

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA
EN ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA, MECATRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

PROYECTO DE GRADO

**CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA UNIDAD DE ENFRIAMIENTO
PARA LA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS DE LA
HELADERÍA TOPSY**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

**FABIÁN ENRIQUE RÍOS RAMO
JONATHAN MONTAÑO NARANJO**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado, en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi Padre y Madre; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, que me han ayudado y llevado a donde estoy ahora. A todos mis profesores los cuales me formaron para ser un buen profesional aportándome sus valiosos conocimientos.

Fabián Ríos Ramo

A Dios, a mis padres y hermanos, por darme su apoyo, comprensión durante estos tres años de carrera universitaria. Ha sido un camino muy difícil pero gracias a la ayuda de Dios y mi familia he sabido sobrellevar las adversidades. Gracias por ser las personas que me orientaban cuando más lo necesitaba, gracias porque por ellos estoy en esta etapa de mi vida.

Jonathan Montaña Naranjo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que he dado, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de sus vidas han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba.

Fabián Ríos Ramo

Le dedico esta tesina en primera instancia Dios, a todos los que creyeron en mí, a toda la gente que nos ayudó, a los amigos y familiares y ha esta institución que nos ha formado pero en especial se lo dedico a mis padres que me enseñaron todo lo que necesitaba para ser él profesional que soy hoy.

Jonathan Montaña Naranjo

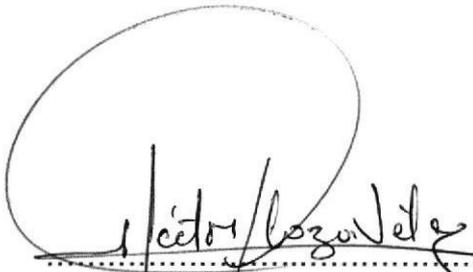
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



.....
MSc. Eloy Moncayo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



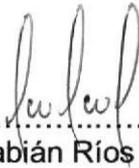
.....
Lcdo. Camilo Arellano
DIRECTOR DE TESIS



.....
Ing. Héctor Plaza
VOCAL DELEGADO POR
EL DIRECTOR DEL INTEC

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Proyecto, corresponden exclusivamente al autor; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".



.....
Fabián Ríos Ramo



.....
Jonathan Montaña Naranjo

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1

1.1 Resumen.....	9
1.2 Introducción.....	10
1.3Objetivos generales.....	11
1.4 Objetivos específicos.....	11
1.5 Justificación.....	11

CAPÍTULO 2

2.1 Unidad de enfriamiento.....	12
2.2 Partes de la unidad de enfriamiento.	12
2.2.1 Evaporador.....	12
2.2.2 Principio.....	13
2.2.3 Compresor.....	14
2.2.4 Historia.....	15
2.2.5 Utilización.....	16
2.2.6 Condensador.....	17
2.2.7 Función del condensador.....	18
2.2.8 Ventilador.....	19
2.2.9 Resistencias.....	20
2.3 Funcionamiento de la unidad de enfriamiento y el sistema de control.....	21
2.3.1 Modo Automático.....	22
2.3.2 Modo Manual.....	22
2.4 Diagrama eléctrico de control y fuerza.....	23
2.5 Diagrama eléctrico.....	26
2.5.1 Parte I.....	26
2.5.2 Parte II.....	27
2.5.3 Parte III.....	28
2.5.4 Parte IV.....	30

CAPÍTULO 3

3.1 Materiales utilizados.....	31
3.1.1 Contactor magnetico.....	31
3.1.2 Relee térmico.....	31
3.1.3 Disyuntor magnético.....	32
3.1.4 Supervisor de líneas trifasicas.....	32
3.1.5 Luces indicadoras.....	33
3.1.6 Pulsadores.....	33
3.1.7 Electroválvula.....	34
3.1.8 Presostato.....	34
3.1.9 Controlador TC 900Ri.....	35
3.2 Tablero de control....	36
3.2.1 Diagrama Tablero de control	37
3.2.2 Implementación del tablero de control	38

CAPÍTULO 4

4.1 Cálculo eléctrico.....	40
4.2 Cálculos de equipos de proteccion.....	40
4.2.1 Resistencias del evaporador... ..	40
4.2.2 Evaporador.....	40
4.2.3 Resistencias de drenaje.....	41
4.2.4 Compresor.....	41
4.2.5 Disyuntor principal de control.....	41

CAPÍTULO 5

Conclusiones.....	42
Bibliografía.....	43
Anexos.....	44



INDICE DE FIGURA

Figuras		Pág.
Figura 1.	Evaporador de la unidad de enfriamiento	13
Figura 2.	Compresor de la unidad de enfriamiento	14
Figura 3.	Vista lateral del compresor	16
Figura 4.	Condensador de la unidad de enfriamiento	17
Figura 5.	Conjunto condensador y ventilador de la unidad de enfriamiento	18
Figura 6.	Ventilador del condensador	19
Figura 7.	Ventiladores del evaporador	20
Figura 8.	Resistencias del evaporador	21
Figura 9.	Resistencias de drenaje	21
Figura 10.	Selector del tablero de control	22
Figura 11.	Diagrama de fuerza del tablero de control	24
Figura 12.	Diagrama de control del tablero de control	25
Figura 13.	Diagrama electrico de resistencias de evaporador, compresor y supervisor de fases	27
Figura 14.	Diagrama electrico de marcha del sistema, resistencias de drenaje y controlador	28
Figura 15.	Diagrama eléctrico de control de compresor, evaporador y resistencias de evaporador	29
Figura 16.	Diagrama eléctrico de evaporador	30
Figura 17.	Contactador magneto térmico	31
Figura 18.	Relee Térmico	31
Figura 19.	Disyuntores utilizados para el sistema de control y automatización	32
Figura 20.	Supervisor de fases trifásico	33
Figura 21.	Luces indicadoras del tablero de control	33
Figura 22.	Pulsadores del tablero de control	34
Figura 23.	Electroválvula de paso de refrigerante de la unidad de enfriamiento	34
Figura 24.	Presostato de la unidad de enfriamiento	35
Figura 25.	Controlador de temperatura	35
Figura 26.	Sensor de Temperatura PT 100	36
Figura 27.	Diseño del tablero de control	37
Figura 28.	Tablero de control	38
Figura 29	Instalaciones realizadas para el funcionamiento de la unidad de enfriamiento	39

CAPITULO I

1.1 RESUMEN

El proyecto de control y automatización de una unidad de enfriamiento para la conservación de productos terminados de la heladería Topsy consiste en un tablero en cuyo interior se encuentran los distintos dispositivos eléctricos tanto de protección, control, fuerza e indicación.

Pero también se cuenta con la unidad de enfriamiento que consiste en el compresor, evaporador, resistencias, ventilador y sensores PT 100 ubicados en el área de almacenamiento con los cuales se va a poder modificar la variable física, para este caso la temperatura.

Por una parte, se cuenta con un sensor el cual le va a indicar al controlador ubicado en el tablero la temperatura ambiente, y el controlador va a tomar las decisiones de encender o apagar a la unidad de enfriamiento.

Logrando así mantener un constante monitoreo de la temperatura, también se van a poder programar etapas de congelación y descongelación según las necesidades por parte de la empresa.

Además se cuenta con un supervisor de fases el cual se encargara de proteger al sistema debido a fallas eléctricas y avisar mediante una sirena la falla ocurrida, para tomar las decisiones del caso.

Los equipos utilizados han sido seleccionados tratando de crear un sistema económico, pero al mismo tiempo eficiente.

1.2 INTRODUCCIÓN

La conservación de helados en un ambiente adecuado es una actividad de mucha importancia para las heladerías Topsy S. A. en la que se producen diariamente altos volúmenes, para satisfacer a todos sus clientes con la calidad, tiempos requeridos y estándares de productividad acorde a los niveles de competitividad que exige el mercado.

Los constantes avances tecnológicos, que permiten una continua modernización de los sistemas de producción, hace indispensable la actualización en la tecnología de sus unidades de enfriamiento que permita incrementar el buen estado y conservación de sus productos, controlando parámetros de temperatura y programar etapas de congelación y descongelación.

Para ello se ha desarrollado e implementado un sistema automático para una unidad de enfriamiento de 10HP, esto permite que de una manera clara y sencilla de controlar los ciclos de enfriamiento, para realizar procedimientos seguros para que el producto cumpla con los estándares de calidad, teniendo alta productividad con cero pérdidas.

Una vez desarrollado e implementado esta automatización, se estará en la capacidad de incrementar la cantidad de productos almacenados.

1.3 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar e implementar un tablero de control para la automatización de una unidad de enfriamiento para heladerías Topsy S.A. Guayaquil la cual mantendrá una temperatura adecuada para la conservación de sus productos.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar las partes y características básicas de la unidad de enfriamiento.
- Definir las funciones de cada uno de los elementos que conforman el tablero de control.
- Desarrollar el diagrama eléctrico de control y fuerza.
- Desarrollar un tablero que controle automáticamente el encendido y apagado de la unidad de enfriamiento.
- Mantener un constante control sobre la temperatura en el almacén de enfriamiento.
- Contribuir al ahorro de energía eléctrica.

1.5. JUSTIFICACIÓN.

El propósito del proyecto es desarrollar e implementar un sistema automático para una unidad de enfriamiento para la empresa Topsy S.A. - Guayaquil.

En la actualidad la mayoría de unidades de enfriamiento cuentan con un circuito de control eléctrico antiguo y obsoleto con lo cual no se garantiza un buen ambiente para la conservación de sus productos. Además de variaciones bruscas en la temperatura lo cual ha llevado a tener pérdidas de algunos productos.



CAPÍTULO II

2.1 UNIDAD DE ENFRIAMIENTO

El control de la temperatura adecuada de almacenamiento es esencial para mantener la calidad del producto. Mediante el control de temperatura del cuarto frío se puede conservar al producto aumentando así substancialmente el tiempo de conservación de estos y aumentando la producción. Este capítulo describe las características y dimensiones del lugar en el que la unidad de enfriamiento controlara la temperatura según las necesidades del cliente.

2.2 PARTES DE LA UNIDAD DE ENFRIAMIENTO

Refrigeración se interpreta como ausencia de calor, porque en si el frío no existe. Para la refrigeración se necesitan de los siguientes equipos:

- 1.- Evaporador.
- 2.- Compresor.
- 3.- Condensador.
- 4.- Válvula de expansión.
- 5.- Ventilador
- 6.- Resistencias de evaporador
- 7.- Resistencias de drenaje

2.2.1 EVAPORADOR

Se conoce por **evaporador** al intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo. Su nombre proviene del cambio de estado sufrido por el refrigerante al recibir esta energía, luego de una brusca expansión que reduce su temperatura. Durante el proceso de evaporación, el fluido pasa del estado líquido al gaseoso.

Los evaporadores se encuentran en todos los sistemas de refrigeración como neveras, equipos de aire acondicionado y cámaras frigoríficas.

Su diseño, tamaño y capacidad depende de la aplicación y carga térmica de cada uso. (Ver figura 1)



Fig. 1: Evaporador de la unidad de enfriamiento

2.2.2 PRINCIPIO

En los sistemas frigoríficos el evaporador opera como intercambiador de calor, por cuyo interior fluye el refrigerante el cual cambia su estado de líquido a vapor. Este cambio de estado permite absorber el calor sensible contenido alrededor del evaporador y de esta manera el gas, al abandonar el evaporador lo hace con una energía interna notablemente superior debido al aumento de su entalpía, cumpliéndose así el fenómeno de refrigeración.

El flujo de refrigerante en estado líquido es controlado por un dispositivo o válvula de expansión la cual genera una abrupta caída de presión en la entrada del evaporador. En los sistemas de expansión directa, esta válvula despiden una fina mezcla de líquido y vapor a baja presión y temperatura. Debido a las propiedades termodinámicas de los gases refrigerantes, este descenso de presión está asociado a un cambio de estado y, lo que es más importante aún, al descenso en la temperatura del mismo.

De esta manera, el evaporador absorbe el calor sensible del medio a refrigerar transformándolo en calor latente el cual queda incorporado al refrigerante en estado de vapor.

Este calor latente será disipado en otro intercambiador de calor del sistema de refrigeración por compresión conocido como condensador dentro del cual se genera el cambio de estado inverso, es decir, de vapor a líquido. [2]

2.2.3 COMPRESOR

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable. En la **figura 2** se puede apreciar al compresor de la unidad de enfriamiento.

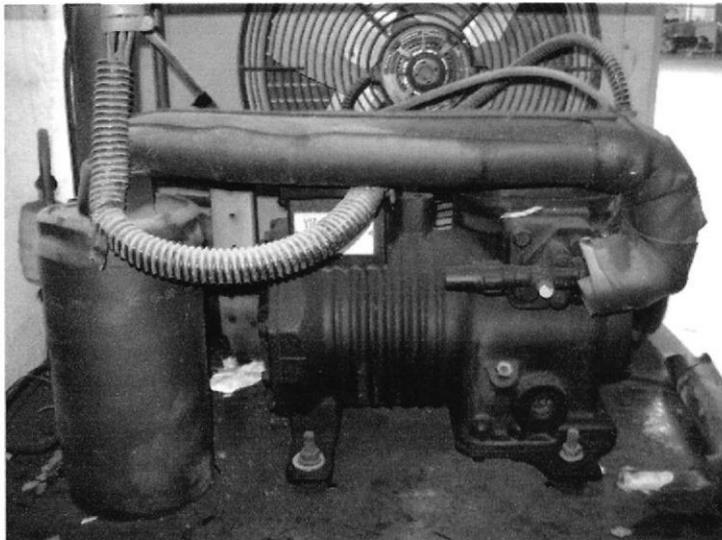


Fig. 2: Compresor de Unidad de enfriamiento

2.2.4 HISTORIA

Los herreros antiguos solían gritar y rugir para intensificar su fuego y de esta forma facilitaban forjar el hierro, y aunque no se consideren el primer antecedente a los compresores de aire actuales, sí lo fueron. Los gritos y ruidos inhalaban aire en su expansión, luego se exhala mediante una pequeña apertura al final, logrando controlar la cantidad de aire a una locación específica.

