

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Diseño de un sistema automatizado para una máquina fabricadora de hielo de capacidad de 4000 libras diarias con alimentación de 220 volts C.A. para la empresa “Frío Extremo S.A.” de la ciudad de Guayaquil

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:
Ingeniero en electrónica y automatización

Presentado por:
Quimis Rivera Lenin Alejandro
Chavez Angulo Alex Edward

Guayaquil, Ecuador

2022

DEDICATORIA I

A Dios.

A mi familia, a los que partieron y los que siguen acá. A todos los llevo en mi corazón.

A mis amigos.

A mis profesores.

A todas las personas que confiaron en mí incondicionalmente.

Alejandro Quimis

A Dios y a mi hermano que me ayudan desde el cielo.

Le dedico este trabajo a las dos personas más importantes de mi vida, mi esposa Genesis y mi madre Isabel. Gracias al apoyo incondicional que me brindan he superado muchos obstáculos.

Alex Chavez

AGRADECIMIENTOS

“Quien me ofrece su gratitud, me honra; al que enmiende su conducta le mostraré mi salvación.” (Salmo 50:23)

Gracias a mis padres que a pesar de mis errores no me juzgaron; más bien, me inculcaron a no bajar los brazos nunca.

Nada de esto hubiera sido posible sin ustedes.

Gracias a Dios por ponerlos aquí.

Alejandro Quimis

Gracias a mis hijos por ser mi fuente de energía.

Gracias a todas las personas que han contribuido para este logro y un reconocimiento a la Sra. Maritza quien ha sido una persona fundamental en este proceso.

Un agradecimiento especial a mi compañero de tesis Alejandro quien siempre estuvo ahí apoyándome y entendiéndome.


Alex Chavez

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Quimis Rivera Lenin Alejandro* y *Chavez Angulo Alex Edwuard* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Quimis Rivera Lenin Alejandro



Chavez Angulo Alex Edwuard

EVALUADORES

MSc. Dennys Dick Cortez Alvarez

PROFESOR DE LA MATERIA



MSc. Damián Alberto Larco Gómez

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto presenta el diseño e implementación de un sistema automatizado para una máquina de hielo en escamas de la ciudad de Guayaquil con el objetivo de brindar una solución eficiente y que cuente con protecciones para salvaguardar la vida útil de los equipos que la integran.

Para el mismo se realizó un levantamiento del control con el que contaba la máquina, un nuevo dimensionamiento de protecciones y accionamientos acorde a normativas como el Código Eléctrico Nacional y el Código Eléctrico Ecuatoriano.

La automatización del sistema se realizó a través de un controlador de módulo lógico que selecciona el tiempo de congelamiento de acuerdo con la temperatura a la que ingresa el agua, conexión a una nube mediante internet, una pantalla como interfaz de control para el usuario y un sistema de alarmas que notifica al usuario en caso de suceder un evento de falla.

Finalmente, se determinó que para condiciones de temperaturas iguales o menores a 16°C el nuevo sistema de control podría producir aproximadamente 757 libras diarias más que con el sistema con el que contaba la empresa. El nuevo sistema representa un aumento del costo en un 6.54% que considerando el costo de la máquina no es muy significativo con respecto a los beneficios que se obtienen con el mismo.

Palabras Clave: Máquina de hielo en escamas, sistema automatizado, diseño, implementación.

ABSTRACT

This project presents the design and implementation of an automated system for a flake ice machine in the city of Guayaquil with the aim of providing an efficient solution that has protections to safeguard the useful life of the equipment that integrates it.

For the same, a survey of the control that the machine had was carried out, a new dimensioning of protections and drives according to regulations such as the National Electrical Code and the Ecuadorian Electrical Code.

The automation of the system was carried out through a logic module controller that selects the freezing time according to the temperature at which the water enters, connection to a cloud through the internet, a screen as a control interface for the user and a alarm system that notifies the user in the event of a failure event.

Finally, it was determined that for conditions of temperatures equal to or less than 16°C the new control system could produce approximately 790 pounds per day more than the system that the company had. The new system represents a cost increase of 6.54%, which, considering the cost of the machine, is not very significant with respect to the benefits obtained with it.

Keywords: Flake ice machine, automated system, design, implementation.

ÍNDICE

EVALUADORES	5
RESUMEN	6
<i>ABSTRACT</i>	7
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1 Descripción del problema.....	17
1.2 Justificación del problema.....	18
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 MARCO TEÓRICO.....	20
1.4.1 Conceptos fundamentales.....	20
1.4.2 Ciclo de refrigeración.....	21
1.4.3 Principales componentes de un sistema de refrigeración.....	22
1.4.4 Materiales y equipos eléctricos de control	27
2. Metodología	35
2.1 Descripción de equipos:	37
2.1.1 Compresor	37
2.1.2 Motor eléctrico para la trituradora	38
2.1.3 Motor eléctrico para bomba de agua.....	39

2.1.4	Ventilador axial 1500 RPM.....	39
2.1.5	Bobina para válvula.....	40
2.2	Equipos de control y protección eléctrica	41
2.2.1	Interruptores termomagnéticos.....	42
2.2.2	Contactores.....	45
2.2.3	Relé de sobrecarga térmica	45
2.2.4	Ampacidad de los conductores.....	46
2.2.5	Resumen de los equipos de protección	47
2.3	Mediciones de Temperaturas vs Tiempo de Congelamiento	48
2.4	Diseño del tablero eléctrico.....	51
2.4.1	Equipos para el tablero eléctrico	54
2.5	Equipos de control.....	57
2.5.1	Topología de red.....	57
2.5.2	Programación	57
3.	Resultados y Análisis.....	69
3.1	Análisis de Costos	69
4.	Conclusiones y recomendaciones	81
4.1	Conclusiones	81
4.2	Recomendaciones.....	82
5.	REFERENCIAS.....	84

APÉNDICES.....	88
6. APÉNDICE A – EVIDENCIAS DEL TABLERO IMPLEMENTADO.....	88
7. APÉNDICE B – MANUAL DE USUARIO Y MANUAL DE SERVICIO	90
Pantalla 4.- KPI.....	96
Pantalla 4.1.- KPI B	97
Pantalla 5.- Configuración de pantalla.....	98
8. Pantalla 6.- MTTO (Mantenimiento).....	99
Pantalla 6.1.- MTTO A (Registro de alarmas)	100
Pantalla 6.2.- MTTO (Recolección de Gas).....	101
Pantalla 6.3.- MTTO (Ajuste de presiones)	101
8. APÉNDICE C – ESTIMACIÓN DE COSTOS AWS.....	104
9. APÉNDICE D – PROYECTO LOGO SOFT COMFORT	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos Característicos del Compresor Utilizado en la Máquina de Hielo [23]...	37
Tabla 2. Datos Característicos del Motor Eléctrico de la Trituradora	38
Tabla 3. Datos Característicos del Motor Eléctrico de la Bomba de Agua	39
Tabla 4. Datos Característicos de Ventilador Axial.....	40
Tabla 5. Datos Característicos de la bobina para válvula	40
Tabla 6. Listado de Equipos de Protección vs Equipos Eléctricos de la Máquina	41
Tabla 7. Sumario de Bobinas de Contactores y Válvulas	42
Tabla 8. Cálculos para Capacidad de los Interruptores Termomagnéticos.....	43
Tabla 9. Listado de Interruptores Termomagnéticos para Protección de los Actuadores del Sistema.....	44
Tabla 10. Listado de Contactores de los Actuadores del Sistema	45
Tabla 11. Listado de los Relé de Sobrecarga Térmica Utilizados en el Sistema.....	46
Tabla 12. Listado de Ampacidad de los Conductores Utilizados en el Sistema.....	47
Tabla 13. Resumen de los Equipos de Protección	47
Tabla 14. Datos Recolectados Para el Comparativo entre Temperatura al Ingreso del Agua y el Tiempo de Congelamiento.	48
Tabla 16. Equipos para el tablero eléctrico.....	56
Tabla 17. Lista de Materiales (BOM)	74
Tabla 18. Retorno de la Inversión del Tablero Tradicional	78
Tabla 19. Retorno de la Inversión del Tablero Automatizado.....	79
Tabla 20. Periodo de ROI Aproximado por la Implementación del Nuevo Tablero	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Refrigeración [5].....	22
Figura 2. Indicadores Ambientales de los Refrigerantes más usados [7]	24
Figura 3. Compresor Tipo Scroll [10]	26
Figura 4. Comparativa de Circuito con Relés y Temporizadores vs LOGO! [15]	28
Figura 5. Simbología de Designación de Bobinas de Contactor [18].....	30
Figura 6. Símbolo del Relé de Sobrecarga Térmica [17]	32
Figura 7. Sensor de Nivel Tipo Boya [20].....	32
Figura 8. Diagrama del Circuito de Control Obtenido Mediante Levantamiento	35
Figura 9. Diagrama del Circuito de Fuerza Obtenido Mediante Levantamiento.....	36
Figura 10. Simbología de los Diagramas Circuitales de Control y Fuerza.....	36
Figura 11. Compresor Tipo Scroll Marca Panasonic [23]	37
Figura 12. Placa de Datos del Motor de la Trituradora	38
Figura 13. Motor Eléctrico de la Trituradora.....	38
Figura 14. Guía de Selectividad de Cable Para Bomba.....	39
Figura 15. Bomba Periférica.....	39
Figura 16. Placa de Datos Característicos del Ventilador	40
Figura 17. Ventilador Axial.....	40
Figura 18. Placa de Datos de la Bobina Para Válvula	40
Figura 19. Bobina Para Válvula.....	40
Figura 20. Dimensiones Generales y de Montaje del Interruptor Termomagnético [24] 44	44
Figura 21. Interruptor Termomagnético	44

Figura 22. Grafico Tiempo de congelamiento(s) vs Temperatura de ingreso del agua(°C)	49
.....	
Figura 23. Diagrama de Mollier del gas refrigerante R-507.....	50
Figura 24. Diseño y Distribución del Tablero Eléctrico Vista Exterior	51
Figura 25. Diseño y Distribución Interna del Tablero Eléctrico.....	52
Figura 26. Esquemático de Tablero Eléctrico con Motores Eléctricos de la Máquina de Hielo.....	53
Figura 27. Esquemático de la Topología de red	57
Figura 28. Diseño de Pantallas Dentro del Programa VT Designer	58
Figura 29. Programa Cargado en el Controlador LOGO mediante LOGO SOFT COMFORT	59
Figura 30. Programación de Alarmas Dentro del Sistema.....	60
Figura 31. Programación de Condiciones de Marcha y Paro	61
Figura 32. Programación de Recolección de Gas Refrigerante	61
Figura 33. Programación que Permite Ingresar el Límite de Presiones.....	62
Figura 34. Programación Para el Control de Actuadores	63
Figura 35. Programa que Cuenta los Ciclos de Operación de la Máquina	64
Figura 36. Programa que Compara la Temperatura Censada con los Rangos Establecidos	65
.....	
Figura 37. Página web Desarrollada con LOGO WEB EDITOR.....	66
Figura 38. Usuario Creado Dentro de AWS	67
Figura 39. Políticas de Permisos Dentro de AWS	67
Figura 40. Configuración de Conexión a la Nube Dentro de LOGO Soft Comfort	68

Figura 41. Configuración de Señales para Transmitir por la Nube	68
Figura 42. Cálculo de Gastos Mensuales Para el ROI.....	80

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NEC	National Electrical Code
NFPA	National Fire Protection Association
HMI	Interfaz Hombre-Maquina
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
DC	Corriente Directa
AC	Corriente Alterna
GWP	Potencial de calentamiento global (Global Warming Potential)
ASHRAE	Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado
ISO	Organización Internacional de Normalización
PAO	Potencial Agotador de Ozono, en inglés ODP
PCA	Potencial de Calentamiento Atmosférico

SIMBOLOGÍA

psi	Libra de fuerza por pulgada cuadrada (Pound-force per-Square Inch)
A	Amperio
V	Tensión eléctrica o voltaje
mm	Milímetro
Cu	Cobre
C°	Grados Celcius
rpm	Revoluciones por minuto
W	Vatios (Watts)
m	Metro
Hz	Hercio
hp	Caballo de fuerza (horsepower)
BTU	Unidad térmica británica (British Thermal Unit)
THHN	Thermoplastic High Heat Nylon

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En el cantón Guayaquil de la provincia del Guayas-Ecuador, el hielo tipo escamas es la principal materia prima del sector acuícola para la conservación de sus productos. El crecimiento en la demanda de hielo en escamas de estas industrias y la insuficiencia de empresas fabricantes de hielo en Guayaquil desabastecen a los pequeños consumidores tales como avícolas, camales, entre otros. La empresa “FRÍO EXTREMO” se dedica al diseño y construcción de máquinas fabricantes de hielo tipo escamas de varias capacidades y de alimentación tanto monofásica como trifásica.

La finalidad de este proyecto además de ser comercial tiene un enfoque social ya que tratara de suplir las necesidades de los pequeños consumidores, optimizando el control a un bajo costo de una máquina de hielo tipo escamas de 4000 libras de producción diaria energizada a través de la red de distribución eléctrica monofásica pública.

La máquina estará comandada por un tablero de control automatizado para optimizar los procesos y contará con protecciones para eventuales fallas.

1.1 Descripción del problema

El problema surge en el tablero de control, el cual cuenta con un circuito constituido por lógica cableada; varios procesos no están automatizados y no cuenta con protecciones para los actuadores ni señales de alarma que permitan conocer el estado del proceso de producción, esto puede afectar la vida útil de la máquina o generar paros en la producción sin alertar al operador generando pérdidas económicas. Lo antes descrito

acarrea reclamos por parte de los clientes de “FRÍO EXTREMO S.A.” sobre la confiabilidad de sus equipos, perjudicando también su imagen en el mercado.

1.2 Justificación del problema

La empresa frío extremo tiene más de 20 años en la refrigeración industrial construyendo máquinas de hielo dependiendo del requerimiento del cliente.

Las máquinas de hielo tienen una capacidad de producción que varía desde las 2000 hasta las 20000 libras diarias y están diseñadas para trabajar ininterrumpidamente. Para el diseño de máquinas de bajo consumo, es decir, de hasta 4000 libras diarias se utilizan equipos de alimentación monofásica (220 Vac), las cuales son adquiridas en mayor proporción por microempresas donde los clientes buscan equipos cuyas adecuaciones en las instalaciones sean lo más económicamente factibles; para demandas de producción mayores a las 4000 libras diarias se utilizan equipos de alimentación trifásica.

Para ambos casos el tablero de control que comanda su comportamiento es tradicional con lógica cableada de contactores, relés, presostatos, electroválvulas y temporizadores cíclicos, es decir, un sistema semiautomático. Esto requiere que un operador supervise el comportamiento de la máquina para ajustar tiempos, verificar paros, monitorizar pérdidas en las fases, valores de corriente y voltaje del/los compresores/es.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema automatizado para una maquina fabricadora de hielo tipo escamas de capacidad de 4 000 libras diarias y alimentación monofásica de la empresa frío extremo S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil con el fin de brindar una solución eficiente salvaguardando la vida útil de los equipos que la constituyen.

