar cuando se cumplen estas condiciones:

- La señal `_I_DE_FROST` (I5) está activa [1].
- Se cumplen las condiciones en los comparadores (B025 y B029) [1].
- El temporizador B028 se activa y habilita la señal de calentamiento [1].
- Se encienden las resistencias (Q7), y simultáneamente se apagan los evaporadores (Q3, Q8) y el compresor (Q4) [1].

En la Figura 44 Se visualizará lo mencionado anteriormente.

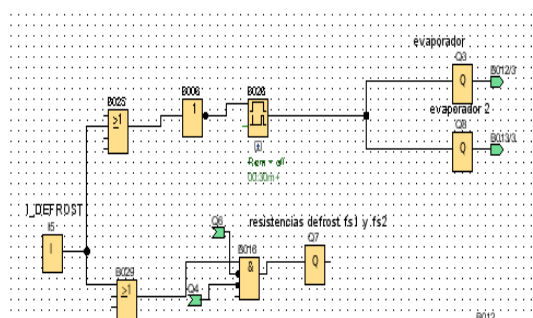


Figura 44 Visualización del encendido del Defrost de los dos Sistemas

Para el encendido de los evaporadores, FS1 y Fs2 de los equipos de frio es necesario:

- Que la señal `_I_DE_FROST` (I5) está presente [1].
- Existen bloques de comparación (B025 y B029) que verifican si la señal cumple con los valores necesarios [1].
- Si la condición del bloque B025 (>1) se cumple, activa el bloque B006, que parece ser una constante o un activador directo [1].
- El bloque B028 (temporizador) recibe esta señal y, tras el tiempo configurado, activa los contactos Q3 y Q8, los cuales corresponden a los evaporadores (evaporador 1 y evaporador 2) [1].

7. Resultados obtenidos del proyecto

A continuación, se detallan los resultados alcanzados luego de la migración del sistema de control automatizado. Como se mencionó previamente, se llevó a cabo una instalación eléctrica completamente nueva, integrando sondas de temperatura tipo NTC para un monitoreo preciso de las condiciones térmicas del cuarto frío [1].

En términos de desempeño térmico, el aceite ingresa al sistema con una temperatura inicial de **19 a 20 °C** y, en un período máximo de **24 horas**, el sistema debe reducir su temperatura a un rango de **8 a 10 °C**, asegurando condiciones óptimas de almacenamiento. Este comportamiento fue verificado a través del **controlador TC-900 POWER**, el cual permitió la visualización en tiempo real de la temperatura de enfriamiento [1].

Para validar la precisión del sistema de medición, se realizaron pruebas complementarias utilizando un termómetro. Los valores obtenidos mediante esta medición externa fueron coincidentes con los registrados en el controlador TC-900 POWER, lo que confirma la confiabilidad del sistema y la efectividad del proceso de automatización implementado [1].

7.1 Resultado de la organización del cableado eléctrico

Durante el proceso de modernización, se consolidaron los controles de ambos sistemas en un solo tablero, lo que no solo centralizó la gestión, sino que también permitió una organización más eficiente tanto de los componentes como del cableado. Se clasificó los cables por función y tensión, etiquetas para facilitar su identificación así mismo se colocaron canales ranuradas que permiten una distribución ordenada de los cables, evitando enredos y desorden, facilita al momento de acceder a algún cable en el caso de que sea necesario realizar ajustes, modificaciones o inspecciones. Como se mencionó anteriormente, el sistema anterior carecía de una estructura organizada, lo que dificultaba su manejo, se implementó un etiquetado adecuado que facilita la identificación de los sistemas, reduciendo así la probabilidad de errores operativos y mejorando la trazabilidad en las intervenciones de mantenimiento. Además, se actualizaron los planos eléctricos de los dos sistemas, proporcionando un esquema claro de las conexiones [1].

Esto facilita tanto las intervenciones futuras y a sus mejoras, ya que, en caso de realizarse cualquier modificación o intervención, el proceso será más fácil y rápida. Los técnicos ahora pueden acceder rápidamente a los equipos, lo que reduce significativamente el tiempo de intervención [1].

7.2 Resultados de la Temperatura Controlada

Con la modernización del sistema de control del cuarto frío, se implementó un nuevo cableado para el monitoreo de temperatura, garantizando una conexión más estable y confiable. Se instalaron sondas de temperatura para el aceite almacenado y una sonda para medir la temperatura ambiente del cuarto frío, centralizando el control en un único tablero con dos controladores TC-900 Power donde ese punto estratégico se podrá visualizar las temperaturas [1].

Antes de la modernización, el sistema presentaba inconsistencias debido a una sonda defectuosa, lo que generaba variaciones en la temperatura del aceite. Con la implementación del nuevo sistema, se realizaron mediciones utilizando una pistola térmica para comprobar la estabilidad de la temperatura sea la adecuada con el controlador [1].

Los resultados obtenidos demuestran

- Mayor estabilidad en la temperatura del aceite
- Monitoreo más preciso y centralizado
- Reducción de errores por sondas defectuosos o en mal estado.

7.3 Resultados de la programación para el control del Cuarto Frío

Dentro de la programación, se realizó un análisis exhaustivo para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema. La Simulación del sistema mediante el software LOGO Soft Comfort v8. 3 permitió un control eficiente del ciclo frigorífico de ambos sistemas, los cuales se realizaron en una sola cámara. Gracias a esta herramienta, LOGO puede gestionar ambos equipos con una temperatura controlada. La lógica de control implementada ahora asegura que las condiciones para encender y apagar los sistemas de refrigeración sean las adecuadas, dependiendo de su estado, lo que ayuda a prevenir fallos operativos. Además, con una secuencia controlada del proceso ha permitido reducir el tiempo de intervención de manual a automático y esto se logra mediante la programación, ya optimizando los ciclos de operación de los equipos, como son el defrost o resistencias, evaporadores, congelación y compresores [1]

En la Figura 46 se podrá visualizar la programación de los dos equipos.

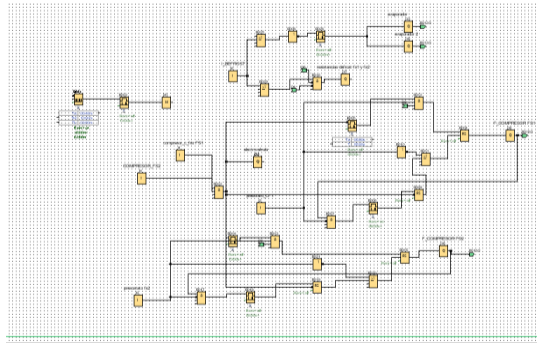


Figura 46 Visualización de la programación completa del proceso de control de los dos equipos.