Con el tiempo se mejoró la forma de soplado, de modo que los griegos y romanos utilizaban fuelles para la forja de hierro y se sabe de diversos mecanismos hidráulicos y de fuelle para accionar órganos musicales. Durante el siglo diecisiete, el ingeniero físico alemán Otto von Guericke experimentó y mejoró los compresores de aire. En 1650, Guericke inventó la primera bomba de aire, la cual podía producir un vacío parcial y él mismo uso esto para estudiar el fenómeno del vacío y el papel del aire en la combustión y la respiración. En 1829, la primera fase o componente del compresor de aire fue patentada. Dicho componente comprimía aire en cilindros sucesivos. Para 1872, la eficiencia del compresor fue mejorada mediante el enfriamiento de los cilindros por motores de agua, que causó a su vez la invención de cilindros de agua. Uno de los primeros usos modernos de los compresores de aire fue gracias a los buzos de mares profundos, quienes necesitaban un suministro de la superficie para sobrevivir. Los buzos que emplearon compresores de aire tuvieron lugar en 1943. Los primeros mineros utilizaron motores de vapor para producir suficiente presión para operar sus taladros, incluso cuando dicho dispositivos probaban ser extremadamente peligrosos para los mineros.

Con la invención del motor de combustión interna, se creó un diseño totalmente nuevo para los compresores de aire.

En 1960 los lava-autos de auto-servicios, alta-presión y "hazlo tú mismo" se hicieron populares gracias a los compresores de aire. Actualmente, ya seas un mecánico que disfruta de realizar por sí mismo las reparaciones de automóviles o simplemente eliges tener un compresor de aire en casa para llenar las llantas de las bicicletas, el compresor de aire se ha convertido en una pieza rentable para equipo de cochera. Los compresores de aire se pueden conseguir en su presentación eléctrica o de gasolina, siendo más accesibles para consumidores hogareños. Un émbolo bombea aire comprimido dentro de un tanque a cierta presión, donde se mantiene hasta que es requerido para ciertas acciones tales como hinchar llantas o apoyar el empleo de herramientas neumáticas. La mayoría de las compañías constructoras utilizan los compresores de aire potenciados por gasolina, los cuales son transportados en vagonetas.

No encontrarás una casa residencial sin la intervención de un compresor de aire que permita trabajar al martillo eléctrico, ni encontrarás equipo pesado de las mismas compañías carentes del compresor debido a que es una herramienta esencial para llenar las llantas y operar los distintos tipos de llaves. El aire comprimido es una herramienta sumamente importante y hoy en día su eficiencia, la contaminación y su accesibilidad le dan la popularidad que tienen en el mercado

2.2.5 UTILIZACION

Los compresores son ampliamente utilizados en la actualidad en campos de la ingeniería y hacen posible nuestro modo de vida por razones como:

- Son parte importantísima de muchos sistemas de refrigeración y se encuentran en cada refrigerador casero, y en infinidad de sistemas de aire acondicionado.
- Se encuentran en sistemas de generación de energía eléctrica, tal como lo es el Ciclo Brayton.
- Se encuentran en el interior de muchos motores de avión, como lo son los turboreactores, y hacen posible su funcionamiento.
- Se pueden comprimir gases para la red de alimentación de sistemas neumáticos, los cuales mueven fábricas completas. [1]

En la **figura 3** podemos observar una imagen más detallada del compresor de la unidad de enfriamiento.



Fig. 3 : Vista lateral del compresor



2.2.6 CONDENSADOR

La condensación se puede producir bien utilizando aire mediante el uso de un ventilador o con agua (esta última suele ser en circuito cerrado con torre de refrigeración, en un río o la mar). La condensación sirve para condensar el vapor, después de realizar un trabajo termodinámico p.ej. una turbina de vapor o para condensar el vapor comprimido de un compresor de frío en un circuito frigorífico.

Cabe la posibilidad de seguir enfriando ese fluido, obteniéndose líquido subenfriado en el caso del aire acondicionado.

El condensador termodinámico es utilizado muchas veces en la industria de la refrigeración, el aire acondicionado o en la industria naval y en la producción de energía eléctrica, en centrales térmicas o nucleares. **(Ver figura 4).**

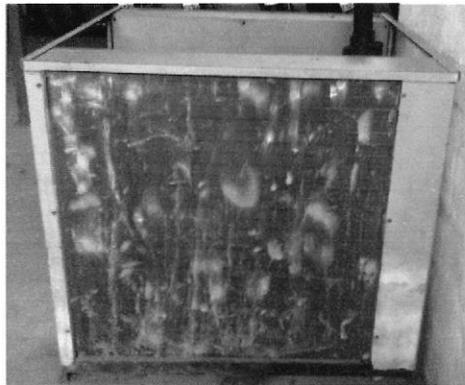


Fig. 4: Condensador de la unidad de enfriamiento

Adopta diferentes formas según el fluido y el medio. En el caso de un sistema fluido/aire, está compuesto por un tubo de diámetro constante que curva 180° cada cierta longitud y unas láminas, generalmente de aluminio, entre las que circula el aire.

Un condensador es un cambiador de calor latente que convierte el vapor de su estado gaseoso a su estado líquido, también conocido como fase de transición. En la **figura 5** se aprecia otro ángulo del condensador utilizado.



Fig. 5: Conjunto condensador y ventilador de la unidad de enfriamiento

2.2.7 FUNCIÓN DEL CONDENSADOR

- Son los equipos encargados de transferir al ambiente el calor absorbido en el evaporador y en la etapa de compresión.
- Reciben el vapor recalentado proveniente del compresor y deben ser capaces de eliminar el recalentamiento y efectuar la condensación.
- Las unidades estándar se producen en dos módulos: uno destinado al sistema de ventilación y el otro al intercambio térmico.

CONDENSADOR EVAPORATIVO

El condensador evaporativo es uno de los medios más modernos y ampliamente utilizados por la industria, en plantas de proceso, para ahorrar energía en su operación. Este tipo de condensador es una combinación de condensador y torre de enfriamiento.

Se emplea tanto aire como agua, sale por la parte superior. El agua al salir de las boquillas cae sobre el condensador y le extrae el calor a los tubos por donde circula el refrigerante condensándolo.

Parte de esa agua se evapora, de donde grandes cantidades de aire son movidas por uno o más ventiladores y le extraen calor al vapor de agua el cual se condensa y cae sobre el depósito para volver a ser utilizada.

Fabricados mayormente con tubos de acero al carbón, que después de fabricado el intercambiador de calor son galvanizados por inmersión en zinc caliente para generar una capa protectora, al exterior, contra la corrosión a la que estos equipos están expuestos durante su trabajo.

Otros materiales: cobre (solo para freones halogenados) y acero inoxidable (para todo tipo de refrigerantes) [3]

2.2.8 VENTILADOR

En la mayoría de las unidades de enfriamiento se utilizan corrientes de aire forzadas en donde se incluyen dos ventiladores; uno para el condensador y otro para el evaporador. Estos ventiladores suelen ser de hélice teniendo motores con devanado en corto circuito. Para el evaporador suelen emplearse ventiladores pequeños centrífugos de jaula de ardilla. (Ver figura 6)

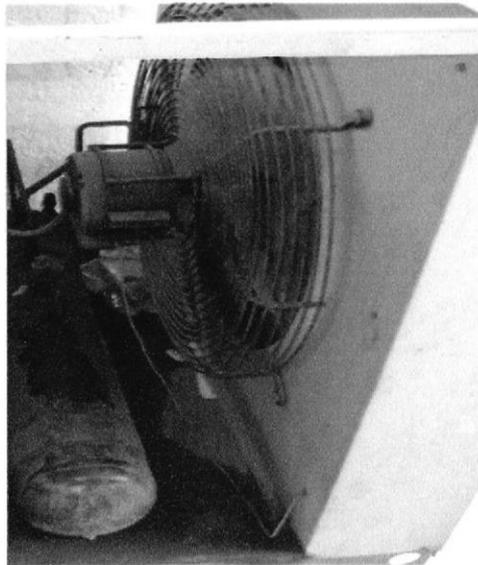


Fig. 6: Ventilador del condensador

El ventilador del evaporador suele funcionar todo el tiempo, excepto durante la descongelación por lo que en unos años suele soportar muchas horas de funcionamiento. Normalmente es un dispositivo fiable que se sitúa cerca del evaporador generalmente bajo un panel que se puede desmontar fácilmente para el mantenimiento. (Ver figura 7)



Fig. 7: Ventiladores del evaporador

El ventilador del condensador suele ser un motor con devanado en corto circuito, con un ventilador de hélice. En este tipo de motores es fácil identificar una avería. Si hay tensión en los terminales del motor y este no gira, o los cojinetes están muy apretados o el motor es defectuoso.

2.2.9 RESISTENCIAS

EVAPORADOR

Son utilizadas por su simplicidad en la instalación y regulación y por su gran eficiencia tanto en sistemas de temperatura positiva como en sistemas de temperatura negativa. Este sistema se basa en la inclusión de unas resistencias eléctricas en unos huecos o alojamientos en el interior del evaporador, en perfecto contacto con sus aletas.

Cuando se ponen en marcha las resistencias eléctricas, estas se calientan y ceden su calor directamente a las aletas del evaporador, fundiendo la escarcha acumulada en ellas. (Ver figura 8)



Fig. 8: Resistencias del evaporador

RESISTENCIAS DE DRENAJE

Este tipo de resistencias son muy utilizadas en la industria de la refrigeración, las cuales están distribuidas eficientemente para el descongelamiento o deshielo de evaporadores o difusores en cuartos y cavas frigoríficas evitando el bloqueo del equipo por formaciones de hielo en la **figura 9** podemos observar este tipo de resistencias.

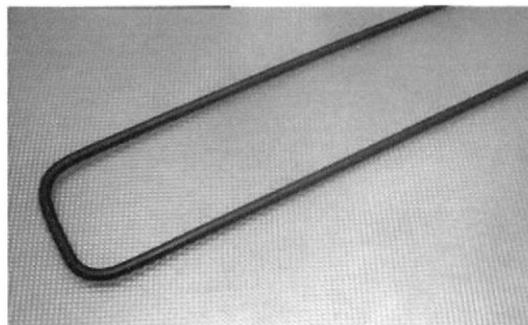


Fig. 9: Resistencias de drenaje

2.3 FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE ENFRIAMIENTO Y EL SISTEMA DE CONTROL

A continuación se detalla las dos maneras de funcionamiento de la unidad de enfriamiento en conjunto con el sistema de control diseñado:

2.3.1 MODO AUTOMATICO

En la **figura 10** se tiene el **selector** utilizado en el tablero de control con el cual se puede escoger el modo automático del sistema:

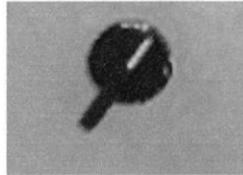


Fig. 10: Selector del tablero de control

Al estar en modo automático el sistema funciona de la siguiente manera:

Un sensor de temperatura **PT 100** le indicara al controlador **TC 900Ri** del estado actual de la temperatura del cuarto frio, mandando así al controlador a cerrar dos de sus contactos normalmente abiertos **C1 y C2**, con lo cual se activará la electroválvula, compresor, y evaporador, permitiendo así el paso de refrigerante, empezando de esta forma la etapa de congelación.

Una vez que el área a enfriar ha llegado a la temperatura adecuada para la conservación de los productos la cual es de -20 grados Celsius bajo cero programada en el controlador, esta manda a abrir sus contactos **C1 y C2** desactivándose así solo la electroválvula.

El compresor, se mantendrá activado durante un tiempo debido al contacto auxiliar de **K1** solo hasta que el presostato detecte la baja presión y lo mande apagar, el evaporador permanecerá encendido en todo momento debido a un contacto auxiliar **K2** hasta que el controlador mande activar las resistencias del evaporador iniciando así la etapa de deshielo.

En esta etapa se activan las resistencias del evaporador debido a un contacto normalmente abierto del controlador **C3**, y un contacto auxiliar de **K3** apaga al evaporador, estas resistencias se activan para evitar la acumulación de hielo debido a la baja temperatura. El tiempo en que estas se mantienen activas se lo configura por medio del controlador.

Cuando la temperatura sube hasta cierto punto que lo detecta el sensor de temperatura el controlador manda apagar las resistencias de drenaje y a iniciar la etapa de congelación nuevamente.

Se podrán programar en el controlador varias etapas de congelación y deshielo en un solo día.

2.3.2 MODO MANUAL

Este modo se lo elige para dar mantenimiento preventivo o correctivo a la unidad de enfriamiento, opcionalmente a que también se puede detener todo el sistema por medio de un paro de emergencia o desde el pulsador de paro ubicado en el tablero.

Este modo funciona al igual que el anterior por medio del selector en el tablero de control como se indica a continuación:

Cuando se coloca al selector en **OFF** primeramente desactivamos la electroválvula y activamos directamente la bobina del contactor **K4** el cual encenderá al compresor y al evaporador.

El compresor funcionará durante un corto tiempo hasta que el presostato detecte la baja temperatura debido a que la electroválvula está apagada y el evaporador permanecerá encendido hasta que el controlador mande a encender las resistencias del evaporador.

Así se logra mantener apagado al compresor de manera permanente y se mantiene un ambiente ventilado evitando un cambio brusco en la temperatura del cuarto frío.

2.4 DIAGRAMA ELECTRICO DE CONTROL Y FUERZA

Para poder desarrollar este sistema se tuvo que realizar un diagrama de control el cual es la parte encargada del funcionamiento correcto de las distintas partes de la unidad de enfriamiento y una parte de fuerza la cual comprende el compresor el cual es un motor trifásico.

A continuación se puede observar en la **figura 11** la parte de control y la de fuerza en la **figura 12** diseñadas para el funcionamiento de la unidad de enfriamiento.