1.3.2 Objetivos específicos

- 1.3.2.1 Analizar el proceso de refrigeración y elaboración del código para el controlador mediante la observación del proceso y lectura del diagrama de control actual del tablero de control.
- 1.3.2.2 Analizar costos y selección de componentes eléctricos mediante cotizaciones a nivel nacional y en coordinación con la empresa “FRÍO EXTREMO S.A.”.
- 1.3.2.3 Diseñar la interfaz hombre-maquina (HMI) y visualización del prototipo mediante herramientas digitales de diseño.
- 1.3.2.4 Implementar en físico el proyecto para análisis de resultados a través de indicadores conocidos como KPI.
- 1.3.2.5 Reducir los tiempos de producción y mejorar los KPI de las empresas clientes utilizando lógica programable y mejorando la interfaz de usuario.

1.4 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detallan los mecanismos que integran un sistema de congelación para producción de hielo industrial en escamas, como también teoría de control industrial, conocimientos indispensables para la comprensión y realización del proyecto.

1.4.1 Conceptos fundamentales

1.4.1.1 Hielo: Es agua que ha sido convertida en estado sólido mediante un decrecimiento de temperatura. Cuando el agua ha sido purificada, entonces su conversión a hielo se efectúa a los cero (0 C°) grados Celsius con una presión de 1 atmósfera. [1]

1.4.1.2 Presión atmosférica: La presión que ejerce la atmósfera sobre cualquier objeto sumergido en ella. Los valores típicos a la altura del mar son 760 mmHg o 1013 mbar. [2]

1.4.1.3 Presión absoluta: La presión absoluta se refiere al valor de la presión en relación con el cero absoluto o el vacío. Este valor indica la presión total experimentada por un objeto o sistema.

Teniendo en cuenta el valor de presión indicado por el manómetro, el valor de presión absoluta es el valor de presión indicado en el manómetro más el valor de presión atmosférica correspondiente. [3]

1.4.1.4 Presión manométrica: La presión relativa o manométrica corresponde a un valor que se puede leer directamente de un manómetro o transmisor de presión. Suponen que la presión atmosférica en el punto de medición es cero. El valor

que se muestra en la pantalla o en el manómetro corresponde, por lo tanto, a la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica. [4]

1.4.2 Ciclo de refrigeración

Como se observa en la figura 1, el principio de funcionamiento de la refrigeración por compresión de vapor se puede dividir en cuatro operaciones de forma simplificada: evaporación, compresión, condensación y expansión. [5]

1.4.2.1 Evaporación. – En esta operación del ciclo de refrigeración el evaporador recibe al refrigerante a baja presión en estado parcialmente líquido y al entrar en contacto con el medio a enfriar, el refrigerante comienza a absorber el calor del medio, hierve y se evapora a lo largo del evaporador hasta sobrecalentarse. [5]

1.4.2.2 Compresión. – Cuando el refrigerante sale del evaporador como vapor sobrecalentado, se envía al compresor, que aspira el refrigerante para comprimirlo y aumentar su presión. Generalmente, el compresor es accionado por medios mecánicos como motores eléctricos acoplados al eje del compresor. [5]

1.4.2.3 Condensación. – El refrigerante a alta presión y sobrecalentado se envía al condensador donde puede liberar calor al exterior y volver a su estado líquido

en el proceso. La fuente de enfriamiento suele ser aire, pero algunos condensadores usan agua como medio de enfriamiento. [5]

1.4.2.4 Expansión. – El líquido a alta presión que sale del condensador se envía a un dispositivo de expansión conocido como válvula de expansión donde se reduce la presión y parte del líquido se vaporiza. En esta etapa, se tiene al refrigerante parcialmente líquido y está listo para empezar el ciclo de refrigeración nuevamente. [5] En este proceso se regula el ingreso de refrigerante al evaporador, es decir, se da paso al refrigerante de acuerdo con la temperatura deseada.

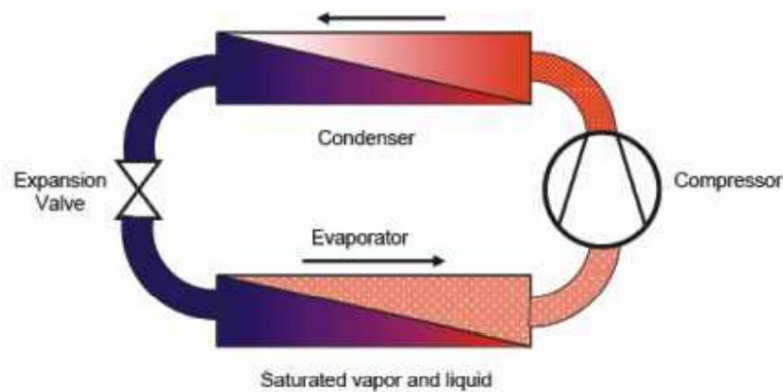


Figura 1. Ciclo de Refrigeración [5]

1.4.3 Principales componentes de un sistema de refrigeración

1.4.3.1 Refrigerante. - Un refrigerante es un líquido que puede transportar suficiente calor de un lugar a otro para desarrollar la transferencia de calor. Estos productos absorben el calor de un área y lo descargan en otra área,

generalmente a través de un evaporador y un acondicionador y un condensador, respectivamente. [5]

La elección del refrigerante a utilizar depende de muchos factores relacionados tanto con la eficiencia de la transferencia de calor como con el impacto ambiental potencial si se filtra a la atmósfera.

1.4.3.1.1 Clasificación

De acuerdo con su composición, los refrigerantes industriales se clasifican en inorgánicos y orgánicos.

- CFC: Los clorofluorocarbonos también conocidos como halocarbonos son refrigerantes totalmente halogenados, es decir, que no tienen hidrógeno, compuestos por cloro, flúor y carbono. Al ser sustancias de elevada toxicidad, actualmente su fabricación y uso se encuentran prohibidos porque libera átomos de cloro atacando la capa de ozono. [6]
- HCFC: Hidroclorofluorocarbonos, compuestos estables de átomos de cloro, flúor, hidrógeno y carbono. Aunque agota la capa de ozono, se introdujo temporalmente como sustituto de los CFC debido a que genera menos potenciales de agotamiento en la capa de ozono. [5]
- HFC: Las siglas HFC hace referencia a hidrofluorocarbonos, son compuestos sin cloro, sin potencial de agotamiento de la capa de ozono, pero con un alto potencial de calentamiento global, por lo que su futuro a largo plazo es incierto.

Estas sustancias se pueden utilizar en todas las aplicaciones de CFC y HCFC, lo que las convierte en una solución alternativa a las SAO (Sustancias que agotan la capa de ozono) a corto plazo. [5]

Nombre genérico	Vida media (años)	PAO	PCG
a. INORGÁNICOS			
Agua	-	0	0
Amoniaco	<1	0	0
Dióxido de carbono	120	0	1
b. ORGÁNICOS			
<i>HIDROCARBUROS</i>			
Etano (HC-170)	<1	0	3
Propano (HC-290)	<1	0	3
Isobutano (HC-600a)	<1	0	3
<i>CLOROFLUOROCARBONADOS</i>			
CFC-11	45	1	4750
CFC-12	100	1	10900
<i>HIDROCLOROFLUOROCARBONADOS</i>			
HCFC-22	11,8	0,055	1700
HCFC-123	1,4	0,06	93
HCFC-141b	9,2	0,11	630
<i>HIDROFLUOROCARBONADOS</i>			
HFC-134a	13,8	0	1430
HFC-32		0	675
HFC-236fa	220	0	9810
HFC-410A (50% R-125; 50% R-32)		0	2087.50
HFC-507 (50% R125; 50% R134a)		0	3985
HFC-407C (23% R32; 25% R125; 52% R134a)		0	1773.85
HFC-404A (44% R125, 4% R134a; 52% R143a)		0	3291.60
<i>HIDROFLUOROLEFINAS</i>			
HFO-1234yf		0	0
HFO-1234ze		0	0

Figura 2. Indicadores Ambientales de los Refrigerantes más usados [7]

1.4.3.1.2 Refrigerante R-507: Es una mezcla de refrigerantes azeótropos HFC que no agotan la capa de ozono y se utilizan en nuevas unidades de refrigeración de media y baja temperatura. También es un reemplazo indirecto de equipos que anteriormente funcionaban con el R-502 y sus reemplazos HCFC. Entre sus características principales se tiene que:

- No agota la capa de ozono, ODP = 0.

- Temperaturas de descargas inferiores el R-22 y R-502, lo que prolonga la vida útil del compresor.
- Se clasifica como A1, no inflamable y de baja toxicidad.

1.4.3.2 Compresor scroll. - Un compresor scroll consta de dos elementos en forma de espiral. Uno está estacionario y la otra gira en un círculo alrededor del centro del eje del motor. Las dos espirales son idénticas y están construidas con una diferencia de fase de 180° . Durante el movimiento, ambas espirales se encuentran en diferentes puntos, formando una serie independiente de bolsillos en cada posición del movimiento orbital.

Dado que estos bolsillos se vuelven progresivamente más pequeños hacia el centro, el proceso de compresión scroll se describe como un desplazamiento positivo que aumenta la presión de vapor del refrigerante y reduce el volumen interno de la cámara de compresión debido a la tensión mecánica. [8]

Con cada revolución sucesiva del motor, la masa de vapor inicial se desplaza hacia el centro mediante un movimiento de rotación, lo que reduce considerablemente su volumen a medida que se desplaza de una cavidad a otra. [9]



Entrada de refrigerante



Compresión de refrigerante



Descarga de refrigerante



Ciclo de compresión.

Figura 3. *Compresor Tipo Scroll [10]*

1.4.3.3 Condensador. - Es un intercambiador de calor, donde el calor liberado por compresión cede más calor al refrigerante recibido durante la etapa de evaporación. La capacidad de transferencia de calor del condensador depende de varios factores: [11]

- Superficie del condensador.
- Diferencia de temperatura entre el medio y el gas refrigerantes.
- La rapidez con la que el gas refrigerante recorre los tubos del condensador.
- La velocidad de flujo del medio de enfriamiento a través o sobre el condensador.
- El material de construcción del condensador.
- Qué tan limpia se encuentra la superficie de transferencia de calor.

1.4.3.4 Evaporador. - Un evaporador es un dispositivo instalado en el lado de baja presión de un sistema de refrigeración, donde el refrigerante líquido absorbe calor a medida que se convierte en vapor para que se pueda lograr la refrigeración. [12]

1.4.3.4.1 Expansión directa. – El refrigerante ingresa directamente al serpentín a través de la válvula de expansión y absorbe calor directamente

en la posición de refrigeración a través de la pared del serpentín del evaporador. Se utilizan principalmente en sistemas con temperaturas de funcionamiento superiores a 32°F. No se requiere refrigeración o congelación del producto. Se debe tener en cuenta la eficiencia, ya que se deben usar evaporadores con superficies de transferencia de calor más grandes. [13]

1.4.3.4.2 Factores que influyen en la capacidad de enfriar del evaporador

- Superficie o tamaño del evaporador.
- Selección adecuada del refrigerante que se evapora, pues debe ser compatible la temperatura del refrigerante y el medio refrigerado.
- Velocidad del gas en los tubos del evaporador.
- La velocidad y el flujo del medio a enfriar en relación con la superficie del evaporador.
- Material de elaboración del evaporador.
- Temperatura inicial del medio a enfriarse.

1.4.4 Materiales y equipos eléctricos de control

1.4.4.1 Controlador de módulo lógico. – También módulo lógico universal, permite que las máquinas dentro de una aplicación efectúen procesos sin intervención humana. Dichos módulos son principalmente utilizados por la industria donde instalaciones complejas operan con diferentes procesos automatizados.

Fueron diseñados para sustituir la antigua lógica de relés y contactores previos al surgimiento de los autómatas. Internamente cuenta con un registro

de funciones básicas y especiales que se pueden utilizar para implementar una serie de soluciones de automatización de baja dificultad. [14]

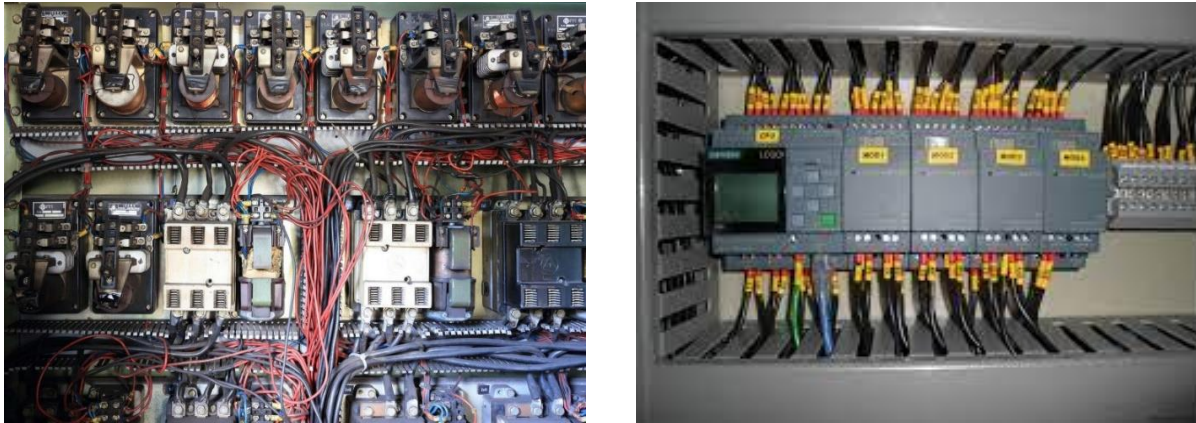


Figura 4. Comparativa de Circuito con Relés y Temporizadores vs LOGO! [15]

LOGO!. - Es el nombre comercial de un controlador de módulo lógico de la marca Siemens que integra:

- Control
- Panel de operador con pantalla retroiluminada
- Fuente de poder
- Interfaz para módulos de expansión
- Interfaz para tarjeta microSD
- Funciones estándar preconfiguradas, por ejemplo, retardo al encendido y retardo al apagado, relés de pulso y teclas programables.
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas, de acuerdo con el dispositivo.

LOGO! 8 adicionalmente integra los siguientes componentes:

- Interfaz de comunicación Ethernet.
- Terminal FE (Functional Earth, Tierra Funcional) para conectar a tierra.
- Un LED para indicar el estado de la comunicación Ethernet.

1.4.4.2 Interfaz Hombre-Maquina. - O por sus siglas en inglés (HMI) es la interfaz entre el proceso y los operarios debido a que es la encargada de visualizar comportamientos, monitoreo, control y supervisión de las variables de entrada y salida del proceso. Actualmente este elemento de la estructura de un automatismo es una ventana que se la puede visualizar en una pantalla táctil o en una computadora. [16]

1.4.4.3 Aparatos de protección:

Son todos los elementos destinados a proteger total o parcialmente un circuito eléctrico y desconectarlo de la línea de alimentación si algo falla en su funcionamiento, especialmente por sobrecargas o sobretensiones y cortocircuitos. Hay dispositivos diseñados para proteger los circuitos de cortocircuitos, sobrecargas u ambos.