Tabla 5 Consumo de corriente del sistema Actual

		AREA COMPRESORES			
		NOMBRE	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3
BREAKER GENERAL	CUARTO FRIO_CONGELADOR		55.5 Amps	19.5 Amps	55.2 Amps
	COMPRESORES DE LOS SISTEMAS DEL CUARTO FRIO	COMPRESOR FS1	12.4 Amps	12.6 Amps	
		COMPRESOR FS2	16.9 Amps	17.1 Amps	

Compresor Bifásico

Nota: En la figura se observa la programación del control automatizado para los equipos de frio para el cuarto frio realizado en el LOGO Soft Comfort v8.3

7.4 Corrientes de Consumo

A continuación, se muestra la tabla de corrientes generadas por el consumo de energía del funcionamiento de los equipos, estas medidas se tomarán mediante el compresor, además se tomó el consumo de corriente del breaker principal ya que este distribuye la energía a los dos equipos ya que funcionan en secuencia [1].

Nota: En la tabla se le puede visualizar las corrientes de consumo energético de los dos equipos, y el Breaker principal estas medidas fueron tomadas, con la ayuda de un multímetro, ya que los dos sistemas son Bifásicos se tomaron las corrientes de sus dos fases.

Estos valores indican el consumo específico por fase para cada compresor y el breaker principal indica la el consumo general cuando los dos compresores estén encendidos, como resultado se le pude visualizar las corrientes de consumo de los dos equipos teniendo un valor específico ya que el consumo de energía varia significativamente con el refrigerante que tenga el equipo mientras más refrigerante más corriente consume con menos refrigerante menos corriente consume , con esta tabla se la pude comparar y verificar el estado el refrigerante de los equipos, cuando se realizó esta migración se colocó también el refrigerante en los dos sistemas [1].

A continuación, en la Figura 46,47 Y 48 se le pude ver el cómo se midió el consumo de corriente del Breaker principal en sus tres líneas.



Figura 47 Visualización del consumo de energía generada por la Fase 1



Figura 48 Visualización del consumo de energía generada por la Fase 2



Figura 49 Visualización del consumo de energía generada por la Fase3

A continuación, en las Figuras 49 y 50 Será posible observar el consumo de corriente del COMPRESOR_FS1, dado que el equipo es bifásico.



Figura 50 Visualización del consumo de la corriente de la L1



Figura 51 Visualización del consumo de corriente de la corriente de la Línea 2

En la Figura 51 y 52 Será posible observar el consumo de corriente del COMPRESOR_FS2, dado que el equipo es bifásico.



Figura 52 Visualización del consumo de corriente de la L1



Figura 53 Visualización del consumo de corriente de la L2

7.5 Resultados en la Seguridad del Sistema

Con la modernización del sistema eléctrico del cuarto frío, se implementaron mejoras significativas en la seguridad y distribución de la energía. Se realizó la instalación de nuevas cometidas eléctricas, eliminando el cableado antiguo que presentaba empalmes desgastados, conexiones en mal estado y cables sulfatados, lo que representaba un alto riesgo de fallos eléctricos y sobrecalentamientos [1].

Uno de los cambios más importantes fue la incorporación de interruptores de protección en puntos estratégicos del sistema. Se instaló un disyuntor principal de 88 125 Amps en el breaker secundario de 63A, relés térmicos encargado de proteger y distribuir la energía a los equipos de frío [1].

En comparación con el sistema anterior se incorporaron equipos de protección.

- Mayor seguridad eléctrica, al eliminar conexiones defectuosas y reemplazar los cables en mal estado por nuevos [1].
- Protección contra sobrecargas y fallas, gracias a la incorporación de disyuntores y relés térmicos que protegen al sistema [1].

Con esta actualización, el sistema eléctrico del cuarto frío cumple con estándares más seguros y eficientes, garantizando la operatividad continua de los equipos [1].

7.6 Resultados sobre la Eficiencia del Sistema

Con la modernización del sistema eléctrico y de control del cuarto frío, se logró una mejora significativa en la eficiencia operativa y energética. Se realizaron nuevas cometidas eléctricas y se instaló un nuevo tablero eléctrico, con planos y marquillas detallando los dos sistemas, y se colocaron protecciones de seguridad necesarias para prevenir cualquier falla, sobrecargas el sistema fue cuidadosamente instalado. Se configuraron parámetros específicos para los visualizadores de temperatura, y la automatización realizada del sistema se ajustará para controlar de manera óptima, los ciclos de refrigeración (compresor, evaporador y resistencia), lo que permitió una gestión eficiente de la temperatura dentro del cuarto frío. Las pruebas realizadas sobre el sistema demostraron que cumple con los estándares, además, se tomaron medidas de consumo eléctrico, y los rangos establecidos, lo que significa una mejora en la eficiencia energética en comparación con el sistema anterior [1].

Por último, las sondas de temperatura instaladas, junto con la verificación mediante pistola térmica, confirmarán que la temperatura medida es precisa y consistente, igualando los valores indicados por los controladores Tc-900 POWER [1].

7.7 Resultado sobre el ahorro económico en el Futuro

En cuanto al impacto de la automatización y la modernización del sistema de refrigeración, los resultados futuros en términos de eficiencia son bastante positivos. La implementación de un solo tablero de distribución para los dos equipos de frío, eliminando los múltiples tableros anteriores, no solo reduce la complejidad operativa, sino que también optimiza el espacio y los recursos. La automatización mediante el PLC LOGO V8.3 asegura que los ciclos de refrigeración se activen de forma secuencial, lo

cual elimina la intervención manual de los técnicos y reduce posibles errores operativos, lo que a su vez mejora el tiempo [1].

Además, la eliminación de componentes eléctricos redundantes y el control de los sistemas a través de un PLC, en lugar de depender de instalaciones de control manuales, trae consigo un ahorro significativo en materiales y mano de obra. Al reducirse la necesidad de instalar múltiples tableros de distribución y sistemas de control separados, la instalación [1].

La nueva infraestructura también mejora la seguridad al instalar protecciones adecuadas para los sistemas de refrigeración, algo que el sistema anterior no contaba, lo cual era un riesgo grave. La intervención en los sistemas también se vuelve más fácil, ya que la actualización de los planos y marquillas de los componentes simplifican las tareas dadas como de mantenimiento. La automatización realizada no solo aumenta la eficiencia y la operativa, de los sistemas, sino que también mejora la seguridad y reduce los costos de energía [1].

8. CAPITULO V

8.1 Conclusiones

Finalizando el proyecto de la modernización de la migración del sistema de control automatizado en un cuarto frío para una industria alimentaria, se logró cumplir con el objetivo principal de la propuesta de titulación, adjuntando los conocimientos adquiridos al largo de este proceso al garantizar una mejor conservación del aceite almacenado y mejorar la seguridad de la instalación [42]

El proyecto de migración con el control automatizado aborda con los conceptos vistos en lo largo de la carrera, como la programación en la parte de automatización industrial, lo que fue un gran aporte para poder generar este proyecto [42].