FUERZA

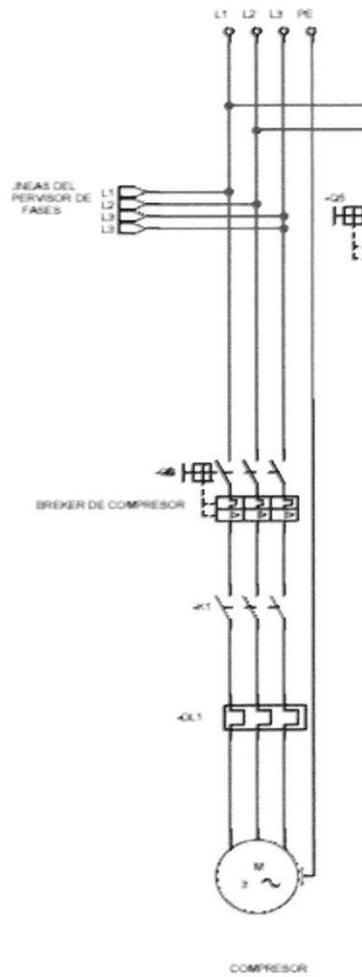


Fig. 11: Diagrama de fuerza del tablero de control



CONTROL

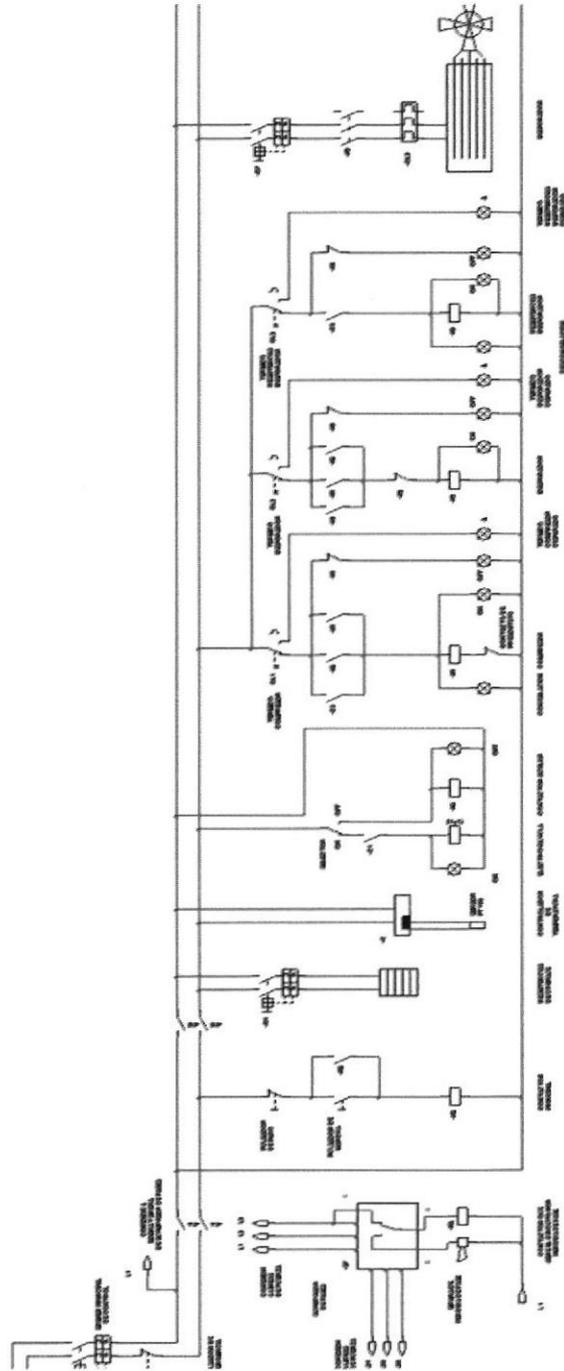


Fig. 12: Diagrama de control del tablero de control

2.5 DIAGRAMA ELECTRICO

El tipo de control que se utilizó para la realización del sistema fue el de lógica cableada el cual consiste en el diseño de automatismos con circuitos cableados entre contactos auxiliares de relés electromecánicos, contactores de potencia, relés temporizados, relés de protección, electroválvulas y otros componentes.

Este tipo de automatismo es de tipo rígido, capaz de realizar una serie de tareas en forma secuencial, sin posibilidad de cambiar variables y parámetros. Si se ha de realizar otra tarea será necesario realizar un nuevo diseño. Se emplea en automatismos pequeños, o en lugares críticos, donde la seguridad de personas y máquinas, no puede depender de la falla de un programa de computación.

A continuación se detalla el diagrama eléctrico completo así como de las conexiones realizadas para el funcionamiento adecuado de la unidad de enfriamiento. Para entender mejor el esquema y poder indicar los componentes utilizados se lo ha dividido por partes.

2.5.1 PARTE I

Aquí podemos observar la alimentación eléctrica del compresor la cual es a 220VAC trifásico (**L1,L2,L3**), con la respectiva línea de tierra (**PE**).

El conjunto de fuerza del compresor lo componen el disyuntor de 3 polos trifásico (**Q6**), contactor (**K1**), y relee térmico (**OL1**).

En lo que constituye a la parte inicial de control tenemos un disyuntor de 2 polos (**Q5**), un pulsador de paro de emergencia (**S**).

El sistema está provisto de un supervisor de fase trifásico (**SF**), encargado de monitorear cualquier anomalía en la alimentación eléctrica para protegerlos, abriendo el circuito en cualquier momento por medio de la activación de un contactor (**KA**) y avisando por medio de la activación de una sirena.

También podemos observar las resistencias del evaporador las cuales se alimentan desde las líneas trifásicas con su disyuntor de protección (**Q8**), contactor (**K4**), y relee térmico (**OL3**). (Ver figura 13)

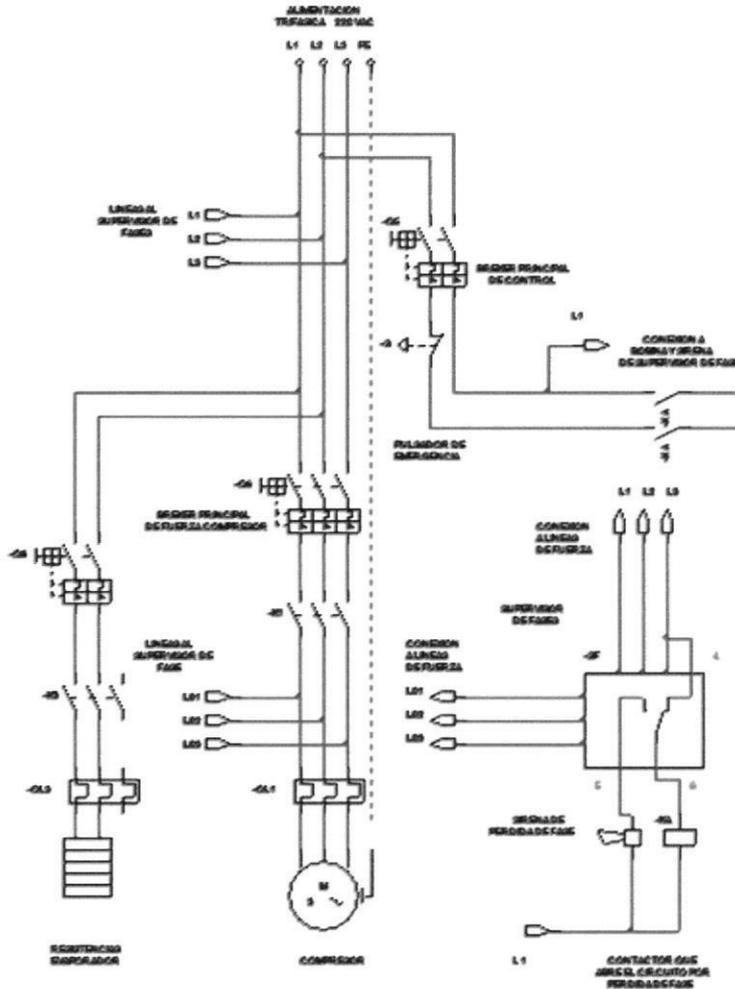


Fig. 13: Diagrama eléctrico de resistencias de evaporador, compresor y supervisor de fases

2.5.2 PARTE II

Siguiendo con el diagrama de control tenemos lo que es el arranque del sistema por medio de los pulsadores de marcha y paro con su respectiva bobina del contactor (**KB**). También se tiene los disyuntores de 2 polos de protección de las resistencias de drenaje las cuales deben permanecer siempre encendidas y el controlador de temperatura (**C**) con su respectivo sensor (**PT 100**) ambos alimentados a 220VAC. (Ver figura 14)

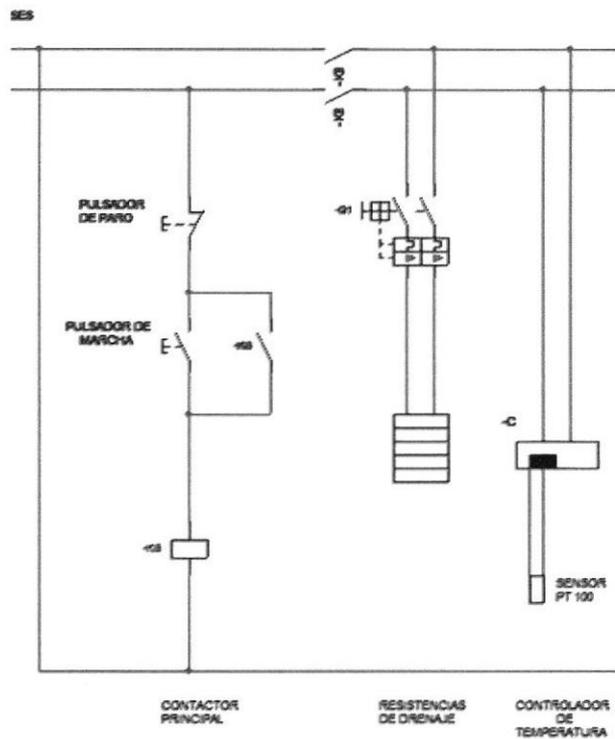


Fig. 14: Diagrama eléctrico de marcha del sistema, resistencias de drenaje y controlador

2.5.3 PARTE III

En el diseño eléctrico de control tenemos un selector con el cual se puede activar y desactivar la electroválvula, podemos ver que si el selector está en **ON** el controlador de temperatura se encargará de encender o apagar la electroválvula por medio del contacto normalmente abierto (**C1**) al mismo tiempo al compresor por (**C2**) y evaporador por medio de (**K1**) lo cual es el **modo automático**.

Si el selector es colocado en **OFF modo manual** la electroválvula se desactiva completamente, y se activa un contactor (**K4**), con lo que se mantendrá encendido el compresor y no se apagará hasta que el presostato detecte la baja presión y lo mande apagar. El evaporador como ya se explicó solo se apagará cuando el controlador mande a encender las resistencias del evaporador. Se cuenta con dos luces indicadoras que se encienden cuando la electroválvula está activada o desactivada respectivamente, la electroválvula se alimenta a 220VAC.

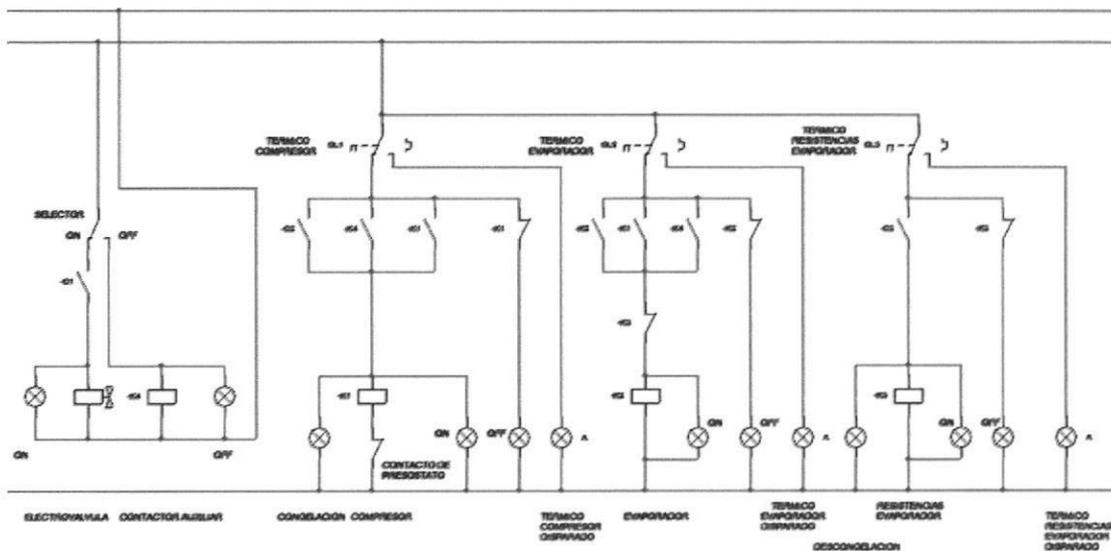


Fig. 15: Diagrama eléctrico de control de compresor, evaporador y resistencias de evaporador

En la **figura 15**, podemos encontrar lo que es el control para el encendido del compresor, evaporador y resistencias del evaporador.

En lo que es el control del compresor tenemos un contacto del controlador (**C2**) el cual se va a cerrar o abrir según el controlador, activando contactor (**K1**) el cual mantendrá encendido el compresor por medio de su contacto auxiliar, hasta que el contacto normalmente cerrado del presostato apague el compresor.

Al mismo tiempo en que se enciende el compresor, también se activa el evaporador y se mantendrá activado así se apague el compresor por medio del contacto auxiliar (**K2**) y se apagará solo cuando se active las resistencias del evaporador.

El contacto auxiliar de (**K4**) solo se activará en el modo manual.

Adicional a esto encontramos luces indicadoras de encendido y apagado del compresor, evaporador así como la luz que indica que el releo térmico del compresor se ha disparado debido a sobrecarga, y una luz que indica la congelación del cuarto frío.

Luego tenemos lo que es el control de las resistencias del evaporador (**K3**), el cual se activa cuando se cierra el contacto normalmente abierto del controlador (**C3**) el cual se va a mantener cerrado según la programación del controlador. Y al igual que los anteriores tenemos luces indicadoras de sobrecarga, encendido y apagado de las resistencias del evaporador.

2.5.4 PARTE IV

Finalmente tenemos lo que corresponde al accionamiento del evaporador el cual lo constituyen dos motores eléctricos de $\frac{1}{4}$ de HP, a 220VAC. El cual tiene un disyuntor de protección (**Q7**), después esto su contactor (**K2**) y su respectivo rele térmico (**OL2**). (Ver figura 16)

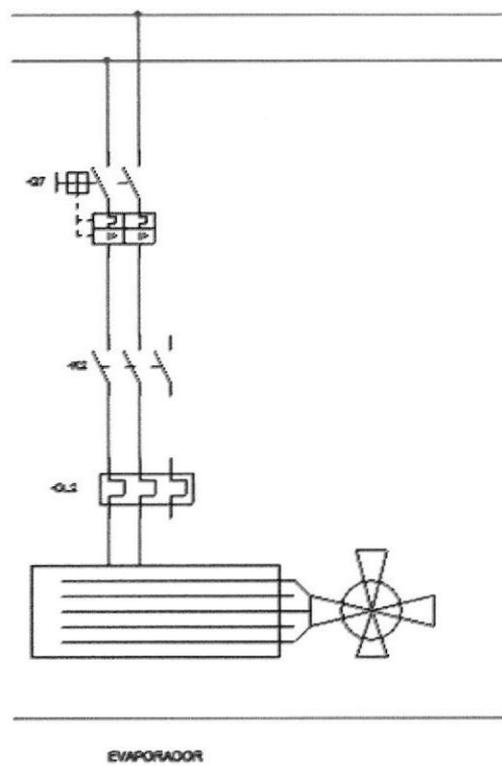


Fig. 16: Diagrama eléctrico de evaporador

CAPITULO III

3.1 MATERIALES UTILIZADOS

A continuación se detallan los materiales utilizados para la realización del sistema de control y automatización de la unidad de enfriamiento.