Dentro de estos se tienen a los aparatos de protección automáticos, los más utilizados en control y automatización son los relés térmicos, los relés electromagnéticos y los relés termomagnéticos. Los disyuntores también pueden considerarse componentes de seguridad. [16]

1.4.4.3.1 Relé electromagnético. - Es un dispositivo que actúa como un interruptor de corriente, este dispositivo actúa eléctricamente aplicando

una diferencia de potencial en su bobina produciendo movimiento mecánico. La corriente que circula por este dispositivo es débil. [17]

1.4.4.3.2 Contactor. – Es un dispositivo que tiene el mismo principio que el relé electromagnético con la diferencia que este soporta mayor potencia. Según Arturo Pérez París, “El contactor está pensado para trabajar como interruptor automático, con corrientes y tensiones más elevadas.”

Las bobinas o devanados deben tener la misma designación de contactor a la que pertenecen. El principio y el final del devanado están claramente marcadas y grabadas. Por lo general se usan de la siguiente manera, aunque finalmente lo que influye es la intensidad de campo magnético y no el sentido de las líneas de fuerza, por lo que se pueden tomar entradas como salidas o viceversa para facilitar el montaje:

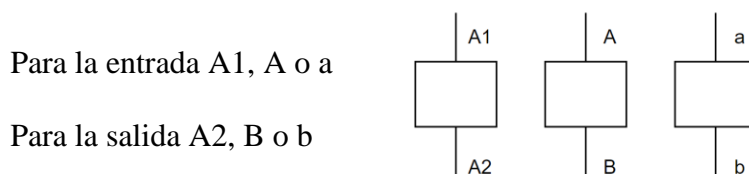


Figura 5. *Simbología de Designación de Bobinas de Contactor [18]*

Los contactos principales tienen como función interrumpir o establecer el circuito principal o de fuerza, estos deben estar correctamente dimensionados y calibrados para prevenir el deterioro.

Los contactos auxiliares tienen como función específica interrumpir o establecer el paso de corriente a los devanados de los contactores, elementos de señalización, pulsadores, entradas a controlador.

Por lo cual generalmente están dimensionados para bajas intensidades (en el orden de miliamperios). [19]

Se tienen dos clases de contactos auxiliares o contactos instantáneos:

- Normalmente abiertos: En su estado de reposo se encuentran abiertos y su función principal es cerrar un circuito al momento de energizar el devanado del contactor al que pertenecen. Un contactor puede tener múltiples contactos auxiliares abiertos o cerrados, pero al menos un contacto auxiliar normalmente abierto.
- Normalmente cerrados: En su estado de reposo se encuentran cerrados y su función principal es abrir un circuito al momento de energizar el devanado del contactor al que pertenecen. [19]

1.4.4.3.3 Relé de sobre sobrecarga térmica. - Es un dispositivo electromecánico que protege de manera fiable los motores eléctricos debido a una sobretensión y fallos de fase que generan sobrecalentamiento. Su principio de funcionamiento está basado en la deformación de bimetales sometidos a calor. No cuenta con contactos de potencia; cuando ocurre un aumento en la corriente del motor, este dispositivo actúa sobre los contactos auxiliares. Estos contactos

auxiliares dependen del circuito y desconectan la alimentación de un contactor por el cual circula la corriente.

El bimetálico que conforma al relé tiene memoria térmica, es decir, una vez que se haya activado, solo se reestablecerá la conexión cuando se haya enfriado. Esto permite que el motor se enfríe antes de poder volver a arrancar. [18]

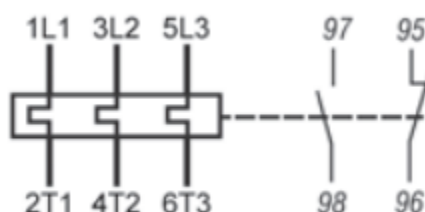


Figura 6. Símbolo del Relé de Sobrecarga Térmica [17]

1.4.4.3.4 Sensor de nivel tipo flotador. – Un sensor de nivel permite captar qué tanto líquido se encuentra almacenado en un recipiente. El sensor de nivel tipo flotador consta con una boya con un interruptor eléctrico con un contacto eléctrico normalmente abierto, dependiendo de la posición del flotador conmutará este contacto. [20]



Figura 7. Sensor de Nivel Tipo Boya [20]

1.4.4.3.5 Sensor de temperatura PT100. –Es un tipo específico de RTD que por sus siglas en inglés significa (Resistance Temperature Detector), cuyo principio de medición es la variación de la resistencia de un conductor en función de su temperatura.

Los sensores PT100 están compuestos por un alambre de platino encapsulado con una resistencia de 100 Ohm a 0°C que le da su nombre de PT100. Existen sensores de dos, tres y cuatro hilos de conexión. Además, estos sensores son muy utilizados para el censado de tanques de agua, acondicionadores de aire y monitoreo de procesos industriales. [21]

Entre las especificaciones técnicas más comunes se tienen:

- Rango de trabajo: -100°C hasta +400°C
- Conexión: 2,3,4 Hilos
- Longitud de cable: 1m
- Dimensiones: D5mm x L100mm
- Diámetro de la rosca: 8mm/0.31"
- Material de sonda: acero inox.
- Resistente al agua (la parte del sensor, no del cable).

1.4.4.3.6 Interruptor automático. - Estos interruptores tienen una fusión térmica y magnética que operan mediante un retardo en el tiempo para

valores de corriente no muy altos. Además, estos interruptores actúan para cortocircuitos dependiendo la curva de características de disparo.

La parte magnética que desconecta sirve como protección y está conformada por una bobina que actúa sobre un contacto móvil, este elemento puede rearmarse ya sea manual o eléctricamente. La estructura del desconectador está diseñada de tal forma que se dobla cuando este sufre un sobrecalentamiento causado por un exceso de corriente. [18]

1.4.4.4 Equipos eléctricos de refrigeración

1.4.4.4.1 Válvula solenoide. - Es un equipo electromecánico utilizado para controlar corrientes de fluidos. Esta válvula está compuesta por un émbolo en su interior que es levantado cuando su bobina es energizada. Estas válvulas pueden ser del tipo normalmente abierto (NO) o normalmente cerrado (NC).

1.4.4.4.2 Válvula de expansión termostática. - Estas válvulas están construidas para regular la inyección de refrigerante líquido a los evaporadores. En la parte superior de la válvula se encuentra el elemento termostático que controla dicha inyección en función del recalentamiento de la válvula.

Hay una gran variedad de válvulas de expansión termostáticas, estas dependen del refrigerante para el cual son construidas, por ejemplo: R22, R 404-A, R-717, pero todas ellas tienen un objetivo en común que es entregar la máxima eficiencia del evaporador con un sobrecalentamiento adecuado. [22]

CAPÍTULO 2

2. Metodología

Debido a lo mencionado en el capítulo 1, se realizó un levantamiento del control con el que contaban las máquinas de hasta 4000 libras de producción diaria como se puede observar en las figuras 8, 9 y 10, y se propuso como solución incluir mecanismos de protección por sobre corriente, pérdida de fase, niveles inadecuados de presión, nivel bajo para el depósito de agua y diseño un tablero automatizado manejado por un LOGO, una HMI y conectividad que permita conocer el estado del proceso de producción de manera remota. También la aplicación de indicadores claves de rendimiento (KPI: Key Performance Indicator) lo que permite tomar acciones mediante el sistema reconfigurable para mejorar la productividad de la máquina de hielo.

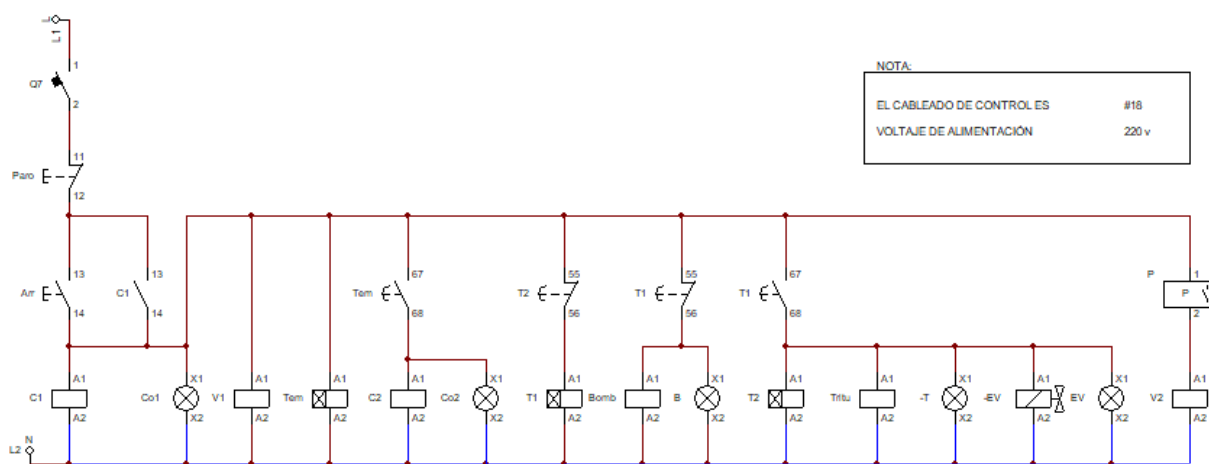


Figura 8. Diagrama del Circuito de Control Obtenido Mediante Levantamiento

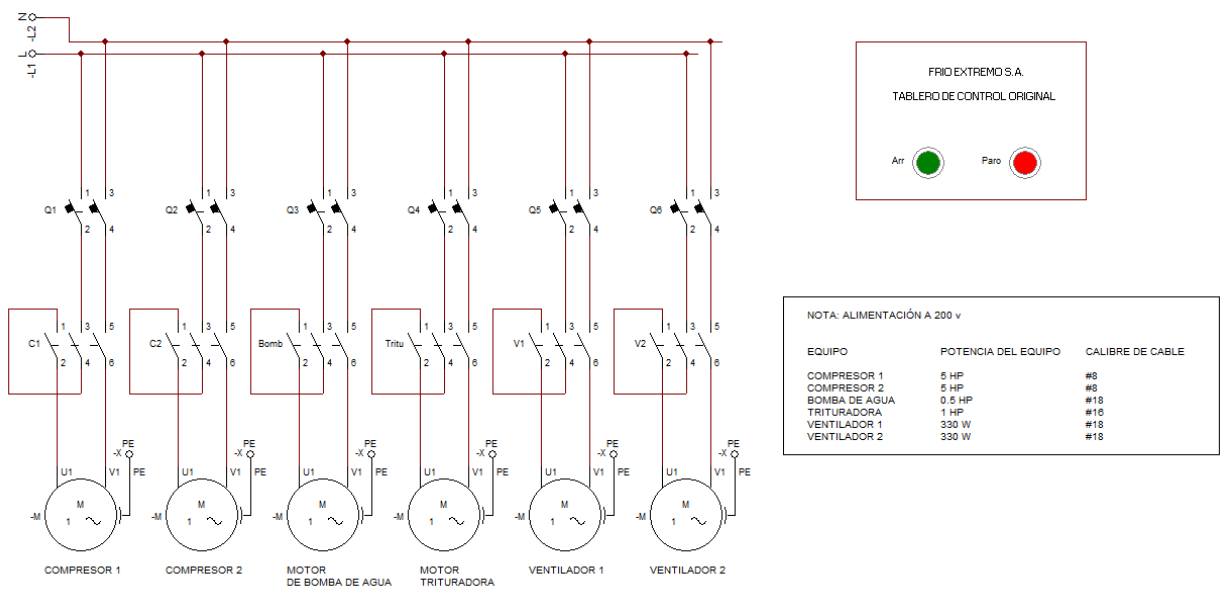


Figura 9. Diagrama del Circuito de Fuerza Obtenido Mediante Levantamiento

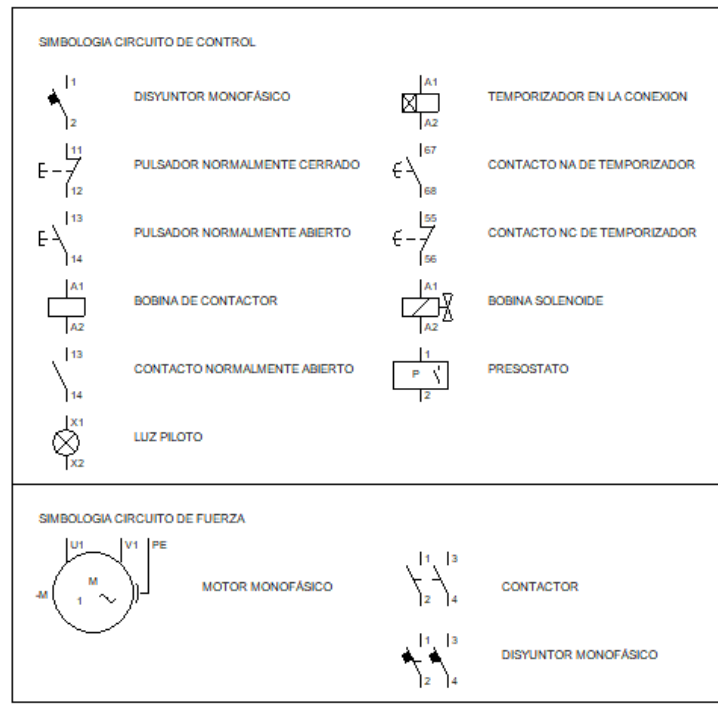


Figura 10. Simbología de los Diagramas Circuital de Control y Fuerza

2.1 Descripción de equipos:

A continuación, se detallan los equipos eléctricos que componen la maquina fabricadora de hielo para este proyecto:

2.1.1 Compresor

Compresor tipo scroll de 60,000 BTU/5HP con alimentación monofásica de la marca Panasonic. Sus características pueden observarse en la tabla 1.



Figura 11. *Compresor Tipo Scroll Marca Panasonic [23]*

Fase	Potencia de salida	Modelo	Método de arranque	Capacidad	Frecuencia de operación	Corriente nominal
	HP			kW	Hz	A
1	5	C-SBR180H16N	CSR	18.1	60	27.4

Tabla 1. *Datos Característicos del Compresor Utilizado en la Máquina de Hielo [23]*

2.1.2 Motor eléctrico para la trituradora

La trituradora consta con un motor eléctrico de la marca WEG de capacidad de 1 HP monofásica. En la tabla 2 se observan las especificaciones técnicas.