La implementación del PLC LOGO V8.3 ha proporcionado un control más preciso y automatizado, eliminando la dependencia de sistemas manuales ya que eran más tediosos para los operadores o técnicos ya que no se tenía un control del sistema. A través de un nuevo sistema se integraron los dos equipos de frío se realizó una organización del cableado eléctrico y la eliminación de múltiples tableros y la integración de sondas NTC para el control de temperatura, controladores TC-900 Power se ha logrado estabilizar las temperaturas del cuarto frío, asegurando la conservación adecuada del aceite almacenado [1].

En términos de seguridad eléctrica, la migración hacia un tablero de distribución centralizado ha permitido mejorar la organización del sistema eléctrico, reduciendo riesgos de fallas por empalmes deficientes o conexiones inadecuadas. La incorporación de protecciones como disyuntores termomagnéticos, relés térmicos nos ayuda a prevenir y minimizar el riesgo de cortocircuitos, sobrecargas y fallas en la alimentación [1].

Finalmente, la automatización del sistema ha mejorado la capacidad de respuesta ante las variaciones de temperatura, garantizando un seguimiento continuo. Además, la estandarización de los parámetros operativos y la centralización del control han simplificado el mantenimiento del sistema, permitiendo una gestión más eficiente y contribuyendo a la reducción de costes a largo plazo. [1]

9. Recomendaciones

Para finalizar como recomendación para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento del sistema, es recomendable dar un seguimiento adecuado planeando mantenimientos preventivos o predictivos, tomando en cuenta los puntos más importantes a revisar de los equipos como el refrigerante, el compresor, las electroválvulas, los evaporadores etc. [1].

Con el seguimiento de las temperaturas se puede analizar con los datos y se podrías detectar un problema o alguna anomalía que presente en sus temperaturas, nos ayudaría a anticipar fallas y reducir tiempos de inactividad del sistema [1].

Es fundamental capacitar al personal técnico como operativo indicándoles cómo opera el nuevo sistema implementado, esto garantiza la correcta manipulación y operación del sistema, reduciendo significativamente los errores, además es recomendable tener un seguimiento detallando cada clase de mantenimiento, observaciones, control de temperatura así para facilitar las futuras intervenciones [1].

REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS

- [OpenAI, «Conversación con ChatGPT,» 2025. [En línea]. Available:
1 <https://chat.openai.com/>. [Último acceso: 02 Febrero 2025].
]
- [B. S. y. P. ESTRELLA, «Edu.ec,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, S.F. [En
2 línea]. Available: [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23488/1/UPS%20-
\] %20TTS1070.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23488/1/UPS%20-%20TTS1070.pdf). [Último acceso: 10 Febrero 2025].
- [J. Bernad, «Historia de la Refrigeración: De la Prehistoria a la Actualidad,» 26 Abril 2018. [En
3 línea]. Available: [https://www.josebernad.com/historia-de-la-refrigeracion-de-la-
\] prehistoria-a-la-actualidad/](https://www.josebernad.com/historia-de-la-refrigeracion-de-la-prehistoria-a-la-actualidad/). [Último acceso: 10 Diciembre 2024].
- [E. h. d. I. R. I. h. n. d. –. R. C. y. C. LTDA, «Refrigeracioncyc.com,» S.F. [En línea]. Available:
4 <https://refrigeracioncyc.com/evolucion-historica-refrigeracion-industrial/>. [Último acceso:
] 10 Diciembre 2024].
- [T. I. d. s. Reservados, «REFRINOTICIAS.com: EL PORTAL LÍDER EN INFORMACIÓN HVAC/R DE
5 MÉXICO Y LATINOAMÉRICA,» 17 Noviembre 2010. [En línea]. Available:
] <https://refrinoticias.com/el-nacimiento-de-la-refrigeracion/>. [Último acceso: 10 Diciembre
2024].
- [T. I. d. s. Reservados, «Eurovent-certification.com,» La termodinámica en los sistemas
6 HVAC, S.F. [En línea]. Available: [https://www.eurovent-
\] certification.com/es/category/article/thermodynamics-in-hvac-systems?universe=heat-
pump#](https://www.eurovent-certification.com/es/category/article/thermodynamics-in-hvac-systems?universe=heat-pump#). [Último acceso: 10 Diciembre 2024].
- [J. P. Porto y M. Merino, «Definición.de,» 06 Abril 2009. [En línea]. Available:
7 <https://definicion.de/refrigeracion/>. [Último acceso: 10 Diciembre 2024].
]
- [{ contributors}, «Wikipedia, The Free Encyclopedia,» S.F. [En línea]. Available:
8 <https://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n>. [Último acceso: 11 Diciembre 2024].
]
- [{Serviaire}, «Serviaire,» Tipos de refrigeración industrial, 08 Junio 2022. [En línea].
9 Available: <https://www.serviaire.com/tipos-de-refrigeracion-industrial/>. [Último acceso: 12
] Diciembre 2024].
- [J. Bernad, «¿Cómo funciona el ciclo de refrigeración industrial?,» 01 Octubre 2019. [En
1 línea]. Available: [https://www.josebernad.com/como-funciona-el-ciclo-de-refrigeracion-
0 industrial/](https://www.josebernad.com/como-funciona-el-ciclo-de-refrigeracion-0-industrial/). [Último acceso: 14 Diciembre 2024].
]
- [B. Alexander, «Linkedin.com,» Compresores hermeticos, 13 Enero 2022. [En línea].
1 Available: <https://www.linkedin.com/pulse/compresores-hermeticos-alex-castro/>. [Último
1 acceso: 14 Diciembre 2024].
]