3.1.1 CONTACTOR MAGNETICO

Componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de control, en caso de ser contactores instantáneos esto ocurre tan pronto se energice la bobina. (Ver figura 17)



Fig. 17: Contactor magneto térmico

Tienen la posibilidad de ser accionado a distancia, tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.

3.1.2 RELEES TERMICOS

Los **relés térmicos** son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua. (Ver figura 18)

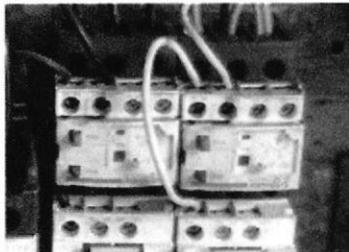


Fig. 18: Relee Térmico

Este dispositivo de protección garantiza:

- optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas.
- la continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.
- volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.

3.1.3 DISYUNTOR MAGNETOTERMICO

Los interruptores automáticos son elementos de protección de instalaciones, líneas y receptores, también se llaman interruptores automáticos magneto térmica y en Latinoamérica los llaman termo magnético en la **figura 19** podemos observar algunos de estos disyuntores utilizados en el tablero de control.

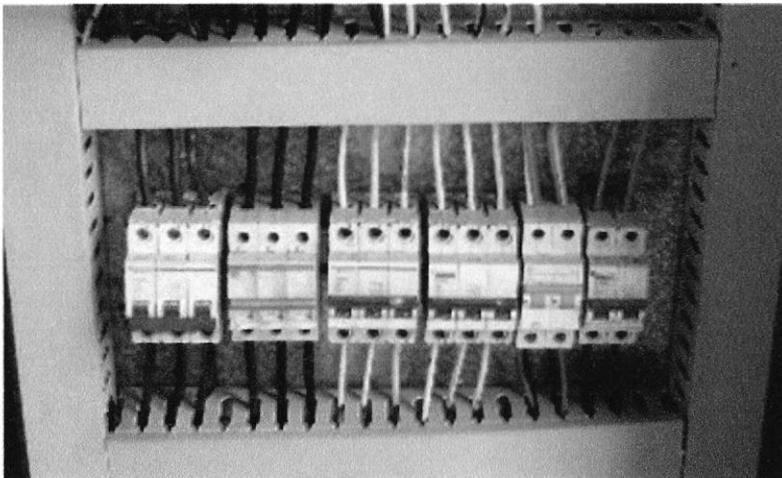


Fig. 19: Disyuntores utilizados para el sistema de control y automatización

3.1.4 SUPERVISOR DE LINEAS TRIFASICO

Son dispositivos electrónicos diseñados para proteger a los equipos de fallas prematuras o de daños debido a desequilibrios en el voltaje. Ofrecen una completa protección al monitorear constantemente el sistema tanto las fuentes de poder como las líneas de control. [4] (Ver figura 20)

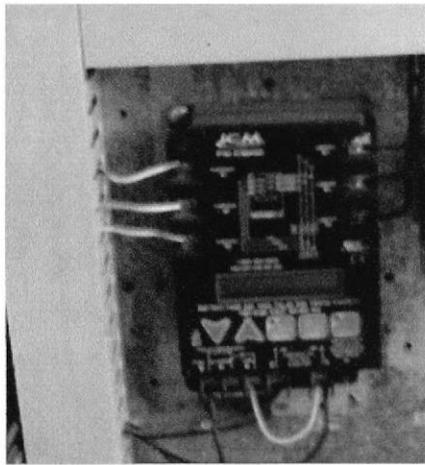


Fig. 20: Supervisor de fases trifásico

3.1.5 LUCES INDICADORAS

Son dispositivos luminosos empleados para indicar el estado de encendido o apagado de algun equipo o aparato electrico. (Ver figura 21)

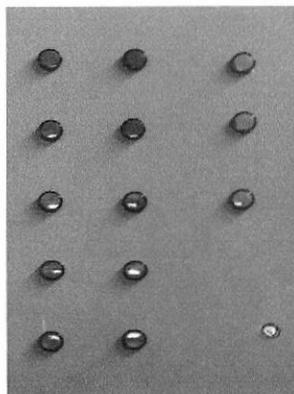


Fig. 21: Luces indicadoras del tablero de control



3.1.6 PULSADORES

También llamados **interruptores momentáneos**. Este tipo de interruptor requiere que el operador mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos. Un ejemplo de su uso lo podemos encontrar en los timbres de las casas o apartamentos. Existen normalmente abiertos y normalmente cerrados según las necesidades. En la **figura 22** se observan los pulsadores utilizados para el control de la unidad d enfriamiento.

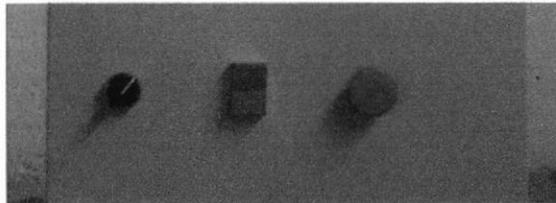


Fig. 22: Pulsadores del tablero de control

3.1.7 ELECTROVALVULA

Es un dispositivo operado eléctricamente variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina) y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. [8] **(Ver figura 23)**

Al circular la corriente por el solenoide genera un campo magnético que atrae el émbolo móvil, al finalizar el efecto del campo magnético, el embolo vuelva a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar.

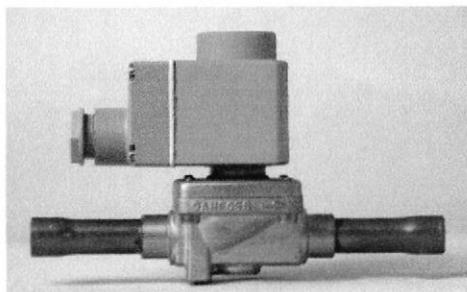


Fig. 23: Electroválvula de paso de refrigerante de la unidad de enfriamiento.

3.1.8 PRESOSTATOS

El **presostato** también es conocido como **interruptor de presión**. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido. [7] (Ver figura 24)

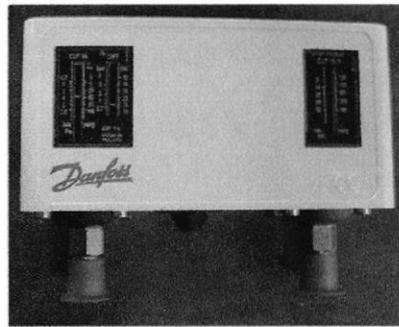


Fig. 24: Presostato de la unidad de enfriamiento

3.1.9 CONTROLADOR TC-900Ri POWER



Fig. 25: Controlador de temperatura

Es un controlador de temperatura para congelados que automatiza los procesos de deshielo de acuerdo con la necesidad de la instalación, proporcionando gran economía de energía. Trabaja a 220 VCA. Posee dos sensores, uno para temperatura ambiente y otro que, fijado en el evaporador, comanda el final del deshielo y el retorno de los ventiladores. [5] (Ver figura 25)

SENSOR DE TEMPERATURA PT100

Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohm y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. **(Ver figura 26)**



Fig. 26: Sensor de Temperatura PT 100

Normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal). [6]

3.2 TABLERO DE CONTROL

El tablero del tablero primeramente se lo realizo en autocad, con las medidas necesarias para la instalación y cableado de todos los equipos como luces indicadoras, pulsadores, selector, y pantalla del controlador de temperatura en la parte de la puerta, permitiendo así tener conocimiento del estado del sistema de control.

Este consta de las siguientes medidas:

Alto: 1 metro

Ancho: 40 centímetros

Profundidad: 25 centímetros

3.2.1 DIAGRAMA DEL TABLERO DE CONTROL

El tablero consta con un cerrado hermético que protege a los equipos de los distintos factores ambientales, cuenta con una cerradura triangular para asegurar que personal no autorizado pueda tener acceso.

A continuación en la **figura 27** podemos observar las medidas del tablero de control utilizado para el control de la unidad de enfriamiento.

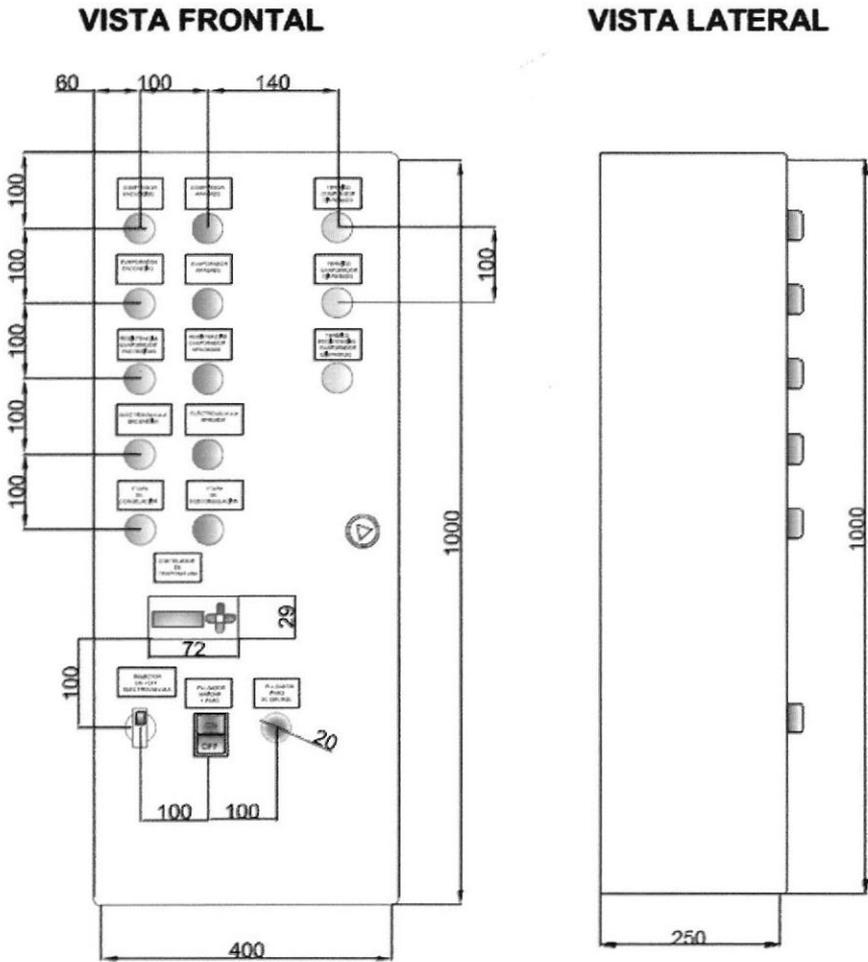


Fig. 27: Diseño del tablero de control

3.2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

Primeramente se realizó el acondicionamiento del tablero como es el calado, ponchado, instalación de canaletas para la instalación de los diferentes equipos. En la puerta frontal del tablero, se colocaron luces pilotos, pulsadores, selector, controlador como se puede apreciar en la **figura 28**.

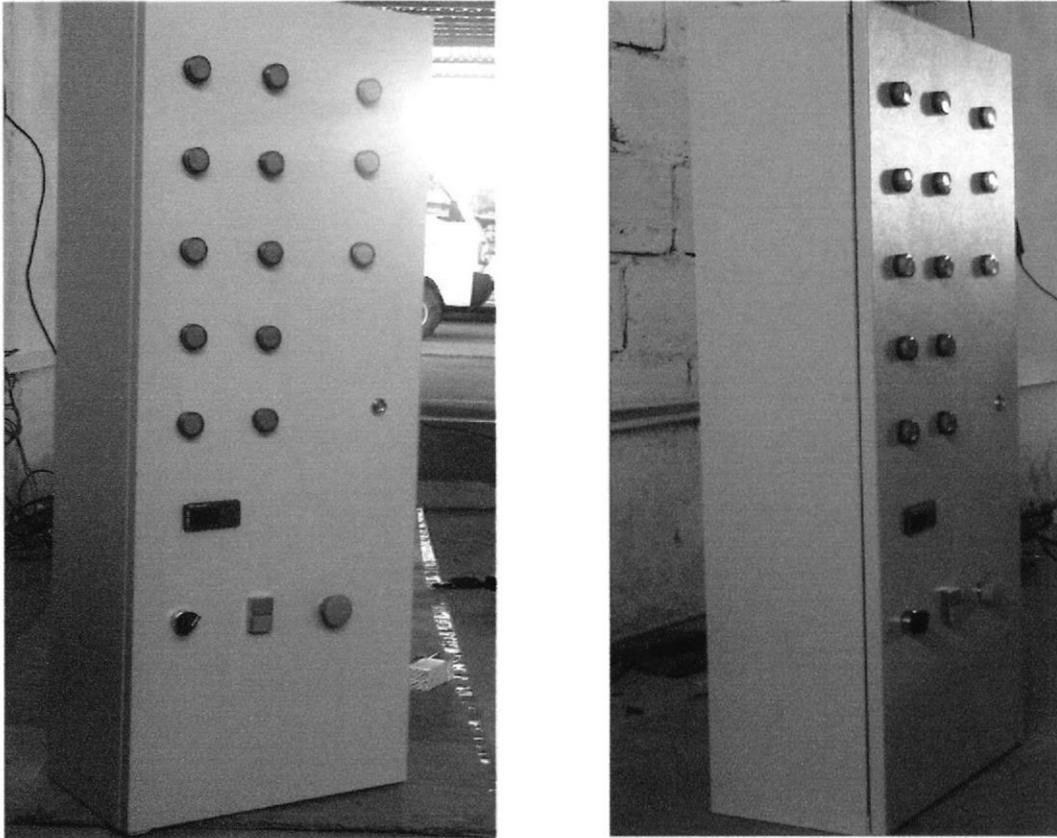


Fig. 28: Tablero de control

En el tablero realizaron los cortes y acondicionamientos para la instalación y cableado en donde se utilizaron canaletas de 13 x 7 para conectar todos los equipos. Se utilizó riel DIN para la fijación de los distintos equipos eléctricos.

Una vez realizadas todas las conexiones de los equipos en el tablero se instalaron todos los equipos de la unidad de enfriamiento, logrando mantener la temperatura a -20 grados Celsius, satisfaciendo así la necesidad del cliente y asegurando la correcta conservación de sus productos. (Ver figura 29)



Fig. 29: Instalaciones realizadas para el funcionamiento de la unidad de enfriamiento



CAPITULO IV

4.1 CALCULO ELECTRICO

A continuación se detalla el cálculo eléctrico realizado para protección de los distintos equipos utilizados así como también del calibre del conductor, todo dimensionado según las necesidades, para evitar daños y gastos innecesarios.