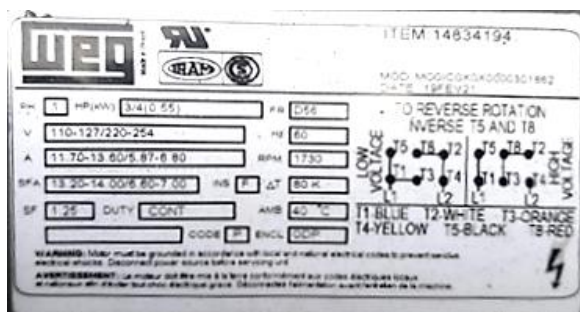


Figura 12. Placa de Datos del Motor de la Trituradora



Figura 13. Motor Eléctrico de la Trituradora

Datos	Especificaciones
Fabricante	WEG
Modelo	MOICOXOXODOO301862
HP(kW)	0.75(0.55)
Frecuencia	60 Hz
RPM	1730
Tensión Nominal	110-127/220-254
Corriente Nominal	11.70-13.60/5.87-6.80

Tabla 2. Datos Característicos del Motor Eléctrico de la Trituradora

2.1.3 Motor eléctrico para bomba de agua

Se observó una bomba periférica de agua. En la tabla 3 se observan las especificaciones técnicas.

Capacidad en Amperios		No. de conductores	Calibre de extensión	
Mayor de	Hasta		De 1,8 m hasta 15 m	Mayor de 15 m
0 A		3	18 AWG	16 AWG
10 A	10 A	3	16 AWG	14 AWG
13 A	13 A	3	14 AWG	12 AWG
15 A	15 A	3	8 AWG	6 AWG

Figura 14. Guía de Selectividad de Cable Para Bomba



Figura 15. Bomba Periférica

Datos	Especificaciones
Distribuidor	BP ECUADOR
Modelo	BP0102
Potencia	0.5 HP
Frecuencia	60 Hz
Tensión Nominal	110v/220v
Corriente Nominal	2.35 A
Velocidad	2850 rpm

Tabla 3. Datos Característicos del Motor Eléctrico de la Bomba de Agua

2.1.4 Ventilador axial 1500 RPM

La máquina cuenta con dos ventiladores axiales de 1500 rpm, adquirido de diferentes casas comerciales. En la tabla 4 se observan las especificaciones técnicas.



Figura 16. Placa de Datos Característicos del Ventilador



Figura 17. Ventilador Axial

Datos	Especificaciones
Fabricante	HANGZHOU WEIGUANG ELECTRONIC CO., LTD
Modelo	YWF 4E-450S
Potencia	330W
Frecuencia	50/60 Hz
Tensión Nominal	220v
Corriente Nominal	1.52 A
Velocidad	1500 rpm

Tabla 4. Datos Característicos de Ventilador Axial

2.1.5 Bobina para válvula



Figura 18. Placa de Datos de la Bobina Para Válvula



Figura 19. Bobina Para Válvula

Datos	Especificaciones
Fabricante	Danfoss
Modelo	018F6176
Potencia	10 W
Frecuencia	50/60 Hz
Tensión Nominal	220/230 V
Corriente Nominal	0.05 A
Grado de protección	IP20

Tabla 5. Datos Característicos de la bobina para válvula

2.2 Equipos de control y protección eléctrica

Como propuesta inicial se presentó al cliente la línea de equipos eléctricos de la marca SIEMENS porque este sigue rigurosos procesos de calidad basándose en normas internacionales como la UNE-EN ISO 900; sin embargo, el cliente tiene por preferencia equipos de la marca CHINT que siguen la norma UNE-EN IEC 60947-4-1, por lo que se acordó con el cliente utilizar equipos tanto de la marca SIEMENS como CHINT y RELPOL.

Para el dimensionamiento de los equipos de protección se utilizó como referencia a la norma técnica ecuatoriana basada en la comisión internacional de electrotécnica (IEC) en su artículo 947.

En la tabla 6 se detallan cuáles son los equipos que se utilizaron para la protección y accionamientos de los compresores, electroválvulas, motores de ventiladores, motor de bomba de agua y motor eléctrico para la trituradora.

	Interruptor termomagnético	Contactador	Relé térmico
Motor del Compresor	x	x	x
Motor eléctrico para la trituradora	x	x	x
Motor eléctrico para la bomba	x	x	x
Motor eléctrico del ventilador	x	x	x
Válvula solenoide		x	

Tabla 6. Listado de Equipos de Protección vs Equipos Eléctricos de la Máquina

2.2.1 Interruptores termomagnéticos

Para el dimensionamiento de los interruptores termomagnéticos de las bobinas se realizó un sumario mostrado en la tabla 7 donde se puede visualizar la cantidad de bobinas solenoides y cantidad de bobinas de los contactores con sus respectivas potencias.

Cant.	Descripción	Potencia [W]	Potencia total [W]	Voltaje [V]	Corriente [A]
2	Bobina para electroválvula	10	20	220	0.09
6	Bobina de contactores	2.4	14.4	220	0.0654

Tabla 7. Sumario de Bobinas de Contactores y Válvulas

Luego, se realizaron los cálculos de corriente de disyuntor para el resto de los actuadores del sistema, mostrado en la tabla 8 a continuación.

Equipo	Norma	Corriente Nominal	Factor	Capacidad del Interruptor Termomagnético
Motor del Compresor	Artículo 440 del Código Eléctrico Nacional (NEC)	27.4 [A]	1.75	47.95 [A]
Motor de la Bomba	Numeral 13.31 del Código Eléctrico del Ecuador (ECP)	2.35 [A]	1.75	4.11 [A]
Motor de la Trituradora	Numeral 13.31 del Código Eléctrico del Ecuador (ECP)	5.87 [A]	1.75	10.27 [A]
Motor del Ventilador	Numeral 13.31 del Código Eléctrico del Ecuador (ECP)	1.52 [A]	1.75	2.66 [A]
Bobinas de contactores y electroválvula	Numeral 13.31 del Código Eléctrico del Ecuador (ECP)	0.7106 [A]	1.75	1.24 [A]

Tabla 8. Cálculos para Capacidad de los Interruptores Termomagnéticos

Finalmente, en la tabla 9 se listaron la marca, modelo y corriente de los interruptores termomagnéticos seleccionados para el sistema.

Equipo	Corriente del Interruptor Termomagnético	Marca	Modelo
Motor del Compresor	50 [A]	CHINT	NB1-63
Motor de la Bomba	6 [A]	CHINT	NB1-63
Motor de la Trituradora	13 [A]	CHINT	NB1-63
Motor del Ventilador	3 [A]	CHINT	NB1-63
Bobinas de contactores y electroválvula	2 [A]	CHINT	NB1-63

Tabla 9. Listado de Interruptores Termomagnéticos para Protección de los Actuadores del Sistema

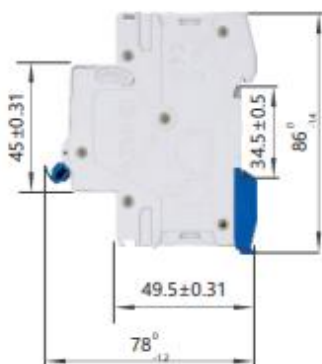


Figura 20. Dimensiones Generales y de Montaje del Interruptor Termomagnético [24]



Figura 21. Interruptor Termomagnético

2.2.2 Contactores

Para el dimensionamiento del contactor, se consideró la categoría de empleo que se detalla en la norma IEC 60947-4-1 “Contactores y arrancadores de motor, Contactores y arrancadores electromecánicos” y la potencia de los equipos utilizados. Todos los contactores se seleccionaron de marca CHINT, serie NC1

Equipo	Corriente Nominal del Equipo	Categoría del Contactor	Corriente Nominal de Contactor
Motor del Compresor	27.4 [A]	AC-8b	32 [A]
Motor de la Bomba	2.35 [A]	AC-3	9 [A]
Motor de la Trituradora	5.87 [A]	AC-3	9 [A]
Motor del Ventilador	1.52 [A]	AC-1	9 [A]
Contactador Para Válvula Solenoide	0.05 [A]	AC-1	9 [A]

Tabla 10. Listado de Contactores de los Actuadores del Sistema

2.2.3 Relé de sobrecarga térmica

El dimensionamiento de cada uno de los relés térmicos se tomó la corriente nominal del dato de placa y se multiplicó por el factor de protección dado por la norma norma NFPA 70 - NEC. A continuación, se presenta la tabla 11 donde se especifica la selección del relé de sobrecarga térmica, cabe mencionar que todos de marca CHINT.

Equipo	Artículo de la norma	Factor de Protección	Capacidad de disparo máxima del relé térmico	Modelo	Rango de Corriente
Motor del Compresor	440.52	1.40	38.36 [A]	NR2-36-36	28-36 [A]
Motor de la Bomba	430.226	1.15	2.70 [A]	NR2-25-4	2.5-4 [A]
Motor de la Trituradora	430.226	1.15	6.75[A]	NR2-25-8	5.5-8 [A]
Motor del Ventilador	430.226	1.15	1.75 [A]	NR2-25-2	1.25-2 [A]

Tabla 11. Listado de los Relé de Sobrecarga Térmica Utilizados en el Sistema

2.2.4 Ampacidad de los conductores

Para el dimensionamiento de los conductores se tomó como referencia la tabla 310-16 del NEC.

Equipo	Corriente Nominal del Equipo	Factor	Ampacidad del Conductor	Calibre del Conductor
Motor del Compresor	27.4 [A]	1.25	34.25 [A]	AWG #8
Motor de la Bomba	2.35 [A]	1.25	2.93 [A]	AWG #18
Motor de la Trituradora	5.87 [A]	1.25	7.3375 [A]	AWG #16

Motor del Ventilador	1.52 [A]	1.25	1.9 [A]	AWG #18
Contactador Para Válvula	0.05 [A]	1.25	0.0625 [A]	AWG #18
Solenoide y Control General				

Tabla 12. Listado de Ampacidad de los Conductores Utilizados en el Sistema

2.2.5 Resumen de los equipos de protección

	Interruptor termomagnético	Contactador Bobinas 220V	Relé térmico	Calibre del conductor AWG-THHN
Motor del compresor	50A	32A	28-36A	8
Motor de la trituradora	13A		5.5-8A	16
Motor de la bomba	6A		2.5-4A	18
Motor del ventilador	3A	9A	1.25-2A	18
Válvula solenoide			X	18
Circuito de control	2A		X	18

Tabla 13. Resumen de los Equipos de Protección

2.3 Mediciones de Temperaturas vs Tiempo de Congelamiento

Se contactó a un cliente que ya posee una máquina de hielo igual a la que la empresa Frío Extremo se encontraba construyendo para hacer mediciones comparativas entre la temperatura de ingreso del agua y el tiempo de congelamiento. Esto debido a que la empresa presentó retrasos en la construcción de la máquina. Para el registro presentado en la tabla 14 se mantuvo el tiempo de descongelamiento en 50 segundos y se fue variando el tiempo de congelamiento.

Temperatura de Ingreso del Agua Externa (°C)	Tiempo de Congelamiento (segundos)
16	295
18	307
20	314
22	325
23	330
25	335
28	342
30	348
33	357
36	360

Tabla 14. Datos Recolectados Para el Comparativo entre Temperatura al Ingreso del Agua y el Tiempo de Congelamiento.

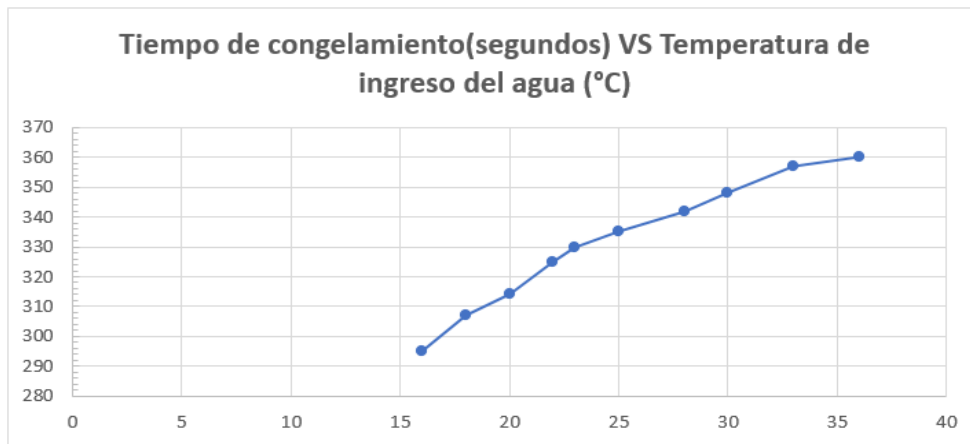


Figura 22. Grafico Tiempo de congelamiento(s) vs Temperatura de ingreso del agua(°C)

En la figura 22 se observa que el tiempo de congelamiento es proporcional a la temperatura de ingreso del agua, es decir que mientras la temperatura del agua aumenta el tiempo de congelamiento también aumenta.

Se puede visualizar también que los intervalos de tiempo que van desde una temperatura a otra no son iguales. Ejemplo: De 33°C a 36° el intervalo es de 3 segundos y de 16°C a 18°C es de 12 segundos.

Esto se debe al proceso de condensación de la máquina, la cual debe descargar al ambiente el calor ganado en el proceso de evaporación y compresión, para ello la temperatura del refrigerante debe estar por encima de la del ambiente.

Para conocer el rango de condensación óptima del refrigerante que utiliza el sistema se utiliza el diagrama de Mollier de la figura 22. El sistema de la máquina de hielo tipo escamas utiliza gas refrigerante R-507. [25]

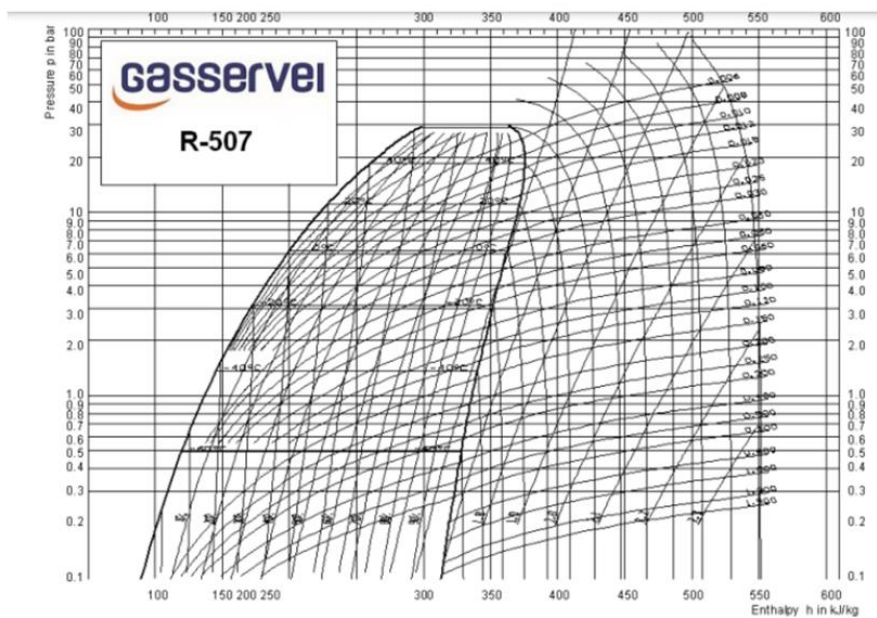


Figura 23. Diagrama de Mollier del gas refrigerante R-507

Se observa que la temperatura de condensación es igual a la temperatura ambiente más 15°C.