- [T. I. d. s. Reservados, «Refrigeracioncyc.com,» Compresores, su importancia en la refrigeración – Refrigeración Correa y Cárdenas LTDA, S.F. [En línea]. Available:
1 <https://refrigeracioncyc.com/compresores-importancia-refrigeracion-cuartos-frios/>.
2] [Último acceso: 14 Diciembre 2024].
- [T. I. d. s. Reservados, «Area Cooling Solutions,» Condensador, S.F. [En línea]. Available:
1 <https://areacooling.com/es/glosario-de-terminos-hvac/condensador/>. [Último acceso: 14
3 Diciembre 2024].
]
- [T. I. d. s. Reservados, «Rimavi,» Unidades condensadoras, 09 Diciembre 2019. [En línea].
1 Available: <https://ri-mavi.com/producto/unidades-condensadoras/>. [Último acceso: 14
4 Diciembre 2024].
]
- [J. A. SAAVEDRA MENA, «CALCULO Y DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA LA
1 CONSERVACIÓN DE CARNE DE CERDO EN EL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA,» 2024. [En
5 línea]. [Último acceso: 02 Febrero 2025].
]
- [J. Bernad, «Jose Bernad,» Evaporador * Qué es y para qué sirve * Cámaras frigoríficas, 12
1 Julio 2018. [En línea]. Available: [https://www.josebernad.com/evaporador-que-es-y-para-
6 que-sirve/](https://www.josebernad.com/evaporador-que-es-y-para-que-sirve/). [Último acceso: 15 Diciembre 2024].
]
- [T. I. d. s. Reservados, «Shenglin-tech.com,» [En línea]. Available: [https://es.shenglin-
1 tech.com/products/Enfriador_De_Unidad/cold-room-evaporator.html](https://es.shenglin-tech.com/products/Enfriador_De_Unidad/cold-room-evaporator.html). [Último acceso: 16
7 Diciembre 2024].
]
- [T. I. d. s. Reservados., «Mundo HVAC&R - Calefacción, ventilación, aire acondicionado y
1 refrigeración,» 02 Febrero 2008. [En línea]. Available:
8 [https://www.mundohvacr.com/2008/02/valvulas-de-expansion-funcionamiento-y-
\] seleccion-de-la-adecuada/](https://www.mundohvacr.com/2008/02/valvulas-de-expansion-funcionamiento-y-seleccion-de-la-adecuada/). [Último acceso: 16 Diciembre 2024].
- [M. Varela, «Mi blog personal,» Funcionamiento de la válvula de expansión, 14 01 2024. [En
1 línea]. Available: [https://climatizatec.com/funcionamiento-de-la-valvula-de-
9 expansion/?utm_source=chatgpt.com](https://climatizatec.com/funcionamiento-de-la-valvula-de-expansion/?utm_source=chatgpt.com). [Último acceso: 10 Febrero 2025].
]
- [{ contributors}, «Wikipedia, The Free Encyclopedia,» Válvula de expansión termostática,
2 S.F. [En línea]. Available:
0 [https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_expansi%C3%B3n_termost%C3%A1tica?u
\] tm_source=chatgpt.com](https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_expansi%C3%B3n_termost%C3%A1tica?utm_source=chatgpt.com). [Último acceso: 02 Febrero 2025].
- [«Estudio Del técnico: Cómo funcionan y cómo son Las válvulas DE expansión,» 09 10 2021.
2 [En línea]. Available:
1 [https://issuu.com/refrinoticias/docs/refrinoticias_septiembre_2021/s/13357894?utm_sour
\] ce=chatgpt.com](https://issuu.com/refrinoticias/docs/refrinoticias_septiembre_2021/s/13357894?utm_source=chatgpt.com). [Último acceso: 02 Febrero 2025].

- [A. T. Joy, «Tameson.es,» 16 Mayo 2022. [En línea]. Available:
2 <https://tameson.es/pages/hvac-electrovalvulas>. [Último acceso: 16 Diciembre 2024].
2
]
- [T. I. d. s. reservados, «Com.mx,» S.F. [En línea]. Available: <https://freeo.com.mx/la-2-importancia-de-los-tubos-de-cobre-de-refrigeracion>. [Último acceso: 16 Diciembre 2024].
3
]
- [G. A. (. Co., «¿Qué es el tubo de cobre para el sistema HVAC?,» Gnee Acero (tianjín) Co.,
2 Limitado, 25 09 2023. [En línea]. Available: https://es.chinatialloy.com/info/what-is-the-4-copper-tube-for-hvac-system-88172431.html?utm_source=chatgpt.com. [Último acceso: 10
] Febrero 2025].
- [G. A. (. Co., «Tubos de cobre utilizados en sistemas de refrigeración,» 03 03 2023. [En línea].
2 Available: https://www.baogangpipe.com/news/copper-tubes-used-in-refrigeration-5-systems-67295754.html?utm_source=chatgpt.com. [Último acceso: 10 Febrero 2025].
]
- [T. I. d. s. reservadas., «Com.mx,» S.F. [En línea]. Available: https://freeo.com.mx/las-5-2-ventajas-de-la-tuberia-de-cobre-para-refrigeracion/?utm_source=chatgpt.com. [Último
6 acceso: 10 Febrero 2025].
]
- [T. I. d. s. Reservados, «www.google.com,» Comfrical, S.F. [En línea]. [Último acceso: 17
2 Diciembre 2024].
7
]
- [Productos, «Gunt.de,» S.F. [En línea]. Available:
2 <https://www.gunt.de/es/productos/refrigeracion/componentes-de-la-8-refrigeracion/reguladores-primarios-y-secundarios/presostatos-en-la-refrigeracion/061.18000/et180/glct-1:pa-150:ca-123:pr-175>. [Último acceso: 17 Diciembre
2024].
- [H. Laurila, «Beamex.com,» Calibración de presostatos, S.F. [En línea]. Available:
2 https://blog.beamex.com/es/calibracion-de-presostatos?utm_source=chatgpt.com. [Último
9 acceso: 10 Febrero 2025].
]
- [T. I. D. s. Reservados, «ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A,» Presostato diferencial, S.F.
3 [En línea]. Available: <https://www.acerocomercial.com/shop/product/kpi36-presostato-kpi-0-4-12-bares-060-118966-diferencial-0-5-1-6-bares-danfoss-10144#attr=>. [Último acceso: 17
] Diciembre 2024].
- [A. Brunete y P. S. Segundo y Rebeca Herrero, «Bookdown.org,» 1.3 Automatización
3 industrial, S.F. [En línea]. Available:

1 https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/automatizacionindustrial.html.
] [Último acceso: 17 Diciembre 2024].

[A. Perera, «AutomatismosMundo - Electricidad, Automatización y Domótica para todos,»
3 LOGO! de SIEMENS, qué es? Es realmente un PLC?, 08 Febrero 2022. [En línea]. Available:
2 <https://automatismosmundo.com/logo-de-siemens-que-es-es-realmente-un-plc/>. [Último
] acceso: 17 Diciembre 2024].

[l. s. -. G. Search, «Google.com,» S.F. [En línea]. Available:
3 https://www.google.com/search?sca_esv=eea07c496f1e8d9d&rlz=1C1UEAD_esEC1033EC1033&sxsrf=AHTn8zoZTlaOrBclyvHCRU3_tl4mqod78g:1738555909176&q=logo+siemens&udm=2&fbs=ABzOT_BnMAgCWdhr5zilP5f1cnRvK9uZj3HA_MTJAA6IXR8yQElaIApxtef1-RKg2CcwXYSQSt6QRAacgvTpEOSimny7. [Último acceso: 10 Enero 2025].

[T. l. d. s. reservados, «Siemens.com,» S.F.
3
4
]

[T. l. d. s. Reservados, «Automation24.es,» S.F. [En línea]. [Último acceso: 17 Diciembre
3 2024].
5
]

[T. l. d. reservados, «Thermafrio.com,» Controlador digital para refrigeración Full Gauge TC-
3 900E, S.F. [En línea]. Available: <https://thermafrio.com/product/controlador-digital-para-6-refrigeracion-full-gauge-tc-900e/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2024].
]

[T. l. d. s. Reservados, «NIVIHE S.A,» Contactores: ¿Qué son y para qué sirven?, 13 Octubre
3 2021. [En línea]. Available: <https://motores-electricos.com.ar/contactores-que-son-y-para-que-sirven/#:~:text=%C2%BFQue%20es%20un%20Contactor?,cierre%20de%20instalaciones%20de%20motores>. [Último acceso: 17 Diciembre 2024].