4.2 CALCULO DE EQUIPOS DE PROTECCION

4.2.1 RESISTENCIAS DEL EVAPORADOR

Según datos de la unidad de enfriamiento el valor de las resistencias que actúan sobre El evaporador consume una corriente de 25 amperios. Como las resistencias no presentan un factor de potencia se puede utilizar la ley de OHM directamente obviando el fp, obteniendo así:

Disyuntor 2 polos = $I \times 1,25 = 25 \times 1,25 = 31,25$ Amp

Disyuntor 2 polos 40 Amp

Contactor $P = V \times I = 220 \times 30 = 6600$ W = 8,8 HP

Relee Térmico = $I \times 1,50 = 25 \times 1,50 = 37,5$ Amp

Conductor = # 8 AWG

4.2.2 EVAPORADOR

En el evaporador tenemos 2 ventiladores cada ventilador consume $\frac{1}{4}$ de HP.

Tenemos entonces que los dos ventiladores van a consumir 2,15 Amp.

Disyuntor 2 polos = $2,15 \times 1,25 = 2,69$ Amp

Disyuntor 2 polos 4 Amp

Contactor $P = V \times I \times 0,8 = 220 \times 20$ Amp $\times 0,8 = 3520$ W = 4,7 HP

Relee Térmico = $I \times 1,50 = 20 \times 1,50 = 30$ Amp

Conductor = # 14 AWG

4.2.3 RESISTENCIAS DE DRENAJE

Según datos de la unidad de enfriamiento las resistencias de drenaje consumen una corriente de 2 amperios. Y al igual que el cálculo anterior estas no presentan un factor de potencia y se puede utilizar la ley de OHM directamente obviando el fp , obteniendo así:

Disyuntor 2 polos = $1 \times 1,25 = 2 \times 1,25 = 2,5 \text{ Amp}$

Disyuntor 2 polos 4 Amp

Conductor = # 14 AWG

4.2.4 COMPRESOR

Según datos de la unidad de enfriamiento el valor de corriente que consume el compresor es de 25,06 amperios con un factor de potencia de 0,8 alimentado a una tensión de 220 VAC trifásico.

Todos estos datos los aplicamos a las formulas obteniendo los siguientes valores:

Disyuntor 3 polos = $25,06 \times 1,25 = 31,32 \text{ Amp}$

Disyuntor 3 polos 40 Amp

Contactador = 10 HP

Relee Térmico = $25,06 \times 1,50 = 37,59 \text{ Amp}$

Conductor = # 8 AWG

4.2.5 DISYUNTOR PROINCIPAL CONTROL

Disyuntor 2 polos = I resistencia drenaje + I evaporador $\times 1,25$
 $= 2,69 + 2,5 \times 1,25 = 6,48 \text{ Amperios}$

Disyuntor 2 polos 10 Amp

Conductor = # 14 AWG

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Se logró crear un sistema de control confiable que garantiza la conservación de los productos de la empresa de helados Topsy cumpliendo con las necesidades de esta.
- Se adquirió experiencia y conocimientos acerca de unidades de enfriamiento así como el funcionamiento de cada una de las partes que la integran.
- Se logró controlar una variable física mediante el controlador TC 900Ri y el sistema desarrollado ya que este cumplía con cada una de las condiciones necesarias para un correcto funcionamiento.
- Se contribuyó al ahorro de energía mediante el sistema de control desarrollado el cual al tener mayor control sobre la variable física funcionara solo en los momentos más necesarios.
- Adquirimos más conocimiento y práctica en cuanto a sistema de control mediante lógica cableada los cuales son muy empleados en las industrias debido a su bajo costo y gran confiabilidad.
- Aplicamos conocimientos adquiridos en cuanto a control, instrumentación y automatización.
- Se aprendió a parametrizar un controlador diferente a los estudiados en clase, y de un supervisor de fase según las necesidades del sistema implementado.

BIBLIOGRAFIA

- **Wikipedia enciclopedia libre**

[1] [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina))

[2] <http://es.wikipedia.org/wiki/Evaporador>

[3] [http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_\(termodin%C3%A1mica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_(termodin%C3%A1mica))

- **Manual Técnico ICM controls 450**

[4] *Monitores de tensión trifásica*

- **Manual Full Gauge Controls**

[5] *TC-900Ri controlador digital para refrigeración y deshielo*

- **Manual ARIAN control e instrumentación**

[6] *PT 100, su operación, instalación y tablas*

- **Manual DANFOS refrigeration and air conditioner**

[7] *Presostatos*

- **Direct Industry**

[8] <http://www.directindustry.es/prod/danfoss-refrigeration-air-conditioning/electrovalvulas-para-sistemas-de-refrigeracion-35691-557953.html>



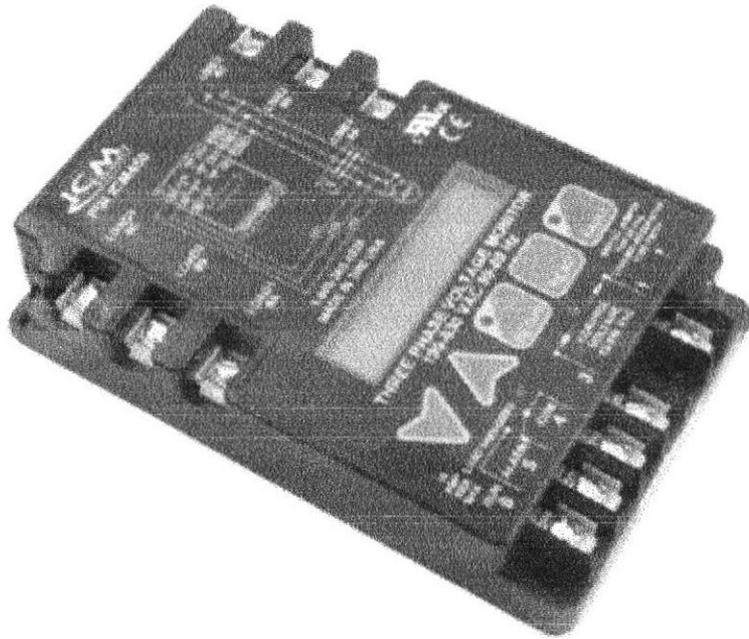
ANEXOS

ICM CONTROLS™ **450**

Monitores de tensión trifásica

PROGRAMABLE, memoria para 25 fallas

Protege a los motores contra las fallas prematuras y evita que se quemen



Se recomienda leer este manual antes de la instalación

ESPECIFICACIONES

Entrada

- Tensión: Universal, 190 a 630 Vca
- Frecuencia: 50/60 Hz
- Monitoreo del extremo de carga opcional

Salida

- Tipo: Relé, SPDT
- Variación del voltaje: 240 Vca @ 10A máx
- Frecuencia: 50/60 Hz

Temperatura funcional de control

- Temperatura funcional: -40 a 75 °C (-40 a 167 °F)
- Temperatura de almacenamiento: -40 a 80 °C (-40 a 185 °F)

Temperatura funcional de la pantalla LCD

- Temperatura funcional: -20 a 75 °C (-4 a 167 °F)

Especificaciones mecánicas

- Montaje: De superficie mediante dos tornillos del número 8
- Terminaciones: terminales de tornillo
- Peso: 341 gramos (12 onzas)

Dimensiones

- Pulgadas: 6 1/2 largo, 4 1/4 ancho, 1 3/8 alto
- Cm: 16,5 largo, 10,8 ancho, 3,5 alto

PARÁMETROS

PRECAUCIÓN:

La instalación del ICM450 debe ser únicamente realizada por un técnico debidamente capacitado. Cumpla con todas las normas eléctricas locales y nacionales. Antes de realizar cualquier conexión, desconecte todos los cables de alimentación.

Protección contra desequilibrios de fase

- Desequilibrio de la tensión: 2 a 20% ajustable

Protección de sobretensión/subtensión

- Subtensión: 2 a 25% ajustable
- Sobretensión: 2 a 25% ajustable

Protección contra pérdida de fase

- Estado de pérdida de fase = menos que el 25% del valor nominal de cualquier fase
Si esto ocurre, el sistema se apagará y se registrará una falla

Temporizador de retraso del interruptor

- Tensión de control: 18 a 240 Vca
- Tiempo de retraso: 00 a 10 min. ajustable

Retraso en la interrogación de la falla

- Tiempo de retardo: 0 a 15 seg. ajustable. Permite un retardo entre la detección de la falla y el cierre del sistema, lo cual evita desconexiones molestas o cierres innecesarios.

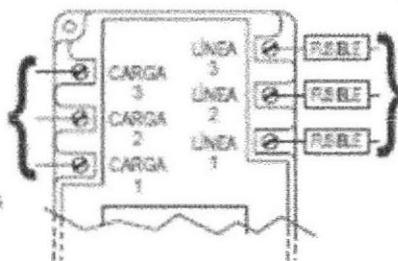
INSTALACIÓN DEL CONTROLADOR

Instrucciones (Paso a paso)

1. Mediante dos tornillos del número 8, instale el ICM450 en un lugar fresco, seco y de fácil acceso en el panel de control.
2. Conecte la tensión tal y como se muestra en la Figura 1 (abajo). No altere las conexiones del extremo de la línea y de la carga en el contactor.
3. El monitoreo del extremo de la carga es opcional (la unidad puede utilizarse únicamente para controlar el extremo de línea). Realice las conexiones eléctricas del contactor y del monitor de control de tensión como se muestra en las figuras 2 y 3 (abajo).
4. **NOTA:** El cable de la carga o de la línea debe estar clasificado para una tensión límite de 3ey 20ga como mínimo.
5. Al conectar la alimentación, el ICM450 se activará y comenzará a controlar el sistema.

Figura 1

Tensión 3Ø desde la carga o extremo "posterior" del contactor.



*Se recomienda utilizar un fusible de 1 amperio (verifique las normas locales).

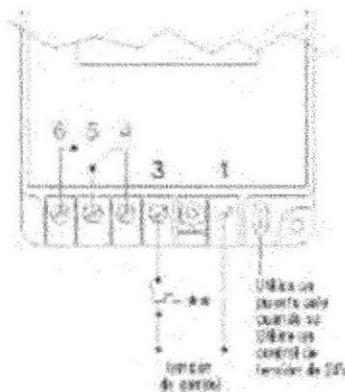
Tensión de entrada de 3Ø desde la línea o extremo "anterior" del contactor.

(La utilización de los terminales del extremo de la carga para controlar es opcional).

La tensión de entrada de 3Ø se utiliza también para alimentar el 450.

Figura 2

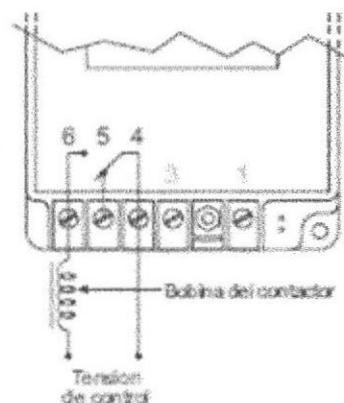
- Los terminales 1 y 3 son los terminales de entrada de la señal de comando
- Cuando la "Modalidad de control" está "encendida" (ON), debe haber tensión en los terminales 1 y 3 para que los terminales de salida del relé 4 y 6 se cierren. Esta tensión puede provenir de un termostato, un conmutador a presión, etc
- Mediante la configuración, se enciende (ON) y apaga (OFF) la "Modalidad de control"
- Al restablecer la tensión a estos terminales, la unidad no tendrá corriente hasta que haya transcurrido el tiempo de retardo de apertura (0 a 10 min.)
- La utilización de los terminales 1 y 3 es opcional. Estos se ignorarán si la "Modalidad de Control" está apagada (OFF)



** El interruptor puede ser un termostato, interruptor a presión, etc.

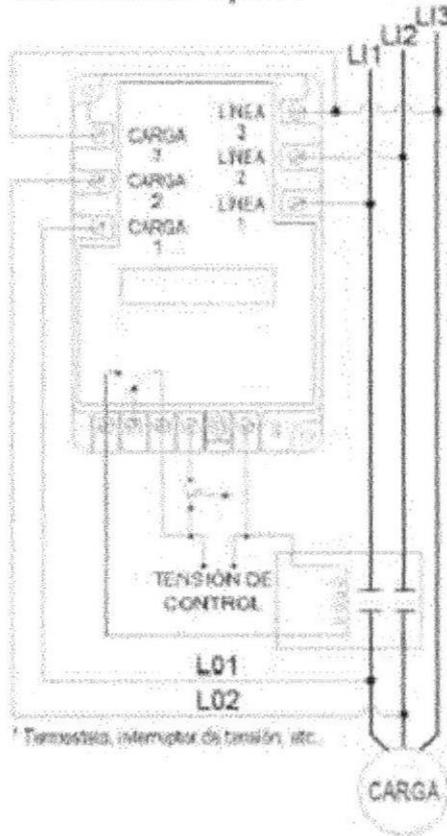
Figura 3

- Los terminales 4 y 6 son contactos "secos", normalmente abiertos
- Los terminales 4 y 6 están cerrados cuando la corriente está dentro de los límites especificados
- Los terminales 4 y 6 se abren cuando existe una condición de falla o al perderse la señal de control

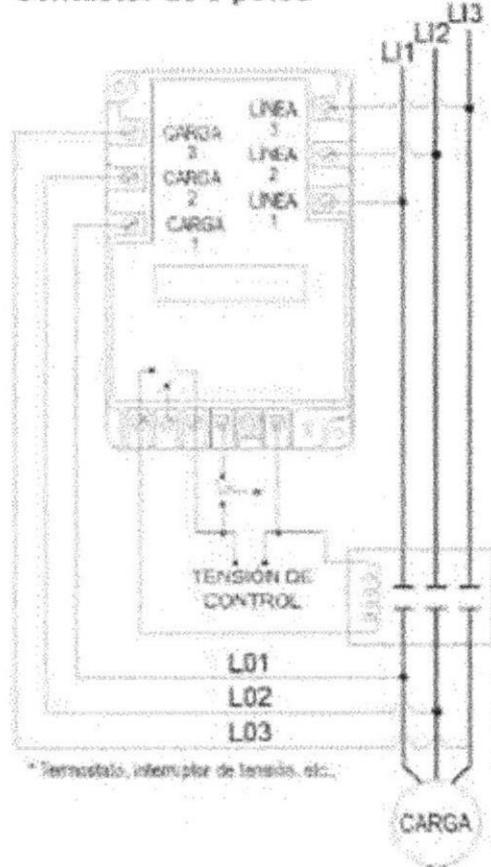


Diagramas eléctricos del ICM450

Contactor de 2 polos



Contactor de 3 polos



CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS (Paso a paso)

1. Pulse el botón de CONFIGURACIÓN verde para entrar en la modalidad de configuración.
2. Para cambiar los parámetros del usuario, utilice las flechas de desplazamiento hacia arriba \uparrow y hacia abajo \downarrow .
3. Para desplazarse por las opciones de configuración, pulse el botón de configuración (SETUP).
4. Al configurar el último parámetro, se mostrará el promedio de la fase y se apagará el LED de configuración automáticamente.