Los datos experimentales fueron tomados de una máquina fabricadora de hielo con control semiautomático. El condensador tiene de 2 ventiladores que se encargan de extraer el calor ganado, un ventilador funciona en paralelo con el compresor por lo que no depende ni de la presión, ni de la temperatura ambiente. El otro ventilador funciona con un presostato que se ajusta de forma manual a la presión deseada.

2.4 Diseño del tablero eléctrico

El diseño del tablero eléctrico fue basado en la norma IEC 61439-1 que define las reglas generales para cuadros eléctricos o conjuntos de aparenta de baja tensión. Para la vista preliminar se utilizó el software AutoCAD para el diseño del tablero eléctrico.

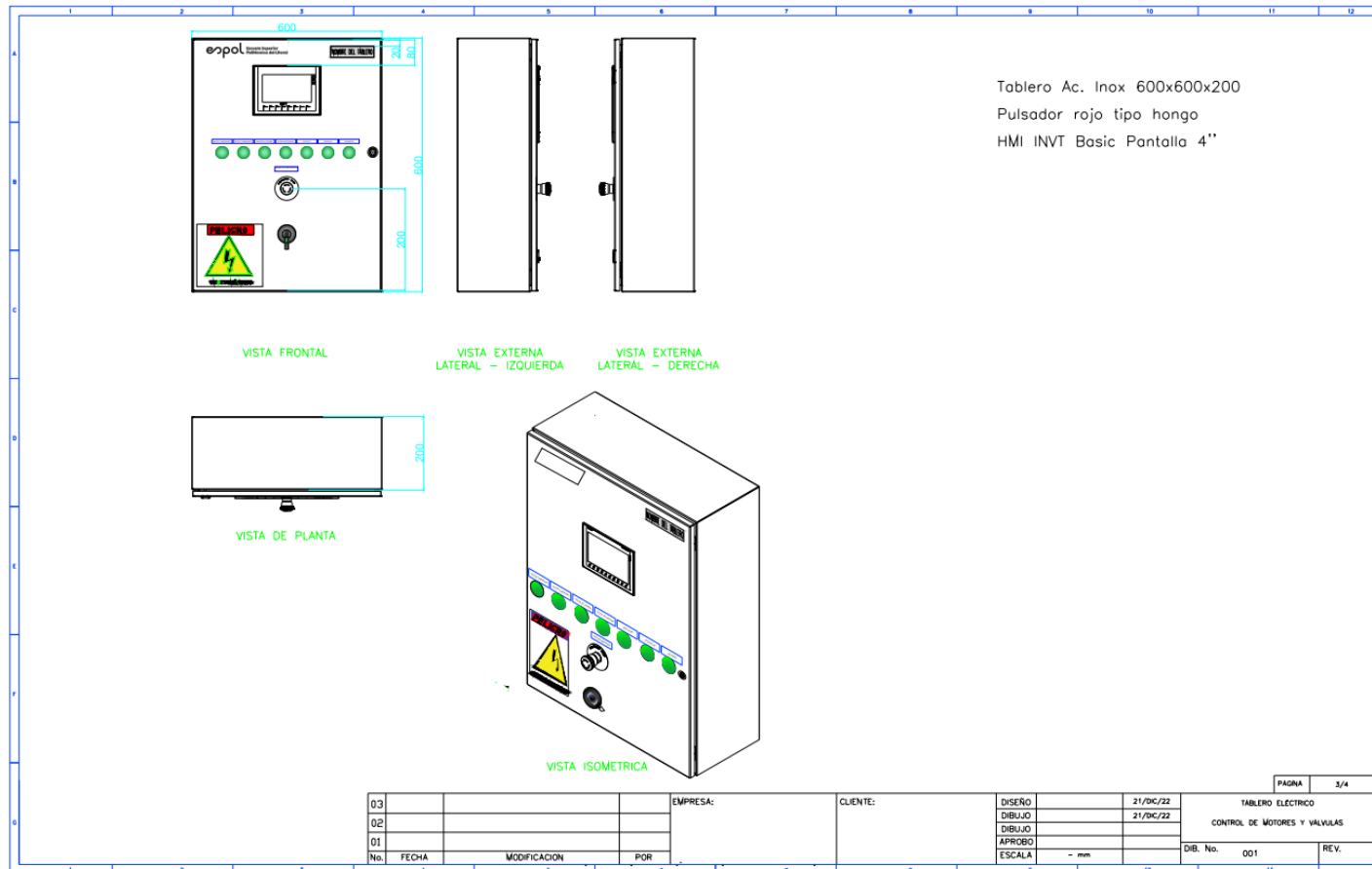
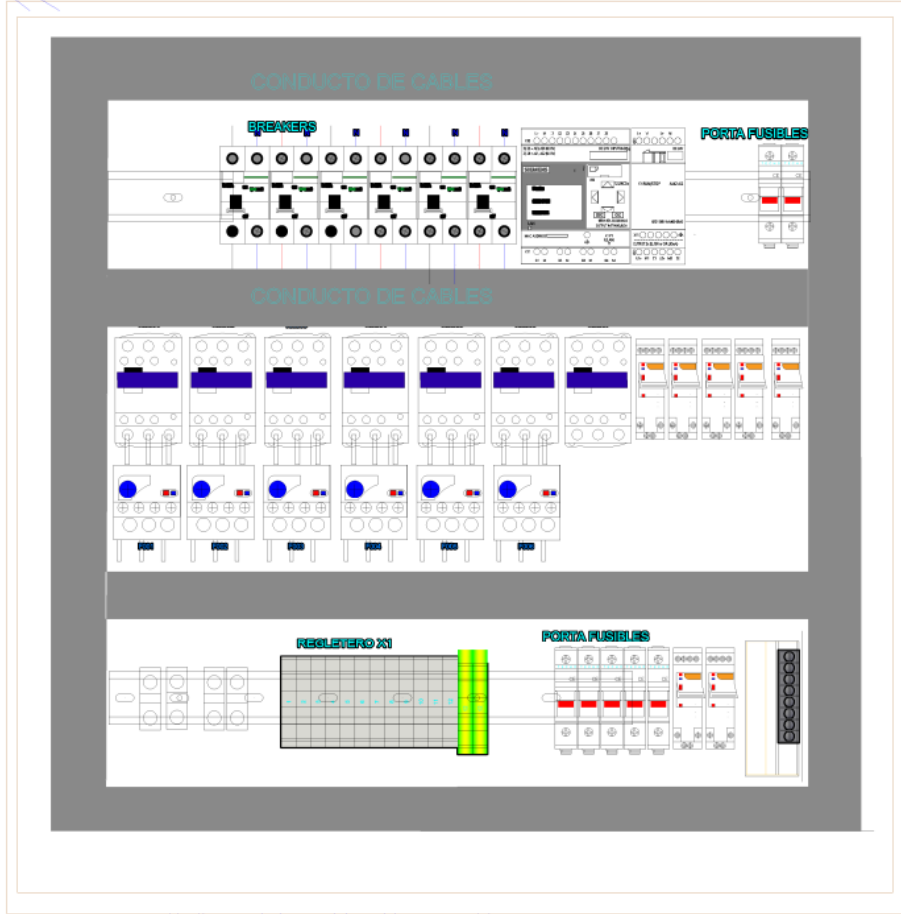


Figura 24. Diseño y Distribución del Tablero Eléctrico Vista Exterior

TABLERO METALICO (DARTEL) 600x600x200
INTERIOR



ELEMENTOS TABLERO				
	Interruptor termomagnético	Contactador bobinas 220v	Relé térmico	Calibre del conductor AWG-THHN
Motor del compresor	50A	32A	32A	8A.
Motor de la trituradora	13A.	32A	7A.	16A.
Motor de la bomba	6 A.	9A	3A.	18A.
Motor del ventilador	3 A.	9A.	1.5A.	
Válvula solenoide	2 A.	9A.	X	
Circuito de control	2 A.	2 A.	X	

- Interruptor Termomagnético 50A, Motor compresor
- Interruptor Termomagnético 13A, Motor trituradora
- Interruptor Termomagnético 6A, Motor de la bomba
- Interruptor Termomagnético 3A, Motor ventilador
- Interruptor Termomagnético 2A, Motor solenoide
- Interruptor Termomagnético 2A, circuito de control
- 7 Contactores, 220V
- Fuente Logo 24 VDC 2.5 A
- Logo 8.3
- Módulo de salidas Digitales 6ED1055-1MB00-0BA2
- 7 Reles de 240 voltios
- Acoplador Relé 6A 230VAC/DC
- Separador Lateral para borna carril DIN
- Borneras
- Riel DIN
- Canoleta Ranurada 40X80 mm

				EMPRESA:		CLIENTE:		DISEÑO		21/01c/22		PAGINA		3/4	
								DIBUJO		21/01c/22		TABLERO ELÉCTRICO			
								DIBUJO				CONTROL DE MOTORES Y VÁLVULAS			
								APROBO				DIB. No.		001	
								ESCALA		- mm		REV.			
03															
02															
01															
No.	FECHA	MODIFICACION	POR												

Figura 25. Diseño y Distribución Interna del Tablero Eléctrico

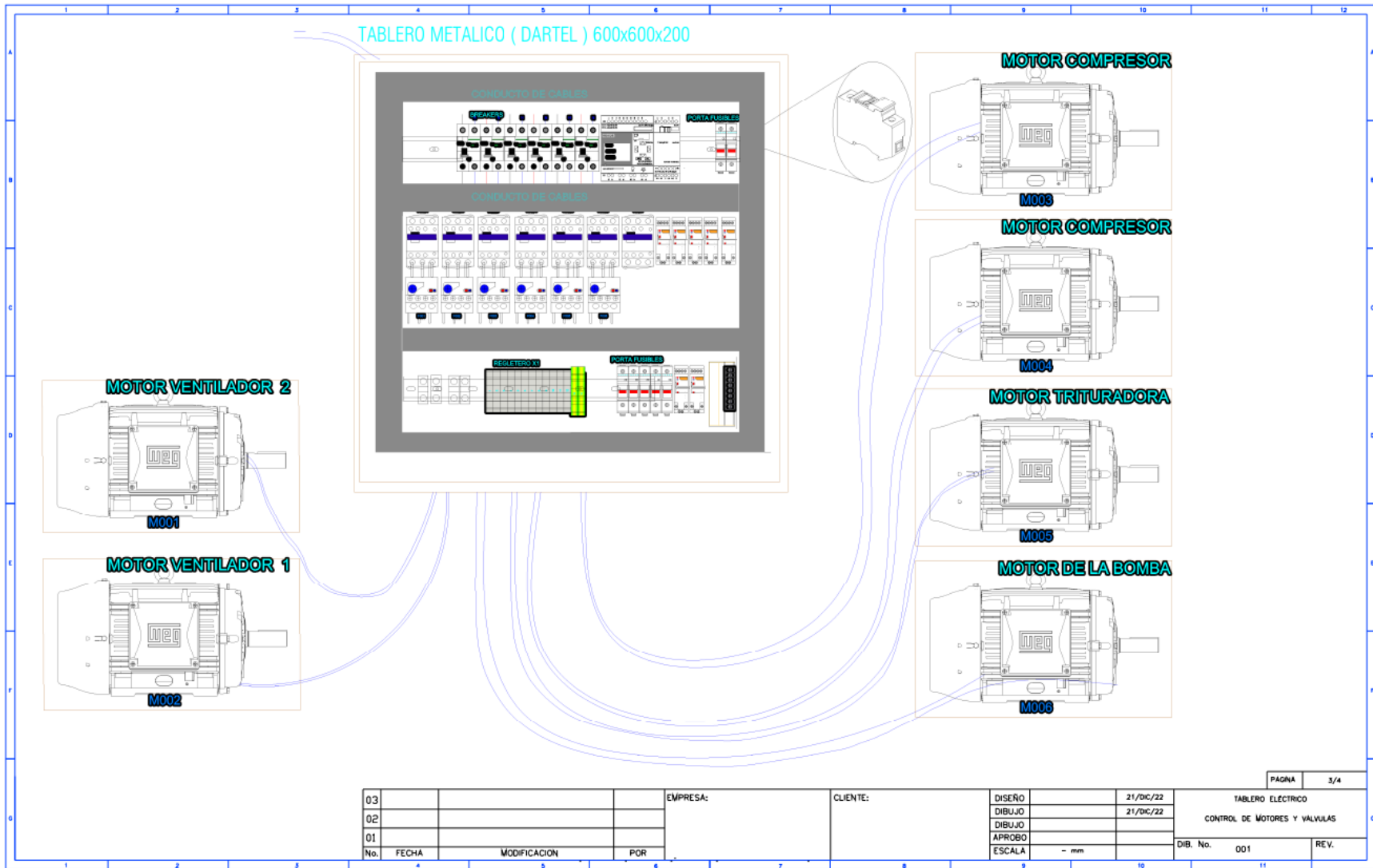









Figura 26. Esquemático de Tablero Eléctrico con Motores Eléctricos de la Máquina de Hielo

2.4.1 Equipos para el tablero eléctrico

Para el diseño del tablero eléctrico se listaron los materiales y accesorios utilizados con un breve detalle de estos. Se pueden observar en la tabla 14.

Cant.	Equipo	Características	Imagen
7	Luz Piloto Verde	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje: 220 VAC - 22 mm de tamaño - Referencia: AD1622DS-220V/G - Material: plástico - Color: verde - Fabricante: Camsco 	
1	Pulsador hongo con retención	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje: 220 VAC - Fabricante: Camsco - Referencia: LMB-ES5 -Contacto NC 	
1	Pantalla INVT 4.3"	<ul style="list-style-type: none"> -Voltaje: 24VDC - Referencia: VK2043-NOEXR - Potencia: 13 W - Grado de protección: IP65 - Fabricante: INVT 	

1	LOGO! 12/24RCE	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje: 24VDC - Referencia: 6ED1052-1MD08-0BA1 - Entradas: 8 (4 se pueden adaptar a analógicas 0-10 V) - Salidas: 4 Tipo relé - Conexión a nube - Comunicación Ethernet 	
1	Módulo De Entradas/Salidas Digitales	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje: 12/24VDC - Referencia: 6ED1055-1MB00-0BA2 - Entradas: 4 - Salidas: 4 - Grado de protección: IP65 	
1	¡LOGO! AM2 RTD 12/24 V DC 2AI(PT100-PT1000)	<ul style="list-style-type: none"> -Módulo de aplicación -Voltaje: 12/24 VDC -2AI -50...+200°C -Pt100/1000 	
1	Selector de dos posiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricante: Camsco - Referencia: SKOS-ED21 -Contacto NA 	

-
- | | | |
|---|-------------------|--|
| 1 | Gabinete metálico | -Dimensiones: 600x600x200
-Seguridad IP54 |
|---|-------------------|--|



Tabla 15. *Equipos para el tablero eléctrico*

2.5 Equipos de control

2.5.1 Topología de red

Se presenta en la figura 25 un esquemático del sistema de comunicación implementado, es así como se conectó al controlador LOGO con la pantalla INVT a través de las entradas RJ45 – Ethernet de la red LAN de un router conectado a internet. Y luego a través de los servicios de nube de Amazon se comunicó a la pantalla y al controlador, permitiendo su accesibilidad de manera remota.