[A. Estudios Superiores, «Blog de SEAS,» El Relé: para qué es, para qué sirve y qué tipos
3 existen, 22 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2024].
]

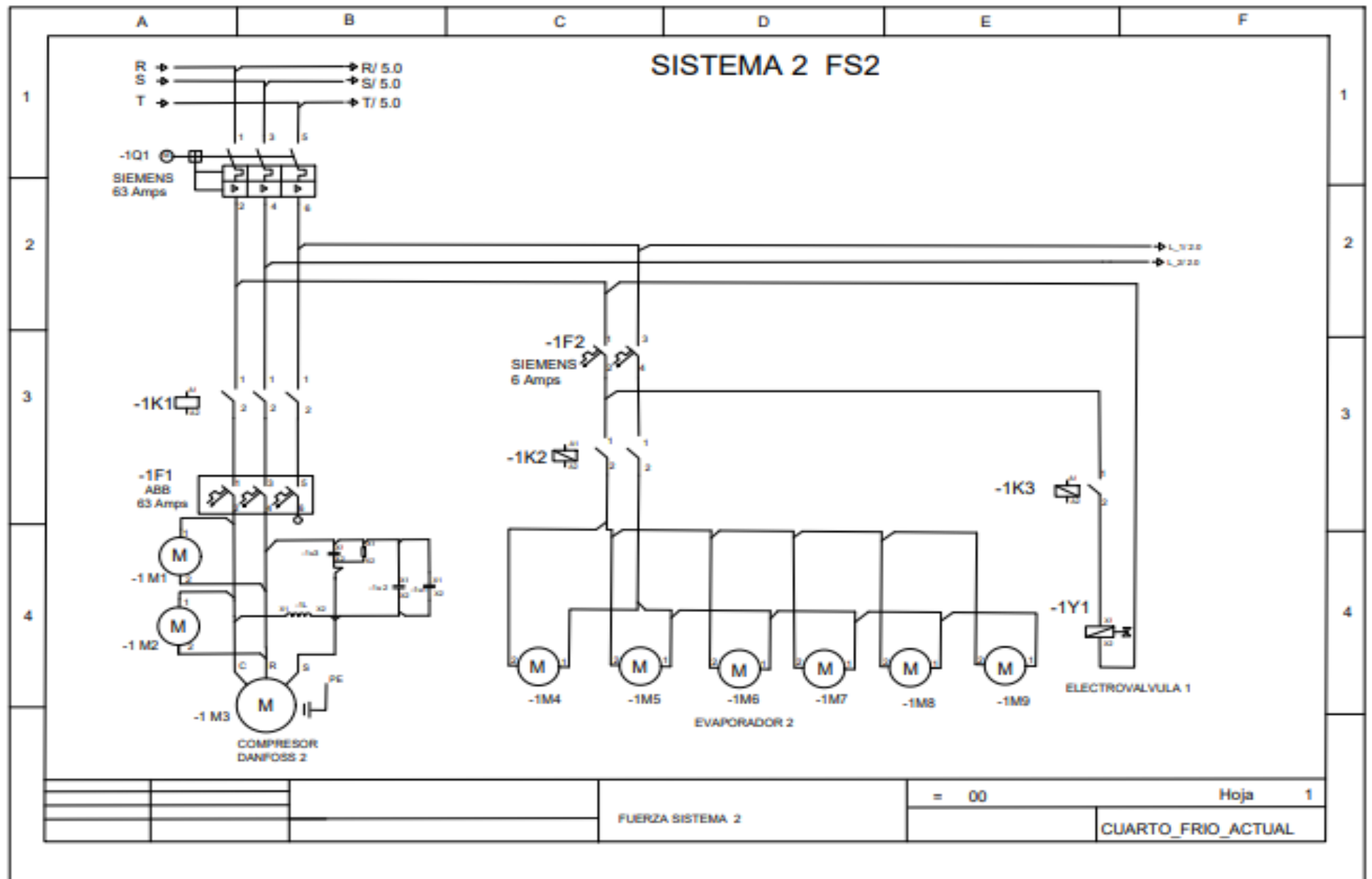
[T. l. d. s. Reservados, «materiales electricos, productos electricos en colombia JD
3 ELECTRICOS,» ¿QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA UN BREAKER ELÉCTRICO O DISYUNTOR?, 25
9 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://jdelectricos.com.co/como-funciona-un-breaker-electrico/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2024].

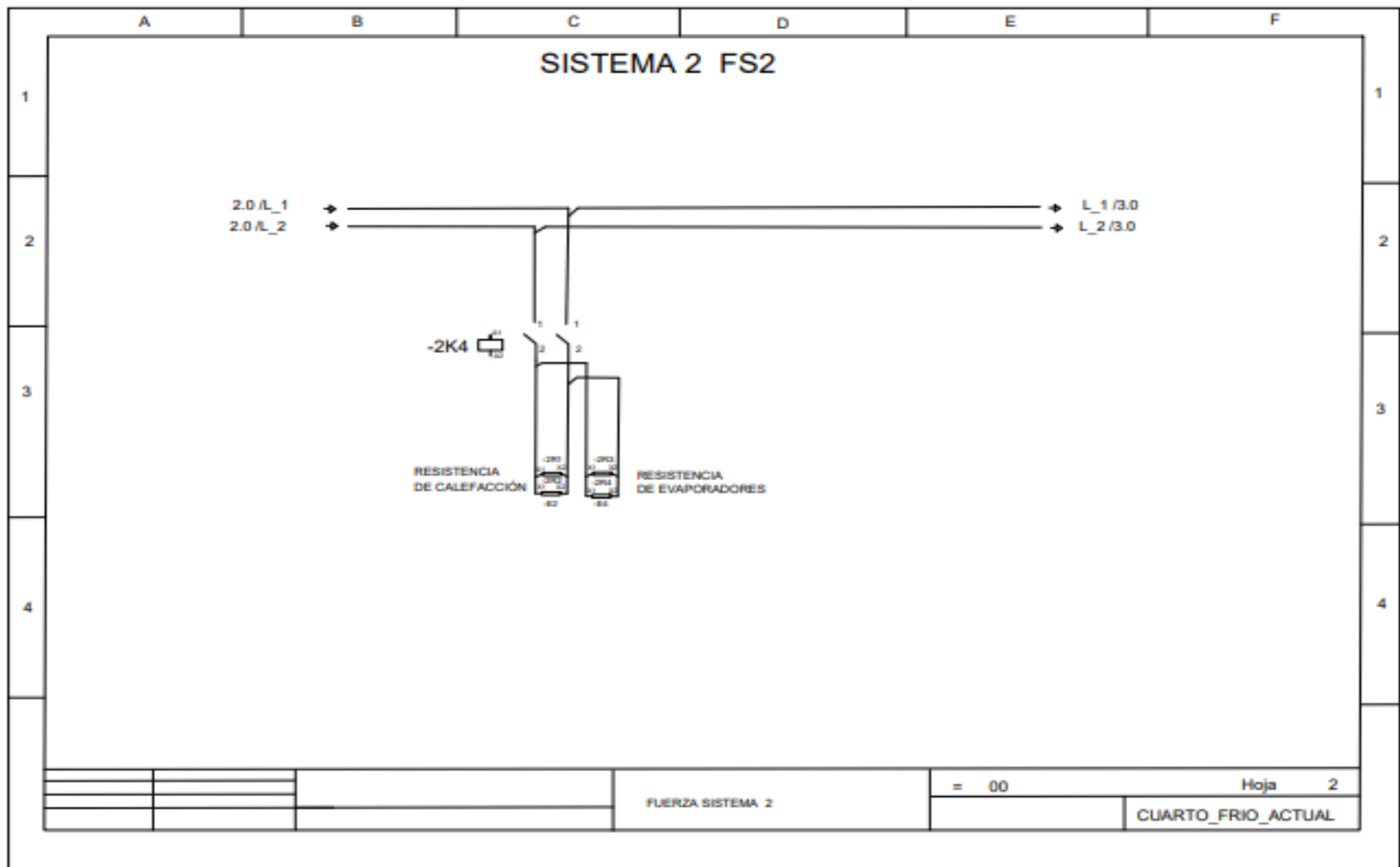
[T. l. d. s. Reservados, «Keen Kontrol,» Breaker 3 polos 16A, S.F. [En línea]. [Último acceso:
4 17 Diciembre 2024].
0
]