FUNCIONES DE LOS BOTONES

<p>Pulse las flechas para desplazarse y seleccionar los valores de los parámetros del usuario en la modalidad de configuración. Para acelerar el proceso, mantenga el botón pulsado.</p>	<p>Pulse el botón para entrar en la modalidad de configuración y seleccionar los parámetros del usuario.</p>	<p>Mantenga el botón pulsado para ver las tensiones a \rightarrow b, b \rightarrow c, a \rightarrow c (simultáneamente).</p>	<p>Pulse el botón para leer las fallas. Para borrar las fallas y reiniciar la memoria, mantenga el botón pulsado durante 5 seg.</p>	

PARÁMETROS

Parámetro	Descripción	Variación	Valores pre-determinados	Recomendado
Tensión de línea	Promedio de la tensión de línea entre fase y fase.	190 a 830	208	Tensión indicada en la placa
Tiempo de retardo del interruptor	Tiempo transcurrido entre la pérdida y el recuperación de energía a la carga.	0 a 10 min.	0.1 min.	4 min.
Interrogación de falla	Tiempo transcurrido antes de la pérdida de energía de la carga debido a una falla no crítica.*	0 a 15 seg.	15 seg.	7 a 8 seg**
Porcentaje de sobretensión/subtensión	Promedio máximo y mínimo de la tensión entre fase y fase, respectivamente.	2 a 25%	20%	12 a 15%**
Desequilibrio de fase	Tamaño permitido del desequilibrio de la tensión.	2 a 20%	20%	4 a 5%**
Modalidad de Reajuste	Automático (AUTO) o número de veces que la carga puede recobrar la energía antes de que sea necesario un reajuste manual. (Nota: Al controlar solamente el extremo de la línea, la Modalidad de Reajuste siempre estará en automático.)	AUTO, 0 a 10	Automático (AUTO)	Automático (AUTO)
Modalidad de Control	Cuando la Modalidad de Control está apagada (OFF), la carga se energizará si no existen condiciones de falla. Cuando la modalidad de control está encendida (ON), la carga se energizará si no existen condiciones de falla y si existe tensión de control en los terminales 1 y 3 del ICM450.	Encendido (ON) apagado (OFF)	Encendido (ON)	En función del cableado

* La fallas no críticas son aquellas tales como *alta o baja tensión y desequilibrios de fase*. Las fallas críticas, tales como *pérdida de fase e inversión de fases* son tratadas por el ICM450 de diferente modo. La interrogación de fallas es de 3 a 4 segundos y no puede ser ajustada por el usuario.

** Para obtener las mejores recomendaciones, póngase en contacto con el fabricante del motor.



CONDICIONES DE FALLA

Pulse y suelte el botón de falla para desplazarse por todas las fallas almacenadas.

NOTA: Para la configuración inicial, pulse y mantenga pulsado el botón FALLA [FAULT] durante 5 segundos, con lo cual se borrará cualquier falla almacenada anteriormente.

Falla	Problema	Acción correctiva
Pérdida de fase del extremo posterior	No están presentes las tres fases del extremo de CARGA.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reenergice el contactor. 2. Si la falla vuelve a aparecer después de que la carga se energice. <ol style="list-style-type: none"> a. DESCONECTE toda la alimentación. b. Verifique todas las conexiones del extremo de la carga. c. Verifique la existencia de partículas o carbón excesivo en los contactos del contactor.
Inversión de fases del extremo posterior	La CARGA 1, 2, & 3 no está en secuencia (no se encuentra en fase de 120°).	<ol style="list-style-type: none"> 1. DESCONECTE toda alimentación. 2. Intercambie 2 fases cualesquiera sólo en el extremo de carga de la unidad (p.ej. intercambie la Carga 1 con la Carga 2).* 3. Vuelva a conectar la corriente.
Desequilibrio de fases del extremo posterior	Un desequilibrio de tensión entre las tres fases de CARGA sobrepasa el valor nominal de desequilibrio.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulse el botón LEER [READ] para ver las tensiones de carga actuales. Verifique el sistema para determinar el origen del desequilibrio. 2. Si es necesario, aumente el tiempo de interrogación de falla. 3. Si es necesario, aumente el valor del porcentaje de desequilibrio.
Sobretensión anterior	La tensión promedio entre fase y fase sobrepasa el porcentaje máximo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique el sistema para determinar la causa de la sobretensión. 2. Si es necesario, aumente el valor del porcentaje de sobretensión. 3. Si es necesario, aumente el tiempo de interrogación de falla.
Pérdida de fase del extremo anterior	No están presentes las tres fases del extremo de LÍNEA.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulse y mantenga pulsado el botón LEER [READ] del monitor de fase o utilice un voltímetro de ca para medir cuidadosamente la tensión de las tres líneas fase a fase. (Es decir: Línea 1→Línea 2, Línea 2→Línea 3, Línea 3→Línea 1) 2. Repare la fase inexistente.
Inversión de fases del extremo anterior	La LÍNEA 1, 2, & 3 no está en secuencia (no se encuentra en fase de 120°).	<ol style="list-style-type: none"> 1. DESCONECTE toda la alimentación. 2. Intercambie 2 fases cualesquiera sólo en el extremo de línea de la unidad (p.ej. intercambie la Línea 1 con la Línea 2).* 3. Vuelva a conectar la corriente.
Desequilibrio de fases del extremo posterior	Un desequilibrio de tensión entre las tres fases de LÍNEA sobrepasa el valor nominal de desequilibrio.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulse el botón LEER [READ] para ver las tensiones de carga actuales. Verifique el sistema para determinar el origen del desequilibrio. 2. Si es necesario, aumente el tiempo de interrogación de falla. 3. Si es necesario, aumente el valor del porcentaje de desequilibrio.
Subtensión anterior	La tensión promedio fase a fase es menor que el porcentaje mínimo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique el sistema para determinar la causa de la subtensión. 2. Si es necesario, aumente el valor del porcentaje de subtensión. 3. Si es necesario, aumente el tiempo de interrogación de falla.

* Intercambie únicamente las fases durante la configuración inicial, no lo haga después de que la unidad haya estado funcionando sin errores.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Sintoma	Lectura en la pantalla LCD	Estado de los LED	Acción correctiva
La carga no recibe energía	Promedio de las fases	Todos los LED apagados.	Verifique que la entrada de la unidad está conectada correctamente.
La carga no recibe energía	Promedio de las fases	LED de carga apagado, LED de falla parpadeante.	Pulse FALLA [FAULT] para ver la falla actual. Corrija la condición de la primera falla que aparece. (Si desea una lista de las acciones correctivas, consulte la Tabla 3.)
El LED de falla parpadea de forma intermitente mientras la carga está energizada.	Promedio de las fases	LED de falla parpadeante. LED de carga encendido.	Indica que hay fallas almacenadas en la memoria. Pulse rápidamente el botón de falla para desplazarse por las fallas almacenadas. Para borrar las fallas de la memoria, pulse y mantenga pulsado el botón FALLA [FAULT] durante 5 segundos como mínimo.
La carga no pierde la energía cuando la tensión de control está APAGADA (OFF).	Promedio de las fases	LED de carga encendido. LED de control apagado.	La Modalidad de Control está apagada (OFF). Pulse CONFIGURACION [SETUP] para entrar en la Modalidad de Control. Pulse [▲] para activar (ON) la Modalidad de Control.
El LED de configuración está encendido cuando la carga se está energizando.	Otra distinta al promedio de las fases	LED de configuración encendido. LED de carga encendido.	Para salir de la modalidad de configuración, pulse el botón LEER [READ] o FALLA [FAULT].
La carga no recibe energía.	Reajustar	LED de falla parpadeante.	La unidad está bloqueada. Se han vencido el número de intentos en modalidad de reajuste manual. Para reajustar la unidad, pulse y mantenga pulsado FALLA [FAULT] durante 5 segundos como mínimo.
La carga se enciende y apaga de forma repetida.	Sin importancia	LED de falla parpadeante.	Componga la falla en el extremo de la carga. Pulse FALLA [FAULT] para ver la condición. Es posible que el tiempo de retardo del interruptor sea muy corto. Pulse [SETUP] (CONFIGURACION) para entrar en la modalidad de retardo del interruptor. Pulse [▲] para aumentar el tiempo de retardo.

TC-900Ri power

CONTROLADOR DIGITAL PARA
REFRIGERACIÓN Y DESHIELO

Ver.03



1. DESCRIPCIÓN

El **TC-900Ri power** es un controlador de temperatura para congelados que automatiza los procesos de deshielo de acuerdo con la necesidad de la instalación, proporcionando gran economía de energía. Para refrigeración y deshielo, opera con dos sensores, uno para la temperatura ambiente y otro que, fijado en el evaporador, controla el final del deshielo. Con un potente relé de 16A, regula directamente compresores de hasta 1HP. La salida para deshielo tiene capacidad de corriente de 10A, además de que tiene disponible el contacto Normalmente Cerrado (NC). Posee, también, filtro digital, que tiene la finalidad de simular un incremento de masa en el sensor del ambiente (S1), aumentando, de esa forma, su tiempo de respuesta (inercia térmica), evitando accionamientos desnecesarios del compresor.

Producto en conformidad con UL Inc. (Estados Unidos y Canadá).

2. APLICACIÓN

- Cámaras
- Expositores frigoríficos

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Alimentación:** TC-900Ri power: 115 ó 230Vac $\pm 10\%$ (50/60 Hz)
TC-900RiL power: 12 ó 24 Vac/dc
- **Temperatura de control:** -50 hasta 75 °C / -58 hasta 167°F
- **Temperatura de operación:** 0 hasta 40°C / 32 hasta 104°F
- **Humedad de operación:** 10 hasta 90% HR (sin condensación)
- **Resolución:** 0.1°C entre -10 y 75.0 °C y 1°C entre -50 y -10°C / 1°F en todo el rango
- **Corriente máxima:** COMP: 12(8)A/240Vac 1HP (compresor, válvula solenoide o contactor)
DEFRO: 10A/ 240Vac 1/4HP (deshielo-resistencia o gas caliente)
FANS: 5(3)A/ 240Vac 1/8HP (forzadores del evaporador)
- **Dimensiones:** 71 x 28 x 71mm
- **Sensores:**
S1: Sensor de ambiente (negro)
S2: Sensor preso al evaporador a través de abrazadera metálica (gris)

4. CONFIGURACIONES

4.1 - Ajuste de la temperatura de control (SETPOINT):

- Presione **SET** por 2 segundos hasta que aparezca **SEE**, soltando enseguida. Aparecerá la temperatura de trabajo ajustada. Utilice las teclas **▼** y **▲** para alterar el valor y, cuando esté listo, presione **SET** para grabar.

4.3 - Descripción de las funciones

F01 - Código de acceso (123)

Es necesario cuando se desea alterar los parámetros de configuración. Para sólo visualizar los parámetros ajustados, no es necesario ingresar este código.

F02 - Diferencial de control (histéresis)

Es la diferencia de temperatura (histéresis) entre CONECTAR y DESCONECTAR la refrigeración.

Ejemplo: Si se desea controlar la temperatura en 4.0 °C con diferencial de 1.0 °C.

Luego, la refrigeración será conectada en 4.0 °C y reconectada en 5.0 °C (4.0 + 1.0).

F03 - Corrimiento de indicación de la temperatura ambiente (offset)

Permite compensar eventuales errores en la lectura de la temperatura ambiente (S1), provenientes del cambio del sensor o de la alteración del largo del cable.

F04 - Mínimo setpoint permitido al usuario final

F05 - Máximo setpoint permitido al usuario final

Bloqueos electrónicos cuya finalidad es evitar, que por error, se regule la temperatura extremadamente alta o baja de setpoint. (Ítem 4.1)

F06 - Retardo en la partida (energización) de este instrumento

Cuando el instrumento es prendido, este puede permanecer un tiempo con su control inhabilitado, retardando el inicio del proceso. Durante ese tiempo él funciona solamente como indicador de temperatura. Sirve para evitar altas de demanda de energía eléctrica, en caso de corte y retorno de la misma, cuando existen varios equipos conectados en la misma línea. Para eso, basta ajustar tiempos distintos para cada equipo. Ese retardo puede ser del compresor o del deshielo (cuando existir deshielo en la partida).

F07 - Punto de actuación del alerta de temperatura ambiente alta (S1)

Si la temperatura ambiente (sensor S1) alcanzar ese punto durante la refrigeración, eso será señalado visualmente a través de la indicación parpadeando en el visor.

F08 - Tiempo de refrigeración - intervalo entre deshielos

Es el tiempo en el cual el compresor conectará solamente por temperatura ambiente, y se empieza el conteo a partir de la entrada del forzador, después de la etapa de fan-delay (retorno del forzador después drenaje). *Atención: El deshielo sólo va a iniciarse si la temperatura en S2 (sensor del evaporador) sea menor que la indicada en F13.*

F09 - Tiempo mínimo de compresor conectado

Es el tiempo mínimo en que el compresor permanecerá conectado, o sea, espacio de tiempo entre la última partida y la próxima parada. Sirve para evitar altas de tensión en la red eléctrica.

F10 - Tiempo mínimo de compresor desconectado

Es el tiempo mínimo en que el compresor permanecerá desconectado, o sea, espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida. Sirve para aliviar la presión de descarga y aumentar el tiempo de vida útil del compresor.

F11 - Situación del compresor con sensor ambiente (S1) des conectado

Si el sensor ambiente (S1) se encuentra desconectado o fuera del rango de medición, el compresor asume el estado configurado en esta función.

Ejemplo: Para cámaras que almacenan frutas, se prefiere que el compresor quede desconectado; ya en cámaras que almacenan carnes, es preferible que el compresor permanezca conectado.

F12 - Deshielo en la partida del instrumento

Posibilita la realización de un deshielo en el momento en que el controlador es energizado, como por ejemplo, en el retorno de la energía eléctrica (en caso de corte de energía eléctrica).