Figura 27. Esquemático de la Topología de red

2.5.2 Programación

2.5.2.1 HMI

Se realizó la configuración y programación de la pantalla INVT mediante la herramienta de software libre VT Designer v2.1, en la pantalla se incluyeron

alarmas, indicadores de presión, temperatura, fallas por niveles inadecuados de presión y nivel de agua, registro de alarmas, registro de rendimiento de la máquina mediante ciclos, contraseña para accesibilidad a mantenimiento, posibilidad de enviar correos para notificar paros del sistema. Adicionalmente se realizó un manual de usuario donde se detallan estas pantallas dentro del HMI.

(Ver APÉNDICE D)

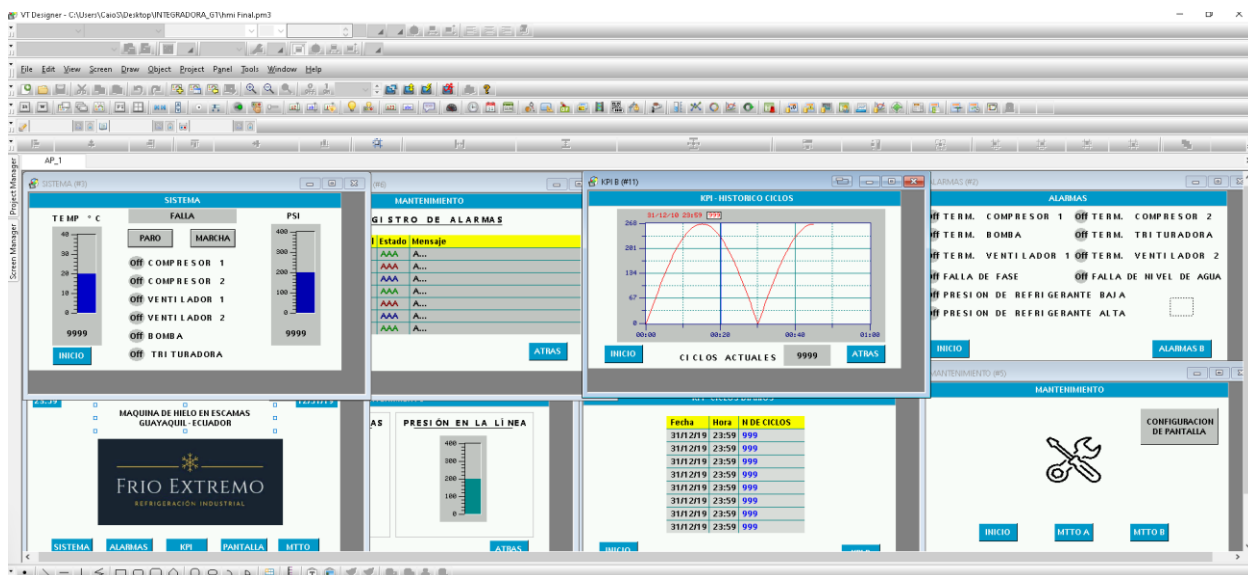


Figura 28. Diseño de Pantallas Dentro del Programa VT Designer

Cabe mencionar que se configuró un permiso SMTP de Gmail dentro de la pantalla para poder enviar correos en caso de alarmas que permitan notificar al usuario de un paro por falla en tiempo real y que este no necesite estar monitoreando el sistema.

2.5.2.2 LOGO SOFT COMFORT V8.3

Se realizó la programación mediante el programa LOGO SOFT COMFORT V8.3 como se observa en la figura 29.

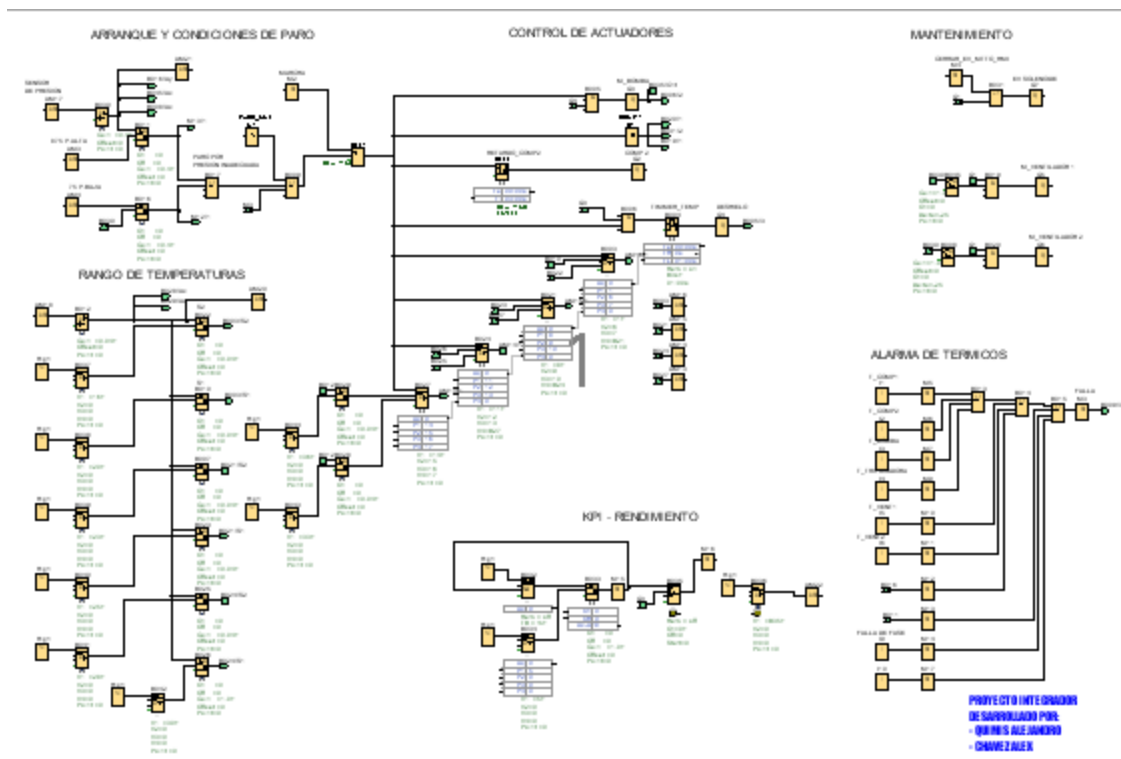


Figura 29. Programa Cargado en el Controlador LOGO mediante LOGO SOFT COMFORT

En la figura 30 se observa el sistema de alarmas, este, toma las entradas digitales del LOGO, estas señales son enviadas a marcas digitales para que interactúen con la pantalla y con la adquisición con la nube AWS, posteriormente se operan con compuertas OR con salida a una marca etiquetada como falla.

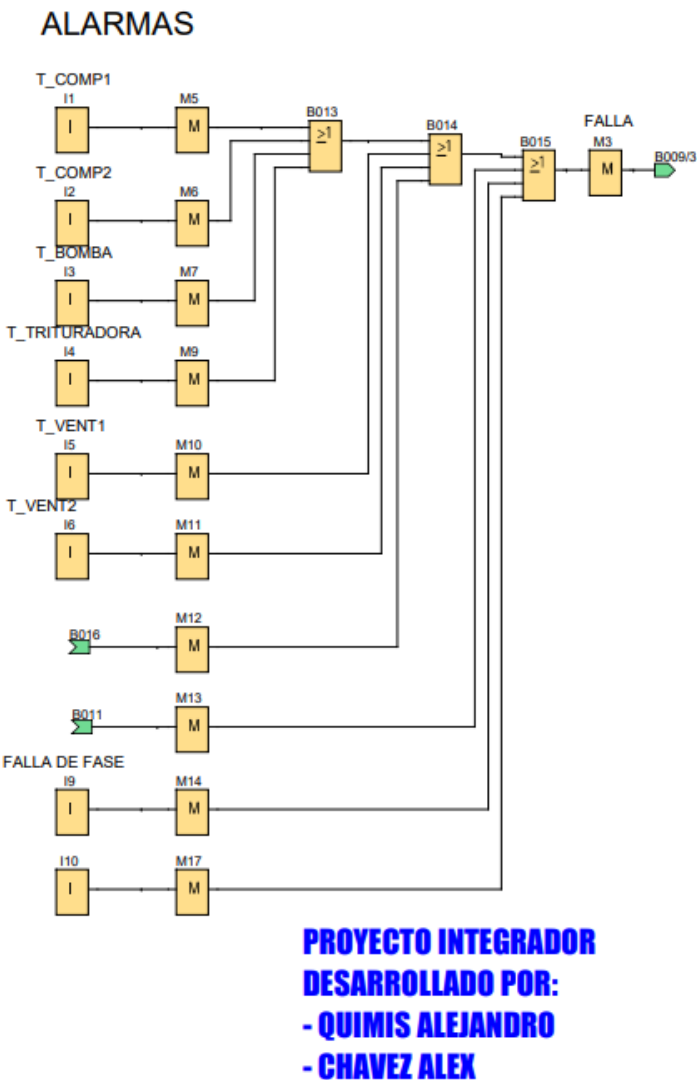


Figura 30. Programación de Alarmas Dentro del Sistema

En la figura 31 se observan las condiciones de arranque y paro, la marcha se hace solo mediante un pulsador dentro de la pantalla (M2); mientras que el paro tiene condiciones que comparan la presión de entrada con los niveles máximo y mínimo que son seleccionados en la pantalla por el equipo de mantenimiento, como también en caso de una falla o si se presiona el botón de paro en la misma pantalla.

ARRANQUE Y CONDICIONES DE PARO

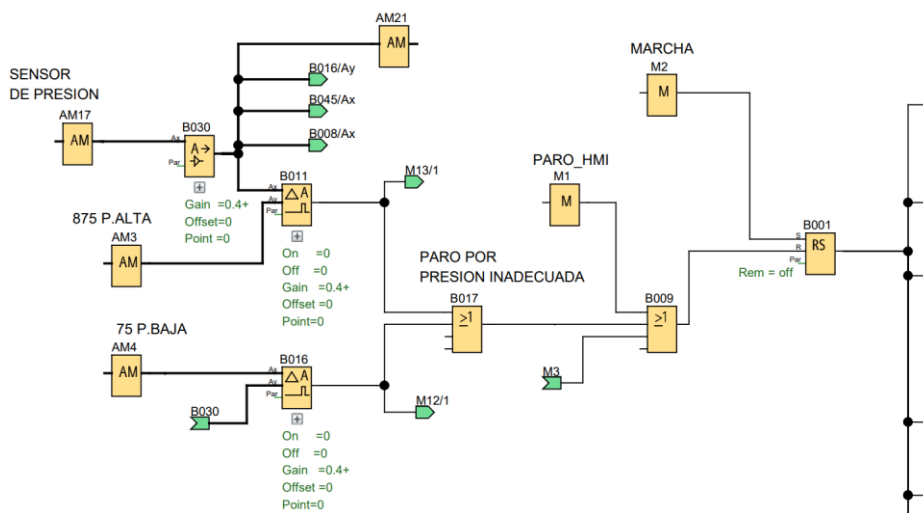


Figura 31. Programación de Condiciones de Marcha y Paro

La figura 32 muestra una compuerta XOR que permite encender o apagar el accionamiento de la válvula solenoide para la recolección del gas refrigerante durante el mantenimiento del equipo.

MANTENIMIENTO

CERRAR_EV_MTTO_HMI

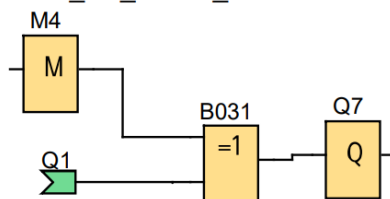


Figura 32. Programación de Recolección de Gas Refrigerante

La figura 33 muestra la forma como se establecen las presiones de encendido de los ventiladores del sistema, estos cuentan con una histéresis y un diferencial de 25 psi. Las presiones son seleccionadas dentro del apartado de mantenimiento en la pantalla.

LIMITES DE PRESIONES

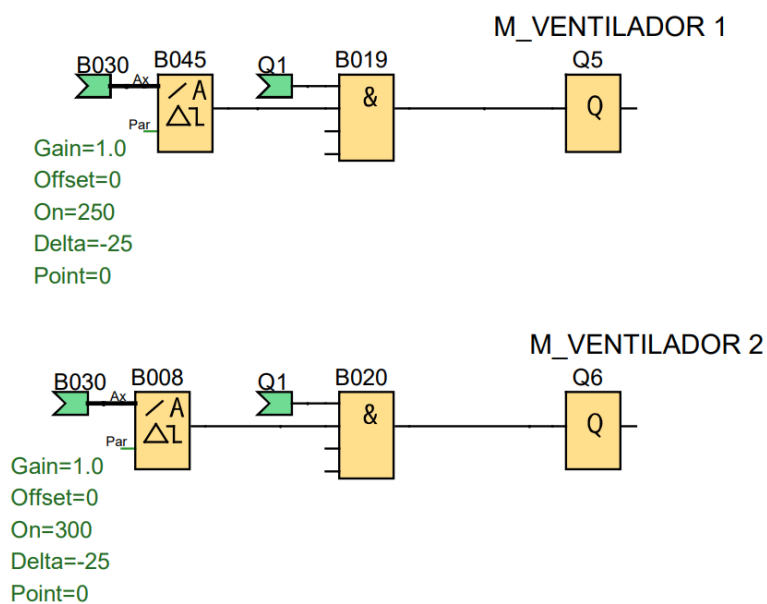


Figura 33. Programación que Permite Ingresar el Límite de Presiones

La figura 34 muestra el control de actuadores, donde el compresor 1 y la bomba de agua se arrancan con la marcha del sistema, el compresor 2 arranca con un retardo en la conexión para que la curva de corriente que ve el disyuntor no sea muy agresiva. El sistema de deshielo cuenta con un temporizador con control de encendido y apagado al cual se le va configurando el parámetro de tiempo de congelamiento dependiendo el rango de temperatura de entrada del agua. Cabe mencionar que el deshielo y la bomba de agua se accionan de forma exclusiva, es decir, mientras uno esté activado, el otro permanecerá desactivado.