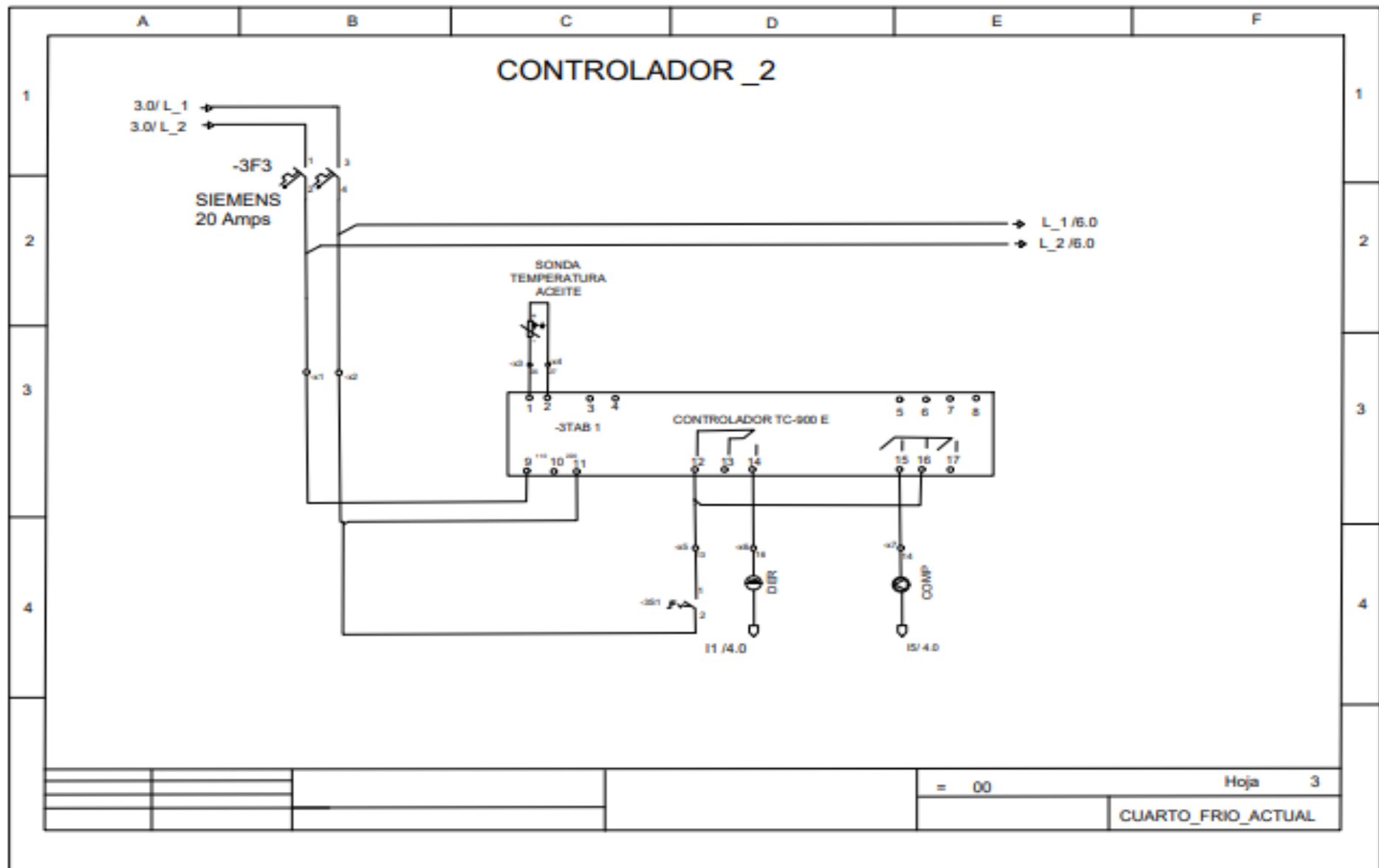
[T. I. d. s. Reservados, «Mi blog personal,» Sondas NTC para Frigoristas, 13 Julio 2024. [En 4 línea]. Available: <https://elfrioindustrialmasqueunoficio.com/todo-lo-que-necesitas-saber-1-sobre-las-sondas-ntc/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2024].
]