Fun	Descripción	MIn	Máx	Unid	MIn	Máx	Unid
E01	Código de accesor (23 (cero veintés))	-	-	-	-	-	-
E02	Diferencial de control (histeresis)	0.1	20.0	°C	1	36	°F
E03	Corriente de indicación de la temperatura ambiente en S1 (offset)	-2.00	20.0	°C	-36	36	°F
E04	Mínimo setpoint permitido al usuario final	-50.0	75.0	°C	-58	167	°F
E05	Máximo setpoint permitido al usuario final	-50.0	75.0	°C	-58	167	°F
E06	Retardo en la partida (energización)	0	30	min	0	30	min
E07	Punto de actuación del alerta de temperatura ambiente alta (S1)	-50.0	75.0	°C	-58	167	°F
E08	Tiempo en refrigeración (finalizado entre deshielos)	1	999	min	1	999	min
E09	Tiempo mínimo de compresor conectado	0	999	seg	0	999	seg
E10	Tiempo mínimo de compresor desconectado	0	999	seg	0	999	seg
E11	Stación del compresor con sensor ambiente (S1) desconectado	-	-	-	-	-	-
E12	Deshielo en la partida del instrumento	0-no	1-sí	0-no	1-sí	0-no	1-sí
E13	Temperatura en el evaporador (S2) para determinar fin de deshielo	-50.0	75.0	°C	-58	167	°F
E14	Duración máxima del deshielo	0-inactivo	90	min	0-inactivo	90	min
E15	Forzador conectado durante el deshielo	0-no	1-sí	0	1-sí	0	1-sí
E16	Tipo de deshielo	0-eléctrico	1-gas caliente	0	1-gas caliente	0	1-gas caliente
F01	Indicación de temperatura (S1) bloqueada durante el deshielo	0-no	1-sí	0-no	1-sí	0-no	1-sí
F02	Tiempo de drenaje (gotas de agua del deshielo)	0	30	min	0	30	min
F03	Temp. del evaporador (S2) al retorno del forzador después del drenaje	-50	75.0	°C	-58	167	°F
F04	Tiempo máximo al retorno del forzador del drenaje (time-delay)	0	30	min	0	30	min
F05	Forzador conectado con compresor desconectado (en refrigeración)	0-no	1-sí	1-sí	0-no	1-sí	1-sí
F06	Parada del forzador por temperatura alta en el evaporador	-50	75.0	°C	-58	167	°F
F07	Tiempo para reconocimiento del gas antes de iniciar el deshielo	0	999	seg	0	999	seg
F08	Intensidad del filtro digital aplicado al sensor 1 (0 - desactivado)	0	9	-	0	9	-
F09	Tiempo para bloqueo de todas	14-no	60	seg	14-no	60	seg

CELSIUS	FAHRENHEIT
MIn	MIn
Máx	Máx
Unid	Unid
Padrón	Padrón

F13 - Temperatura en el evaporador (S2) para determinación de fin de deshielo

Si la temperatura en el evaporador (sensor S2) alcanza el valor ajustado, el fin de deshielo ocurrirá por temperatura, que es lo deseable. Con eso, se optimiza el proceso de deshielo.

F14 - Duración máxima del deshielo

Esta función sirve para ajustar el valor máximo de tiempo para el deshielo. Si dentro de ese período la temperatura del evaporador no alcanza el valor configurado en F13 un punto quedará parpadeando en el borde inferior derecho del visor, indicando que el término del deshielo ocurrió por tiempo y no por temperatura.

El final del deshielo por tiempo (el cual no es deseable) puede ocurrir en las siguientes situaciones:

- Temperatura ajustada (F13) muy alta
- Tiempo máximo de deshielo (F14) insuficiente
- Sensor (S2) desconectado o sin contacto con el evaporador

F15 - Forzador prendido durante el deshielo

Posibilita el funcionamiento del forzador durante el deshielo.

Ejemplo: Deshielo natural o por resistencias aletadas instaladas fuera del evaporador.

F16 - Tipo de deshielo

"0" = Deshielo eléctrico (por resistencias), donde es activada solamente la salida de deshielo.

"1" = Deshielo por gas caliente, donde son activadas las salidas del compresor y del deshielo.

F17 - Indicación de temperatura (S1) bloqueada durante el deshielo

Esta función tiene por finalidad evitar que sea visualizada la elevación de temperatura ambiente durante el deshielo, permaneciendo la última indicación antes del inicio del deshielo. La indicación es liberada nuevamente en el inicio del ciclo de refrigeración, después del fan-delay (atraso para retorno del ventilador).

F18 - Tiempo de drenaje (goteo del agua del deshielo)

Tiempo necesario para goteo, o sea, para que escurran las últimas gotas de agua del evaporador. Todas las salidas permanecen apagadas. Si no se desea esta etapa, ajuste ese tiempo para "cero".

F19 - Temperatura del evaporador (S2) para retomo del forzador después drenaje (fan-delay)

Después del drenaje inicia el ciclo de fan-delay. La refrigeración (REFR) es activada inmediatamente, pues la temperatura ambiente está alta, pero el forzador sólo es activado después que la temperatura en el evaporador quede más baja que el valor ajustado. Ese proceso es necesario para remover el calor que todavía existe en el evaporador a causa del deshielo, evitando tirarlo en el ambiente.

F20 - Tiempo máximo para retorno del forzador después del drenaje (fan-delay)

Por seguridad, caso la temperatura en el evaporador no alcance el valor ajustado en F19 o el sensor S2 se encuentre desconectado, el retomo del forzador ocurrirá en el tiempo ajustado en esta función.

F21 - Forzador prendido con compresor apagado

Durante la refrigeración, la activación del forzador puede estar condicionada al del compresor

"0" = El forzador permanece prendido solamente mientras el compresor esté prendido (esta alternativa, en algunos casos, posibilita gran ahorro de energía eléctrica).

"1" = El forzador permanece prendido durante todo el ciclo de refrigeración.

F22 - Parada del forzador por temperatura alta en el evaporador

Tiene por finalidad ciclar la ventilación del evaporador hasta que la temperatura ambiente se aproxime de aquella prevista en el proyecto de la instalación frigorífica, evitando así altas temperaturas y presiones de succión que pueden dañar el compresor. Si la temperatura en el evaporador sobrepasa el valor ajustado, el forzador es apagado, prendiendo de nuevo con una histéresis fija de 2 °C abajo de ese valor. Importante recurso cuando, por ejemplo, se pone en operación un equipo frigorífico que estuvo parado por días o cuando se reabastecen cámaras o refrigeradores comerciales con la debida mercadería.

5.4 - Deshielo manual

Para realizar un deshielo manual, independiente de la programación, mantenga presionada la tecla  por 4 segundos, hasta que aparezca la indicación **DEF On**.

Caso el instrumento esté en deshielo y sea necesario interrumpirlo, proceda según las instrucciones arriba, hasta que aparezca la indicación **DEF OFF**.

5.5 - Como determinar el final del deshielo por temperatura

a) Ajuste las siguientes funciones con valores máximos:

- Intervalo entre deshielos (F08 = 999 min)
- Temperatura en el evaporador para fin de deshielo (F13 = 75.0 °C / 167 °F)
- Duración máxima del deshielo (F14 = 90 min)

b) Espere hasta que se forme alguna camada de hielo en el evaporador.

c) Haga un deshielo manualmente, presionando la tecla  por 4 segundos, hasta que aparezca **DEF On**.

d) Acompañe visualmente el derretimiento.

e) Espere hasta que derreta todo el hielo en el evaporador para que se pueda considerar finalizado el deshielo.

f) Verifique la temperatura en el evaporador leída por el sensor S2 en este momento, presionando la tecla  (ver ítem 5.3) y transcriba ese valor para la función F13 - *Temperatura en el evaporador (S2) para fin de deshielo*.

g) Como seguridad, reajuste la función F14 - *Duración máxima del deshielo*, que depende del tipo de deshielo realizado. *Ejemplo:* Deshielo eléctrico (por resistencias) = 45 minutos como máximo

Deshielo por gas caliente = 20 minutos como máximo

h) Ahora ajuste la función F08 - *Tiempo de refrigeración*, con el valor deseado.

5.6 - Señalizadores

Las señales luminosas indican la condición de las salidas de control:

REFR: Compresor solenoide del gas líquido

FANS: Forzadores de evaporador

DEFR: Deshielo (calefacción)

E-1 Sensor ambiente desconectado o fuera del rango.

E-2 Sensor del evaporador desconectado o fuera del rango.

RH1 Alarma de temperatura ambiente alta.

 Siempre que el deshielo termine por tiempo y no por temperatura, un punto ubicado en el borde inferior derecho del visor quedará parpadeando hasta el próximo deshielo, indicando que:

- El intervalo entre deshielos es muy largo
 - Existen resistencias quemadas
 - El gas caliente no está circulando
 - O hay algún forzador (ventilador) inoperante o es corto el tiempo ajustado para duración máxima del deshielo
- PPP** Parámetros de configuración inválidos

- En esa situación las salidas son apagadas automáticamente

- Verifique cual de los parámetros posee datos inválidos y corríjalo para retomar a la operación

5.7 - Registro de temperaturas mínimas y máximas

Presione , luego aparecerá **E-1** y las temperaturas mínima y máxima del sensor negro (temperatura ambiente). Luego después aparecerá **E-2** y las temperaturas mínima y máxima del sensor gris (evaporador).

Nota: Para reiniciar los registros, mantener presionada la tecla  durante la visualización de las temperaturas mínimas y máximas hasta que aparezca **rSE**.

F23 - Tiempo para recogimiento del gas antes de iniciar el deshielo

Tiene como objetivo recoger el gas remanente de la línea de refrigeración antes de iniciar un ciclo de deshielo, aumentando así el rendimiento del sistema. Durante este tiempo solamente la salida FANS permanece prendida.

F24- Intensidad del filtro digital aplicado al sensor 1

Ese filtro tiene la finalidad de simular un aumento de masa en el sensor de ambiente (S1), aumentando así su tiempo de respuesta (inercia térmica). Cuanto mayor sea el valor ajustado en esta función, mayor el tiempo de respuesta del sensor S1.

Una aplicación típica que necesita de este filtro son freezer para helados y congelados, ya que al abrir la puerta, una masa de aire caliente atinge directamente el sensor, provocando una elevación rápida en la indicación de la temperatura medida y, muchas veces, accionando sin necesidad el compresor.

F25 - Tiempo para bloqueo de teclas

Este parámetro habilitará o no el recurso de bloqueo de teclas.

5. OPERACIÓN

5.1 - Visualización de los parámetros

- Presione simultáneamente las teclas  y  por 2 segundos hasta que aparezca **Fun**, soltando en seguida. Luego aparecerá **F01**.
- Utilice las teclas  y  para acceder a la función deseada.
- Después de seleccionar la función, presione  (toque corto) para visualizar el valor configurado para esta función.
- Presione nuevamente  (toque corto) para volver al menú de funciones.
- Para salir del menú y volver a la operación normal (indicación de la temperatura), presione  (toque largo) hasta que aparezca **---**.

5.2 - Alteración de los parámetros

- Accede a la función **F01** presionando simultáneamente las teclas  y  por 2 segundos hasta que aparezca **Fun**, soltando en seguida. Luego aparecerá **F01** y entonces presione  (toque corto).
- Utilice las teclas  y  para generar el código de acceso y, cuando esté listo, presione  para entrar.
- Seleccione la función deseada y visualice el valor configurado, siguiendo opciones "5.1-b" y "5.1-c".
- Utilice las teclas  y  para alterar el valor y, cuando esté listo, presione  para grabar el valor configurado y volver al menú de funciones.
- Para salir del menú y volver a la operación normal (indicación de la temperatura). Presione  (toque largo) hasta que aparezca **---**.

5.3 - Etapa del proceso, tiempo transcurrido y temperatura en el Evaporador (S2)

Presionando la tecla  aparecerá la etapa en que el proceso se encuentra, el tiempo (en minutos) ya transcurrido en esta etapa y la temperatura en el evaporador (S2).

En caso de sensor desconectado o temperatura fuera del rango especificado, aparecerá **Err**.

Etapas del proceso:

- dEL** Delay inicial (retardo en la partida del instrumento)
- FRn** Fan-delay (atraso para retorno del forzador)
- rEF** Refrigeración
- dEF** Deshielo
- drE** Drenaje

5.8 - Selección de la unidad (C° / F°)

Para definir la unidad con que el instrumento operará, acceda a función "F01" con el código de acceso "231" y confirme en la tecla **ENTR**. Presione la tecla **▲** y aparecerá la indicación **Unit**. Presione **ENTR** para elegir entre **C°** y **F°** confirme. Después de seleccionar la unidad aparecerá **FAC** y el instrumento volverá a la función "F01". Cada vez que la unidad sea alterada, los parámetros deben ser reconfigurados, ya que ellos asumen los valores "estandar".

5.9 - Bloqueo de teclas

Por motivos de seguridad este controlador proporciona la función de bloqueo de teclas. Con esta funcionalidad habilitada el setpoint y los demás parámetros están protegidos contra alteraciones indebidas.

Con el bloqueo del controlador el usuario podrá apenas visualizar el setpoint y los parámetros. En esta condición, al intentar alterar estos valores será exhibido el mensaje **LOC** en el display.

Para efectuar el bloqueo de las teclas es necesario, primeramente, que el parámetro "F25 - Tiempo para bloqueo de teclas" esté configurado con el valor diferente de "14 - No" (de 15 hasta 60 segundos). Si F25 estuviere programada como "No" el bloqueo de teclas no será permitido.

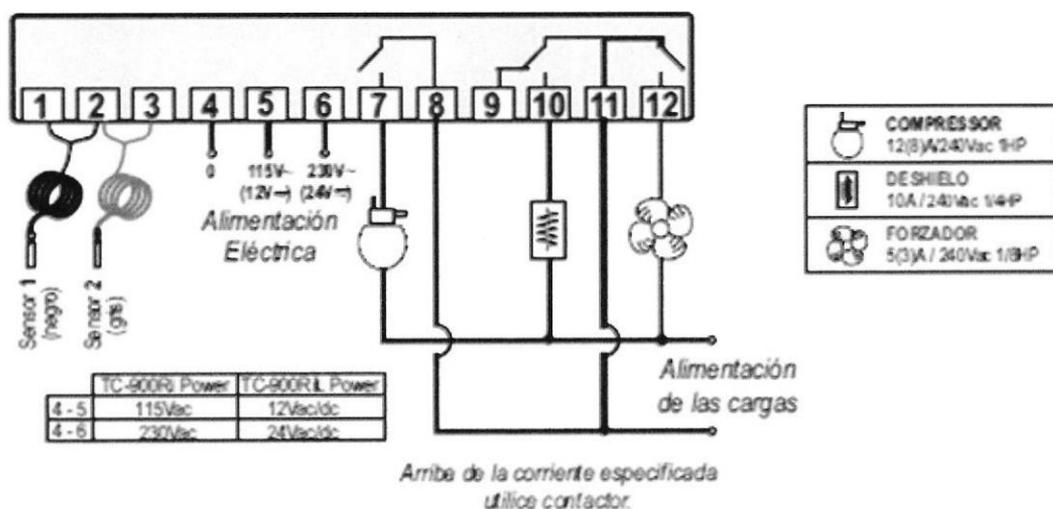
Para bloquear presione la tecla **▼** durante el tiempo programado en la función F25.