CONTROL DE ACTUADORES

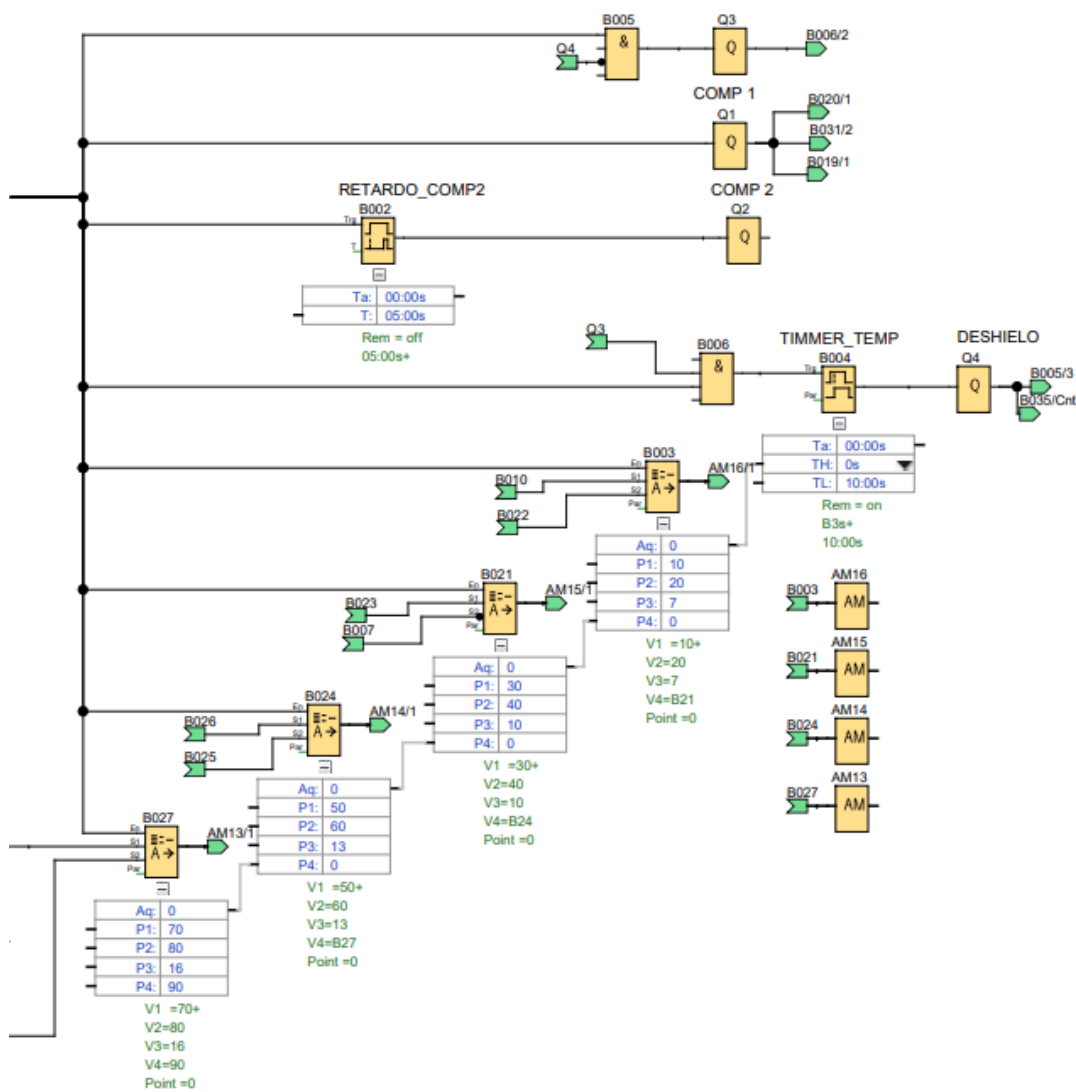


Figura 34. Programación Para el Control de Actuadores

En la figura 35 se puede apreciar la parte del programa que cuenta el número de ciclos transcurridos en 24 horas. Este utiliza un temporizador de tiempo y un contador que tiene como entrada la señal de deshielo, es decir, cada vez que el deshielo se active (lo que significa el final de un ciclo) aumenta en uno

el contador y se reinicia en 24 horas. Cabe mencionar que el registro de ciclos se hace en la pantalla INVT por lo que no es necesario almacenar esos datos en el LOGO.

KPI - RENDIMIENTO

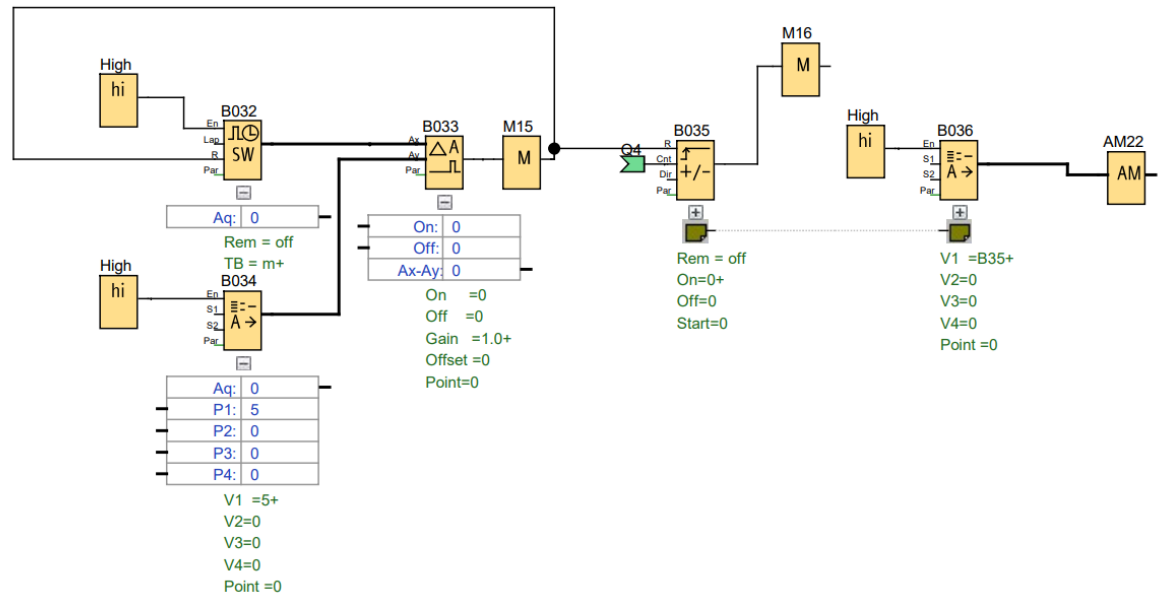


Figura 35. Programa que Cuenta los Ciclos de Operación de la Máquina

Finalmente, en la figura 36 se muestra la parte del programa que compara la temperatura adquirida a través del sensor de temperatura con los rangos definidos en la tabla 14. Utiliza un sistema de comparadores y multiplexores para almacenar los rangos y que no sea necesario que el usuario o el equipo de mantenimiento se vea en la necesidad de ingresarlas manualmente. Dependiendo de la señal de los comparadores los multiplexores de la figura 32 seleccionarán el tiempo de congelamiento.

RANGO DE TEMPERATURAS

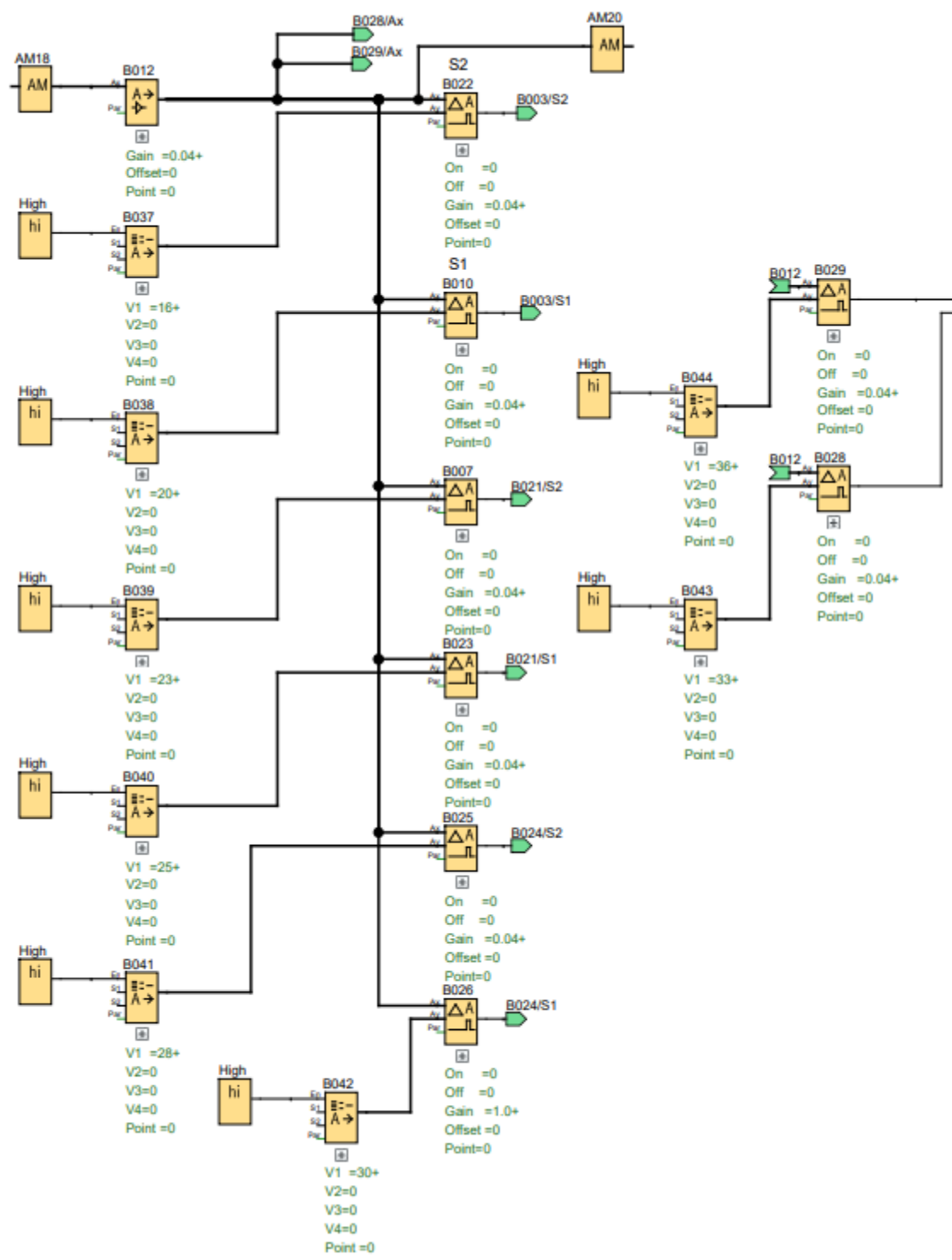


Figura 36. Programa que Compara la Temperatura Censada con los Rangos Establecidos

2.5.2.3 WEB EDITOR

Mediante la herramienta LOGO WEB EDITOR se generó una página web que permite al usuario monitorear el estado de producción de la máquina; sin embargo, requiere que ingrese a la página web y no es capaz de notificar al usuario de una falla si este no se encuentra monitoreando a tiempo completo la página.



Figura 37. *Página web Desarrollada con LOGO WEB EDITOR*

2.5.2.4 Amazon Web Services

Dentro de la plataforma de Amazon se creó un usuario con conexión a la nube (ver figura 36) y utilitarios con un objeto que permita comunicar al LOGO con la nube para que se realice la adquisición de datos. (Ver figura 37)

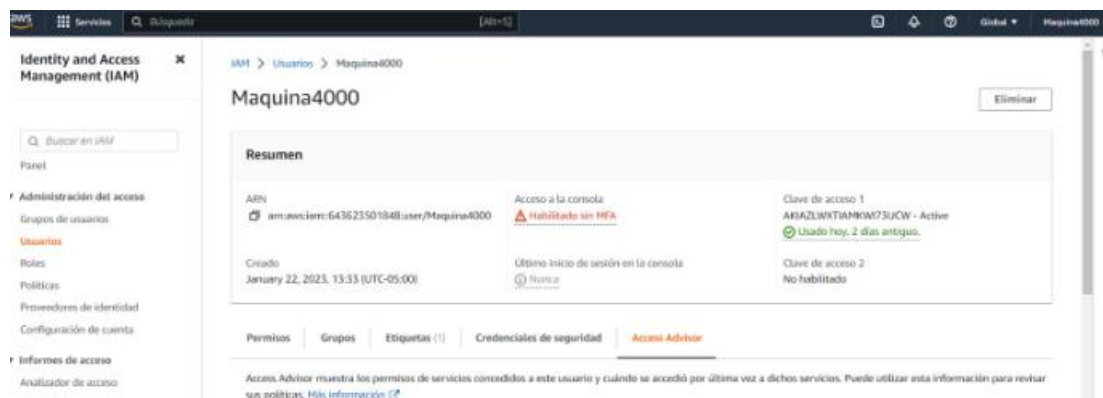


Figura 38. Usuario Creado Dentro de AWS

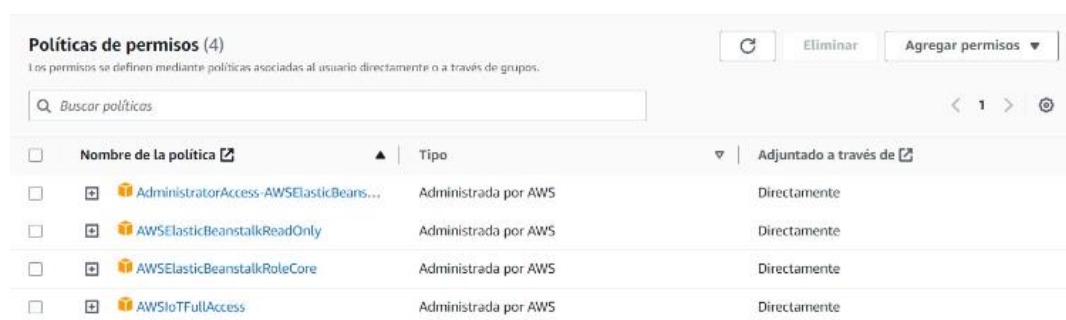


Figura 39. Políticas de Permisos Dentro de AWS

Así mismo, dentro de LOGO Soft Comfort se configuró la conexión a la nube para que el controlador pueda comunicarse a través del usuario previamente creado (Ver Figura 38). Se seleccionaron las señales de alarma para que se transmita a la nube solamente cuando se activen, lo que ahorra datos.