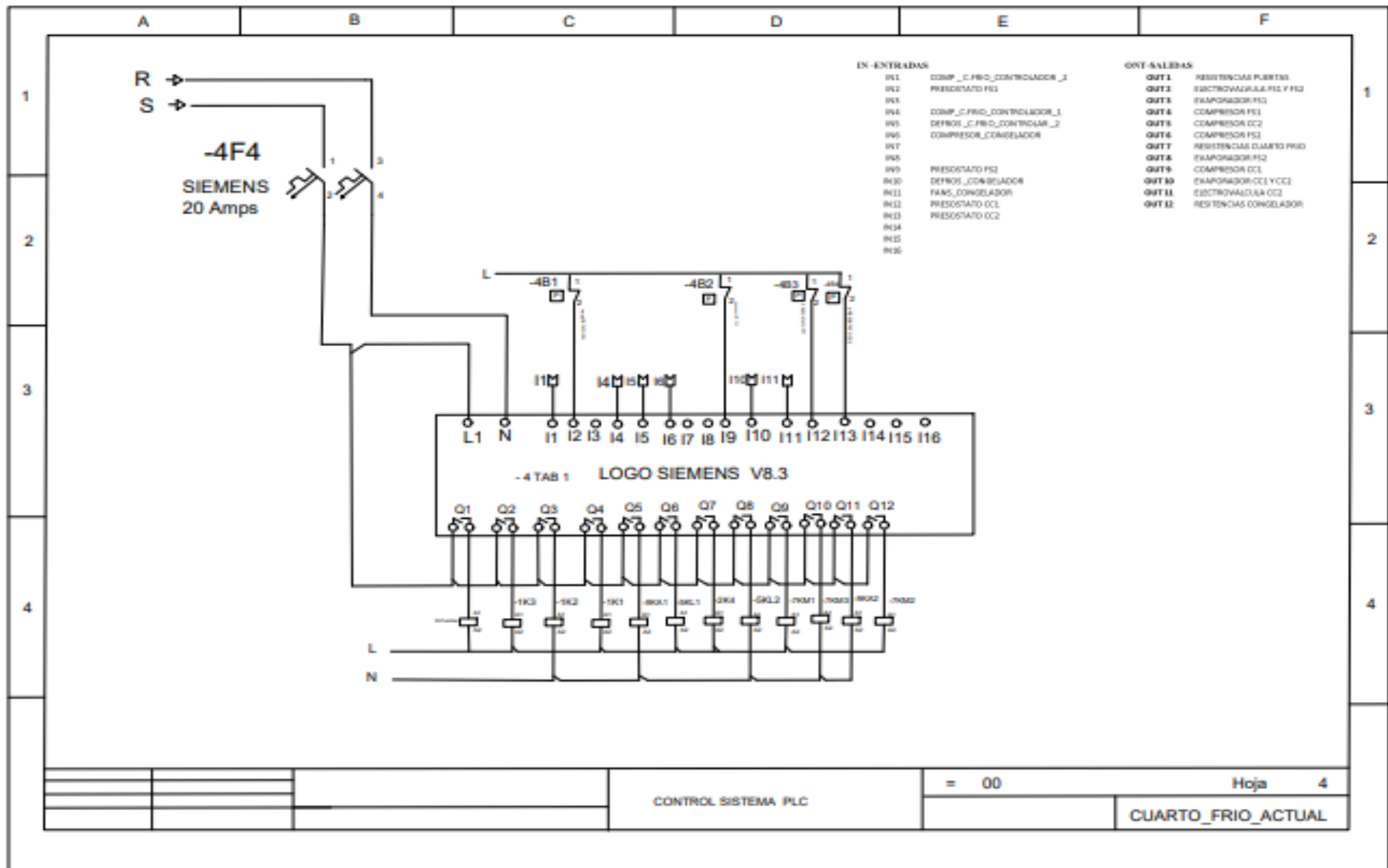
[L. F. Z. T. Daniel Vinicio Naranjo Sango, «Desarrollo de un gemelo digital de las estaciones 4 de manipulan y proceso de sistema de produccion modular MPS 500 de festo,» Cuenca , 2 2022.
]