El controlador exhibirá el mensaje **LOC + On**.

Para desbloquear, apague el controlador y vuelva a conectarlo con la tecla **▼** presionada.

Mantenga la tecla presionada durante 10 segundos hasta que el mensaje **LOC + OFF** sea exhibido en el display.

6. CONEXIONES ELÉCTRICAS



- El sensor S1 debe quedar en el ambiente (negro).
- El sensor S2 debe quedar fijado en el evaporador a través de abrazadera metálica (gris).

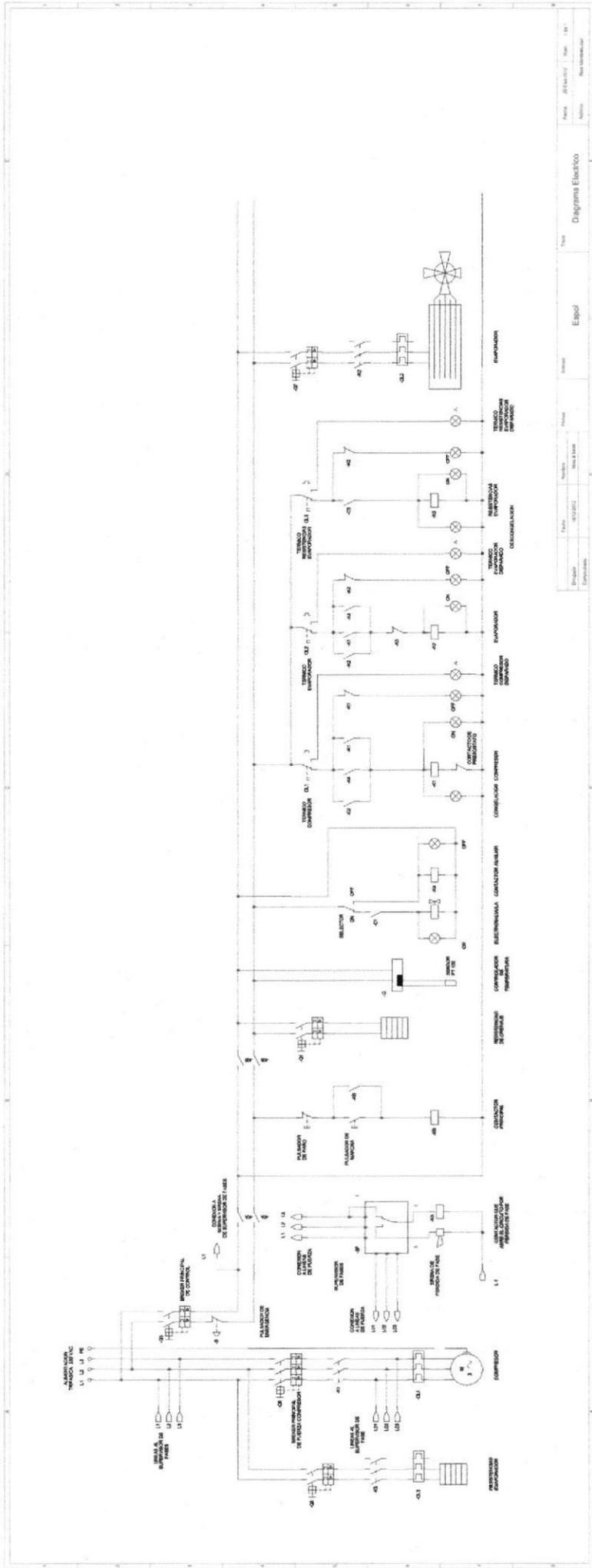
Pt 100
ohms

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-190	22.78	22.35	21.93	21.50	21.08	20.66	20.23	19.81	19.38	18.96
-180	27.01	26.59	26.17	25.74	25.32	24.90	24.47	24.05	23.63	23.20
-170	31.24	30.81	30.39	29.97	29.55	29.13	28.70	28.28	27.86	27.44
-160	35.45	35.03	34.61	34.19	33.77	33.34	32.92	32.50	32.08	31.66
-150	39.65	39.23	38.81	38.39	37.97	37.55	37.13	36.71	36.29	35.87
-140	43.78	43.37	42.96	42.54	42.13	41.72	41.30	40.89	40.48	40.06
-130	47.90	47.49	47.08	46.67	46.26	45.85	45.43	45.02	44.61	44.20
-120	52.01	51.60	51.19	50.78	50.37	49.96	49.55	49.14	48.73	48.32
-110	56.11	55.70	55.29	54.88	54.48	54.07	53.66	53.25	52.84	52.43
-100	60.20	59.79	59.38	58.98	58.57	58.16	57.75	57.34	56.93	56.52
-90	64.23	63.83	63.43	63.02	62.62	62.22	61.81	61.41	61.01	60.60
-80	68.25	67.85	67.45	67.05	66.65	66.25	65.84	65.44	65.04	64.64
-70	72.26	71.86	71.46	71.06	70.66	70.26	69.86	69.46	69.06	68.66
-60	76.26	75.86	75.46	75.06	74.67	74.27	73.87	73.47	73.07	72.67
-50	80.25	79.85	79.45	79.06	78.66	78.26	77.86	77.46	77.06	76.66
-40	84.22	83.83	83.43	83.03	82.64	82.24	81.84	81.44	81.05	80.65
-30	88.18	87.79	87.39	87.00	86.60	86.21	85.81	85.41	85.02	84.62
-20	92.13	91.74	91.35	90.95	90.56	90.16	89.77	89.37	88.98	88.58
-10	96.07	95.68	95.29	94.89	94.50	94.11	93.71	93.32	92.92	92.53
0	100.00	99.61	99.22	98.82	98.43	98.04	97.65	97.25	96.86	96.47
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.41
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.74	110.12	110.51	110.90	111.29
30	111.67	112.06	112.45	112.84	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.16
40	115.54	115.93	116.32	116.70	117.09	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.48	122.86
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70	127.07	127.46	127.84	128.22	128.60	128.99	129.37	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12
100	138.50	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.67	143.04	143.42	143.80	144.18	144.55	144.93	145.31	145.69
120	146.06	146.44	146.82	147.19	147.57	147.95	148.32	148.70	149.07	149.45
130	149.83	150.20	150.58	150.95	151.33	151.70	152.08	152.45	152.83	153.20
140	153.58	153.95	154.33	154.70	155.08	155.45	155.83	156.20	156.57	156.95
150	157.32	157.69	158.07	158.44	158.81	159.19	159.56	159.93	160.30	160.68
160	161.05	161.42	161.79	162.16	162.53	162.91	163.28	163.65	164.02	164.39
170	164.76	165.13	165.50	165.88	166.25	166.62	166.99	167.36	167.73	168.10
180	168.47	168.84	169.21	169.58	169.95	170.31	170.68	171.05	171.42	171.79
190	172.16	172.53	172.90	173.26	173.63	174.00	174.37	174.74	175.10	175.47
200	175.84	176.21	176.58	176.94	177.31	177.68	178.04	178.41	178.78	179.14
210	179.51	179.88	180.24	180.61	180.98	181.34	181.71	182.07	182.44	182.81
220	183.17	183.54	183.90	184.27	184.63	185.00	185.36	185.73	186.09	186.45
230	186.82	187.18	187.55	187.91	188.27	188.64	189.00	189.37	189.73	190.09
240	190.46	190.82	191.18	191.54	191.91	192.27	192.63	192.99	193.36	193.72
250	194.08	194.44	194.80	195.17	195.53	195.89	196.25	196.61	196.97	197.33
260	197.69	198.05	198.41	198.77	199.14	199.50	199.86	200.22	200.58	200.94
270	201.29	201.65	202.01	202.37	202.73	203.09	203.45	203.81	204.17	204.53
280	204.88	205.24	205.60	205.96	206.32	206.68	207.03	207.39	207.75	208.11
290	208.46	208.82	209.18	209.53	209.89	210.25	210.60	210.96	211.32	211.67
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	212.03	212.39	212.74	213.10	213.45	213.81	214.16	214.52	214.88	215.23
310	215.59	215.94	216.29	216.65	217.00	217.36	217.71	218.07	218.42	218.77
320	219.13	219.48	219.84	220.19	220.54	220.90	221.25	221.60	221.96	222.31
330	222.66	223.01	223.37	223.72	224.07	224.42	224.77	225.13	225.48	225.83
340	226.18	226.53	226.88	227.24	227.59	227.94	228.29	228.64	228.99	229.34
350	229.69	230.04	230.39	230.74	231.09	231.44	231.79	232.14	232.49	232.84
360	233.19	233.54	233.89	234.23	234.58	234.93	235.28	235.63	235.98	236.32
370	236.67	237.02	237.37	237.72	238.06	238.41	238.76	239.11	239.45	239.80
380	240.15	240.49	240.84	241.19	241.53	241.88	242.23	242.57	242.92	243.26
390	243.61	243.95	244.30	244.65	244.99	245.34	245.68	246.03	246.37	246.72
400	247.06	247.40	247.75	248.09	248.44	248.78	249.12	249.47	249.81	250.16
410	250.50	250.84	251.19	251.53	251.87	252.21	252.56	252.90	253.24	253.58
420	253.93	254.27	254.61	254.95	255.29	255.64	255.98	256.32	256.66	257.00
430	257.34	257.68	258.02	258.37	258.71	259.05	259.39	259.73	260.07	260.41
440	260.75	261.09	261.43	261.77	262.11	262.45	262.78	263.12	263.46	263.80
450	264.14	264.48	264.82	265.16	265.49	265.83	266.17	266.51	266.85	267.18
460	267.52	267.86	268.20	268.53	268.87	269.21	269.54	269.88	270.22	270.55
470	270.89	271.23	271.56	271.90	272.24	272.57	272.91	273.24	273.58	273.91
480	274.25	274.58	274.92	275.25	275.59	275.92	276.26	276.59	276.93	277.26
490	277.60	277.93	278.26	278.60	278.93	279.26	279.60	279.93	280.26	280.60
500	280.93	281.26	281.60	281.93	282.26	282.59	282.93	283.26	283.59	283.92
510	284.25	284.58	284.92	285.25	285.58	285.91	286.24	286.57	286.90	287.23
520	287.56	287.90	288.23	288.56	288.89	289.22	289.55	289.88	290.21	290.54
530	290.86	291.19	291.52	291.85	292.18	292.51	292.84	293.17	293.50	293.82
540	294.15	294.48	294.81	295.14	295.47	295.79	296.12	296.45	296.78	297.10
550	297.43	297.76	298.08	298.41	298.74	299.07	299.39	299.72	300.04	300.37
560	300.70	301.02	301.35	301.68	302.00	302.33	302.65	302.98	303.30	303.63
570	303.95	304.28	304.60	304.93	305.25	305.58	305.90	306.22	306.55	306.87
580	307.20	307.52	307.84	308.17	308.49	308.81	309.14	309.46	309.78	310.11
590	310.43	310.75	311.07	311.40	311.72	312.04	312.36	312.68	313.01	313.33
600	313.65	313.97	314.29	314.61	314.93	315.26	315.58	315.90	316.22	316.54
610	316.86	317.18	317.50	317.82	318.14	318.46	318.78	319.10	319.41	319.73
620	320.05	320.37	320.69	321.01	321.33	321.65	321.96	322.28	322.60	322.92
630	323.24	323.55	323.87	324.19	324.51	324.82	325.14	325.46	325.78	326.09
640	326.41	326.73	327.04	327.36	327.67	327.99	328.31	328.62	328.94	329.25
650	329.57	329.89	330.20	330.52	330.83	331.15	331.46	331.78	332.09	332.41
660	332.72	333.04	333.35	333.66	333.98	334.29	334.61	334.92	335.23	335.55
670	335.86	336.17	336.49	336.80	337.11	337.43	337.74	338.05	338.36	338.68
680	338.99	339.30	339.61	339.92	340.24	340.55	340.86	341.17	341.48	341.79
690	342.11	342.42	342.73	343.04	343.35	343.66	343.97	344.28	344.59	344.90
700	345.21	345.52	345.83	346.14	346.45	346.76	347.07	347.38	347.68	347.99
710	348.30	348.61	348.92	349.23	349.53	349.84	350.15	350.46	350.77	351.07
720	351.38	351.69	352.00	352.30	352.61	352.92	353.22	353.53	353.84	354.14
730	354.45	354.75	355.06	355.37	355.67	355.98	356.28	356.59	356.89	357.20
740	357.51	357.81	358.12	358.42	358.72	359.03	359.33	359.64	359.94	360.25
750	360.55	360.85	361.16	361.46	361.77	362.07	362.37	362.68	362.98	363.28
760	363.59	363.89	364.19	364.49	364.80	365.10	365.40	365.70	366.01	366.31
770	366.61	366.91	367.21	367.51	367.81	368.12	368.42	368.72	369.02	369.32
780	369.62	369.92	370.22	370.52	370.82	371.12	371.42	371.72	372.02	372.32
790	372.62	372.92	373.22	373.52	373.82	374.12	374.42	374.71	375.01	375.31
800	375.61	375.91	376.21	376.50	376.80	377.10	377.40	377.70	377.99	378.29
810	378.59	378.88	379.18	379.48	379.77	380.07	380.37	380.66	380.96	381.26
820	381.55	381.85	382.14	382.44	382.74	383.03	383.33	383.62	383.92	384.21
830	384.51	384.80	385.10	385.39	385.69	385.98	386.27	386.57	386.86	387.16
840	387.45	387.74	388.04	388.33	388.62	388.92	389.21	389.50	389.79	390.09
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9



BIBLIOTECA DE ESCUELAS ZOOLOGICAS



Proyecto	01/2012	Fecha	25/01/12	Hoja	1 de 1
Descripción	Instalación	Autores			
Título		Diagrama Eléctrico			
Ejemplar					