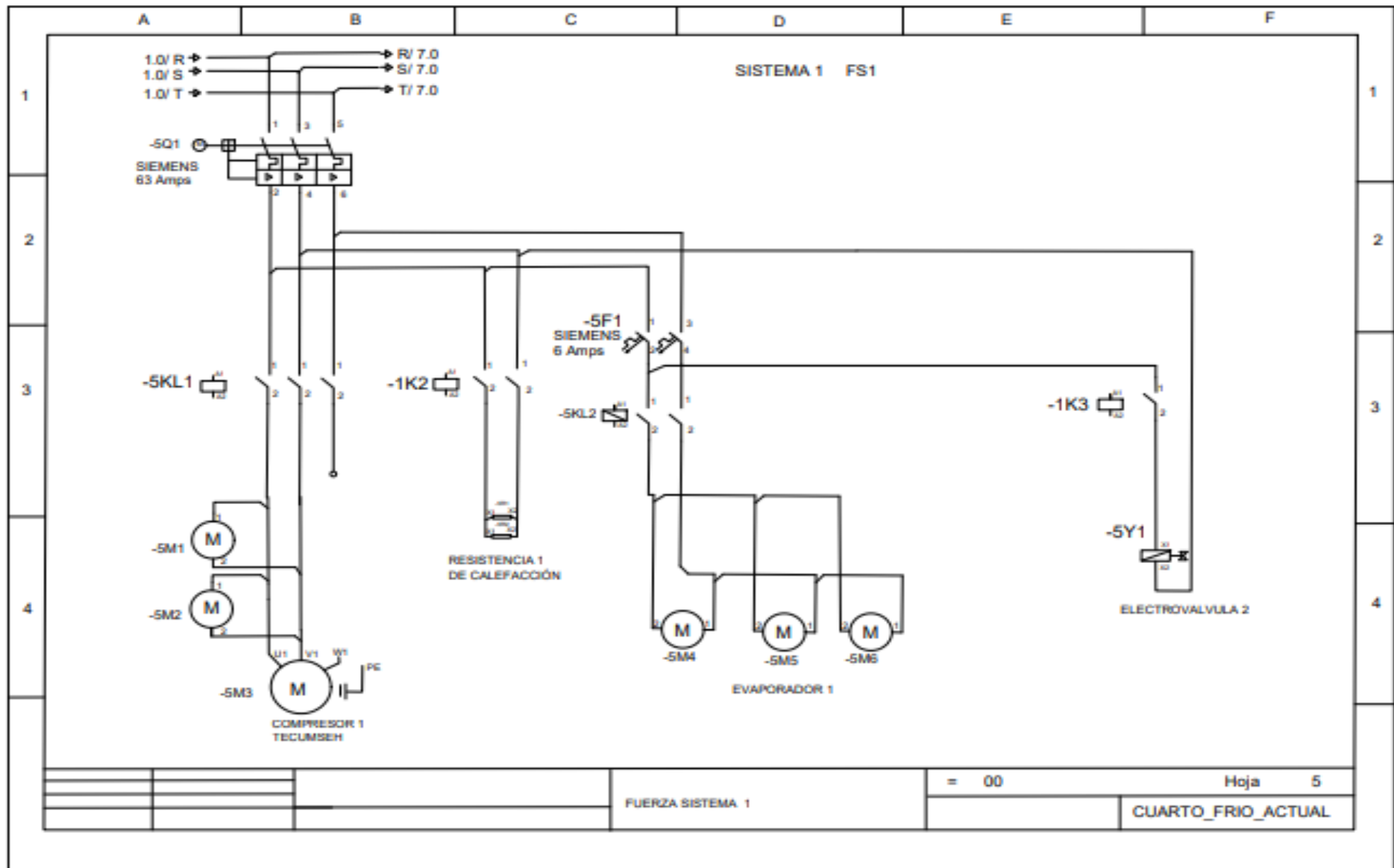
ANEXO A: Planos del Cuarto Frio

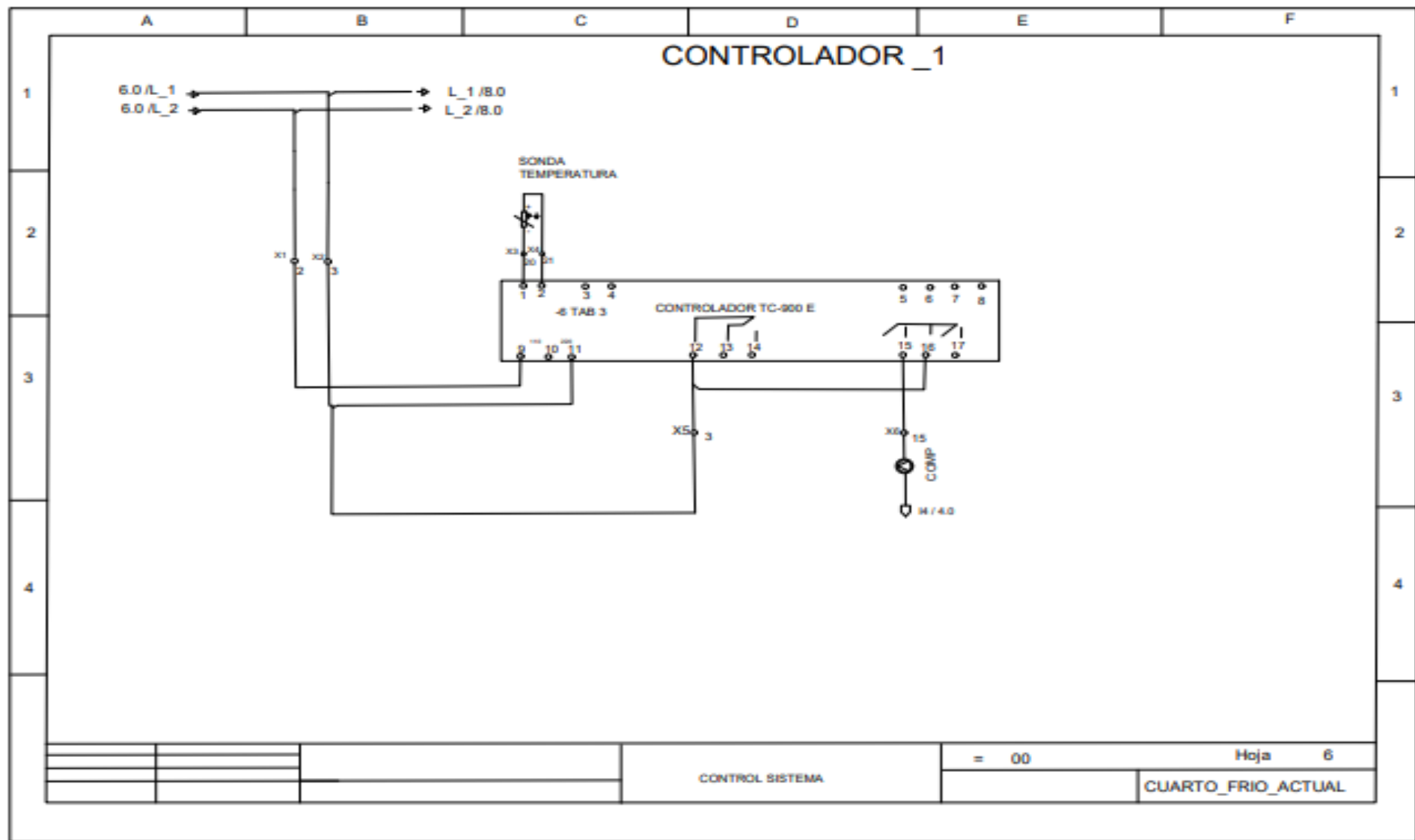












ANEXO B: Variables del LOGO en el LOGO Soft Comfort v8.3

Listado de Variables del LOGO en el LOGO Soft Comfort V8.3

Listado de los bloques con su respectivo nombre y la función que realiza
Con sus respectivos parámetros

<i>Numero de bloques (Tipo)</i>	<i>Parámetros</i>
I1 (Entrada): Compresor _cuarto frio	
I2(Entrada): Presostato_CF1	
I3(Entrada): Defrost	
I4(Entrada): Compresor_FS2	
I5(Entrada): I_DEFROST	
Q2(Salida): ELECTROVALVULA	
Q3(Salida): EVPORADOR_FS1	
Q4(Salida): F_COMPRESORFS1	
Q6(Salida): F_COMPRESOR FS2	
Q7(Salida): RESISTENCIAS DEFROST FS1 Y FS2	
Q8(Salida): EVAPORADOR_FS2	
B004(Relé auto enclavador)	Rem= off
B005(Retardo a la conexión)	Rem= off 05:00s+
B008(Retardo a la conexión)	Rem= on 08:00s+
B009(Relé auto enclavador)	Rem= off
B014 (Retardo a la conexión)	Rem= off 10:00s+
B015(Relé auto enclavador)	Rem= off
B018(Retardo a la conexión)	Rem= off 00:00s+
B019(Relé auto enclavador)	Rem= off
B023(Amplificador Analógico)	

ANEXO C: Certificado de Conformidad del Proyecto Ejecutado

Cuenca, 31 de enero de 2025

CERTIFICADO

Yo, **Ing. José Ávila**, en calidad de Jefe del Departamento de Mantenimiento, certifico que el Sr. **Jonnathan Stalin Guzhñay Morocho**, estudiante de la carrera de **Electricidad Industrial** de la **Universidad Politécnica Salesiana**, con numero de cedula **0107478380**, ha culminado con éxito la automatización del sistema de enfriamiento del cuarto frío, cumpliendo con las condiciones adecuadas enmarcadas en la normativa de calidad e inocuidad alimentaria.

Este proceso se llevó a cabo bajo la supervisión del **Ing. Rodrigo Talbot**, Coordinador Eléctrico y Electrónico, garantizando el correcto funcionamiento y operatividad del sistema conforme a los estándares establecidos, reconociendo el esfuerzo y compromiso dedicados a la mejora continua de la eficiencia operativa de la empresa.

Se extiende el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que estime convenientes.

Atentamente,



Ing. José Ávila
Jefe del Departamento de Mantenimiento
CI: 0102777802



Ing. Rodrigo Talbot
Coordinador Eléctrico y Electrónico
CI: 0104115506

ANEXO D: Fotografía junto al sistema