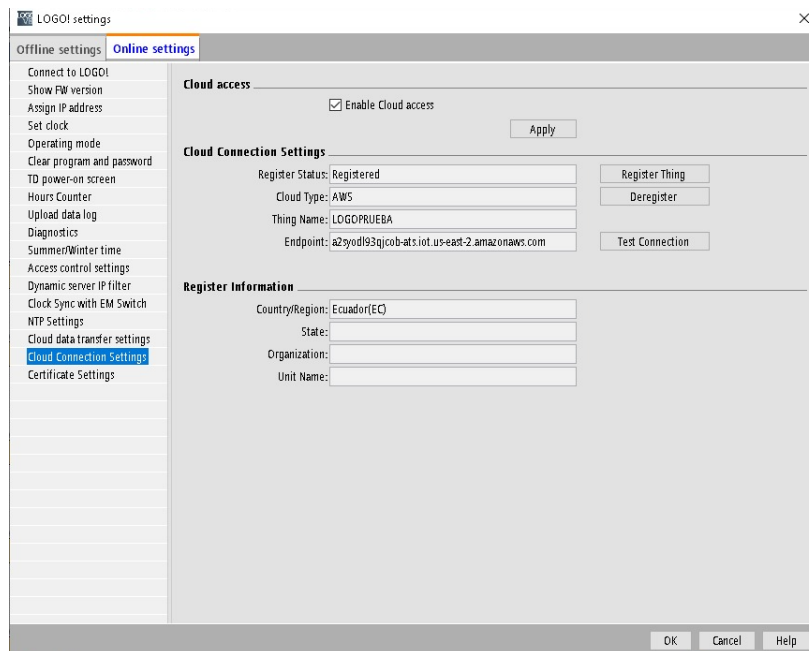


Figura 40. Configuración de Conexión a la Nube Dentro de LOGO Soft Comfort

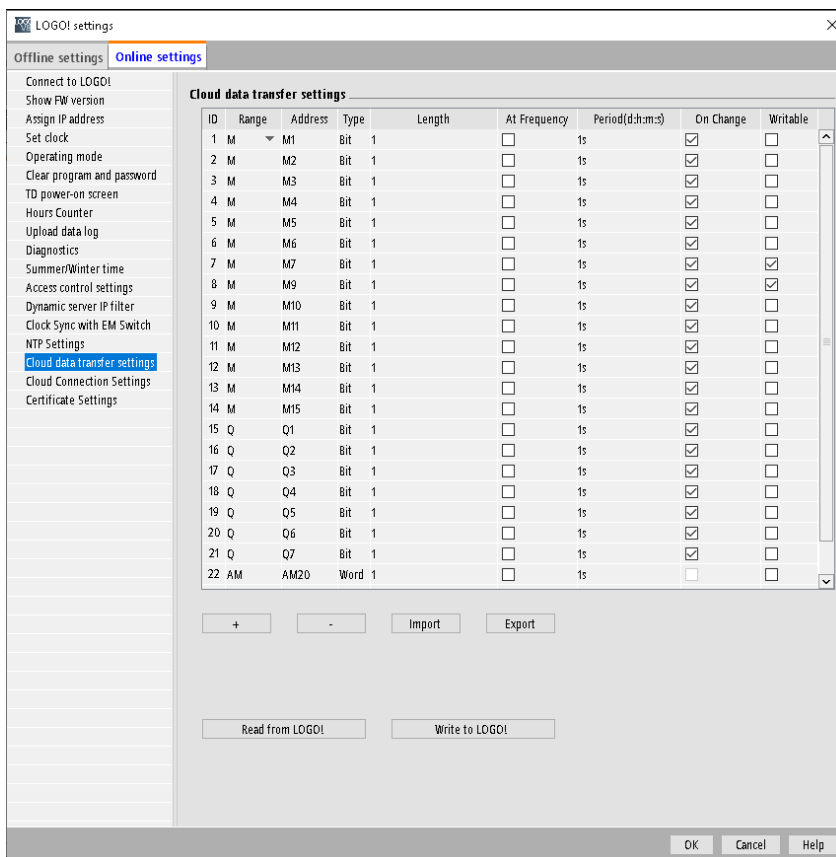


Figura 41. Configuración de Señales para Transmitir por la Nube

CAPÍTULO 3

3. Resultados y Análisis

3.1 Análisis de Costos

Dentro de la visita que se le hizo al cliente de Frío Extremo para realizar las mediciones del capítulo anterior, se consultó el funcionamiento de su modelo de negocio, el cliente indicó que vende sacos de 55 lb. de hielo a \$ 1.50 c/u. La máquina produce aproximadamente 19 lb por ciclo con un tiempo de congelamiento de 6 minutos y 50 segundos de deshielo dando un total de 410 segundos. Entonces, se calculó el valor de pérdida por cada hora de paro del sistema.

Se determinó que el número de ciclos que se necesita para llenar un saco:

$$\frac{55 \frac{lb}{saco}}{19 \frac{lb}{ciclo}} = 2.89 \frac{ciclo}{saco}$$

Se determinó que el número de ciclos dentro de una hora:

<i>Segundos</i>	<i>Ciclos</i>
3600	<i>x</i>
410	1

$$x = \frac{3600}{410} = 8.78 \text{ ciclos}$$

Se determinó que el número de sacos por hora:

<i>Sacos</i>	<i>Ciclos</i>
8.78	<i>y</i>
2.89	1

$$x = \frac{8.78}{2.89} = 3.033 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}}$$

Finalmente se obtuvo el costo de una hora de producción de la máquina:

$$h = \left(3.033 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}}\right) \left(1.5 \frac{\$}{\text{saco}}\right) = 4.55 \frac{\$}{\text{hora}}$$

Siendo así que cada hora que la máquina presente una falla que conlleve un paro en la producción, el cliente pierde \$ 4.55. En un caso de ejemplo donde el cliente no se entere de una falla, en 18 horas habría perdido \$ 81.89, a lo que se deberá adicionar tiempo de espera entre que se solucione la falla y el costo de la reparación.

El sistema implementado disminuye este riesgo, pues este cuenta con protecciones para los equipos y en caso de sucederse una falla, notifica en tiempo real al cliente en qué equipo se suscitó lo que acorta el tiempo de respuesta, detiene la operación de todo el sistema lo que salvaguarda la vida útil de todos los otros equipos que no hayan presentado fallas.

Adicionalmente, el sistema es más eficiente al adaptar el tiempo de congelamiento a la temperatura de ingreso del agua. Por ejemplo, para la temperatura de entrada del agua de 16°C necesitaría solo 295 segundos de congelamiento, es decir podría 4766 libras diarias, que, contrastado con los 360 segundos que necesitaría para una temperatura de ingreso de agua de 36°C que podría realizar 210 ciclos diarios lo que se traduce en 4009 libras diarias.

Se realizó el listado de materiales y costos del proyecto en la tabla 16, y en consulta con la empresa Frío Extremo se determinó que el nuevo presupuesto para el tablero tiene un costo \$673.472 superior al tablero tradicional con el que la empresa contaba antes.

Sin embargo, se deben hacer las siguientes consideraciones:

- El costo de venta de la máquina de hielo fabricada en acero inoxidable es de \$ 10,300.00, es decir que el incluir el nuevo tablero representa un aumento del 6.54% en el costo de la máquina.
- El costo presupuesto podría variar debido a que no se ha incluido en el presupuesto mano de obra. Dicho costo queda a disposición del cliente y su preferencia en proveedores.

Descripción	Marca	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
LOGO 8.3 PLC 12/24 RCE	SIEMENS	1	\$155.52	\$155.62
Ethernet 8ED(4EA) / 4SD 12/24VDC/RELE	6ED1052-1MD08-OBA1			
LOGO 8 Modulo de Expansión	SIEMENS	1	\$78.74	\$78.74
DM8 12/24R 4DI/4DO	6ED1 052 1-MD08-0BA1			
¡LOGO! AM2 RTD 12/24 V	SIEMENS	1	\$110.98	\$110.98
DC 2AI(PT100-PT1000)	6ED1055-1MD00-0BA2			
Fuente de Alimentación 50W100-240VAC/24VDC	AUTONICS	1	\$54.60	\$54.60

Contactador NC1 3210 32 AMP	CHINT	2	\$25.3870	\$50.7740
Contactador NC1-0910 9AMP	CHINT	5	\$13.5040	\$67.5200
Relé Térmico NR2-25 23-32 AMP	CHINT	2	\$26.4580	\$52.9160
Relé Térmico NR2-25 2.5-4 AMP	CHINT	1	\$16.74	\$16.74
Relé Térmico NR2-25 5.5-8 AMP	CHINT	1	\$16.74	\$16.74
Relé Térmico NR2-25 1.6-2.5 AMP	CHINT	1	\$16.71	\$16.71
Breaker 2x2 AMP 6KA 400V	CHINT	1	\$9.80	\$9.80
Breaker 2x4 AMP 6KA 400V	CHINT	1	\$9.80	\$9.80
Breaker 2x6 AMP 6KA 400V	CHINT	1	\$9.80	\$9.80
Breaker 2x16 AMP 6KA 400V	CHINT	1	\$9.80	\$9.80
Breaker 2x50 AMP 6KA 400V	CHINT	2	\$9.80	\$19.6
Gabinete Metálico Pesado 600*600*200	BEACOUPE	1	\$160.36	\$160.36
Relé 14 Pines Planos 220VAC	RELPOL	7	\$8.95	\$62.65
Base Para Relé 14 Pines Planos	RELPOL	7	\$5.80	\$40.60
Fusibles Cilíndricos 10x38mm 1A 500V	MIRO	7	\$0.50	\$3.50

Portafusible 10x38mm c/luz d/falla	MIRO	7	\$4.90	\$39.20
Canaletas Plásticas 40*60 mm 2mts	PLASTIM	2	\$12.88	\$25.76
Riel DIN Metálica Perforada	PLASTIM	1	\$3	\$3
Cable Flexible #8 AWG	CONELSA	5	\$2.56	\$12.80
Cable Flexible #16 AWG	CONELSA	8	\$0.35	\$2.80
Ciento de Terminal Amarillas T./Puntera 18AWG	EBC	2	\$2.1410	\$4.2820
Luz Piloto Tipo LED 22mm Verde	EBC	7	\$3.18	\$22.26
Selector 2 Posiciones Maneta Larga 22mm 1NO	PLASTIM	1	\$5.80	\$5.80
Pulsador Emergencia T/hongo 22mm 1NC	PLASTIM	1	\$7.80	\$7.80
Bornera 10 POLOS 24 AMP EN SIEMENS BLOQUE AWG 22-12		2	\$5.22	\$10.44
Bornera 1 polo 28-8 AWG p/tierra T/resorte	SIEMENS	1	\$2.65	\$2.65
Bornera Siemens 1 polo 28-10 AWG p/tierra t/resorte	SIEMENES	3	\$1.866	\$5.60
Termocupla PT100 400*C C/TRANSMISOR 4-20mA	EBC	1	\$93.83	\$93.83

Transmisores de Presión	WIKA	1	\$90	\$90
<hr/>				
TOTAL				\$1273.472

Tabla 16. *Lista de Materiales (BOM)*

La aplicación realizada para el proyecto en AWS cuenta con políticas de servicio gratuito dentro del primer año siempre que no exceda los límites de consumo mensuales:

- Amazon EC2: 750 Horas al mes de capacidad de cómputo de tamaño variable en la nube.
- Amazon S3: 5 GB de almacenamiento estándar.
- Amazon RDS: 750 horas al mes de uso de la base de datos (se aplica a motores de bases de datos). [26]



Figura 42. Detalle del Nivel Gratuito de AWS [26]

Sin embargo; se realizó un estimado de costos, para el caso en que el cliente llegase a exceder dichos límites. Se consideraron datos de transferencia por tipo de señal y su papel dentro del programa en LOGO Soft Comfort para la tabla 17.

Señal	Transferencias	Transferencias	Datos de Transferencia
	por Hora	por Mes	Mensual
Q1	n.a.	5	5 bit
Q2	n.a.	5	5 bit
Q3	11	8010	1001 Bytes
Q4	11	8010	1001 Bytes
Q5	n.a.	5	5 bit
Q6	1	720	90 Bytes
Q7	n.a.	1	1 bit
M1	n.a.	1	1 bit
M2	n.a.	5	5 bit
M3	n.a.	10	10 bit
M4	n.a.	4	4 bit
M5	n.a.	1	1 bit
M6	n.a.	1	1 bit
M7	n.a.	1	1 bit
M9	n.a.	1	1 bit
M10	n.a.	1	1 bit
M11	n.a.	1	1 bit
M12	n.a.	1	1 bit
M13	n.a.	1	1 bit
M14	n.a.	1	1 bit
M15	n.a.	1	1 bit

AM20	1	720	720 Bytes
AM21	1	720	720 Bytes
AM22	1	720	720 Bytes

Tabla 17. Consumo de Datos por Señal

Cabe mencionar que dentro de las instancias EC2, S3 y RDS, la lectura por medio de internet no tiene recargo; sin embargo, las escrituras desde estas sí. Es así que se hace la diferencia en la tabla 18. Se observa que los datos de lectura y escritura no exceden el servicio gratuito, y cuando pase el año de gratuidad, el cliente deberá cancelar \$ 5.51 mensuales aproximadamente.

Cantidad	Tipo de Dato	Tamaño Unitario	Transferencia AWS Mensual
7	Salidas Digitales	1 bit	2095 Bytes lectura / 2095 Bytes escritura
8	Entradas Digitales	1 bit	No Aplica
14	Marcas Digitales	1 bit	30 bits lectura / 10 bits escritura
3	Marcas Analógicas	1 Byte	2160 Bytes lectura / 2160 Bytes escritura

Tabla 18. Resumen de Consumo de Datos por Señal

El ROI se calculó con la fórmula 1, tanto para la máquina fabricada en acero inoxidable con el tablero tradicional, como para la máquina fabricada en acero inoxidable con el tablero nuevo. Se consideraron gastos de operación para el cálculo y se acumularon mensualmente los valores hasta encontrar el periodo en el cual el ROI representa ganancias.

$$ROI = \frac{\text{utilidad} - \text{inversión}}{\text{inversión}} \quad (\text{fórmula 1})$$

ROI APROXIMADO DE LA MÁQUINA CON EL TABLERO TRADICIONAL

INVERSIÓN		\$ 10,300.00											
Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ventas	\$ 3,276.00	\$ 6,552.00	\$ 9,828.00	\$ 13,104.00	\$ 16,380.00	\$ 19,656.00	\$ 22,932.00	\$ 26,208.00	\$ 29,484.00	\$ 32,760.00	\$ 36,036.00	\$ 39,312.00	
Gastos	\$ 2,966.13	\$ 5,932.27	\$ 8,898.40	\$ 11,864.53	\$ 14,830.67	\$ 17,796.80	\$ 20,762.93	\$ 23,729.07	\$ 26,695.20	\$ 29,661.33	\$ 32,627.47	\$ 35,593.60	
Utilidad	\$ 309.87	\$ 619.73	\$ 929.60	\$ 1,239.47	\$ 1,549.33	\$ 1,859.20	\$ 2,169.07	\$ 2,478.93	\$ 2,788.80	\$ 3,098.67	\$ 3,408.53	\$ 3,718.40	
ROI	-0.97	-0.94	-0.91	-0.88	-0.85	-0.82	-0.79	-0.76	-0.73	-0.70	-0.67	-0.64	

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ventas	\$ 42,588.00	\$ 45,864.00	\$ 49,140.00	\$ 52,416.00	\$ 55,692.00	\$ 58,968.00	\$ 62,244.00	\$ 65,520.00	\$ 68,796.00	\$ 72,072.00	\$ 75,348.00	\$ 78,624.00
Gastos	\$ 38,711.83	\$ 41,689.67	\$ 44,667.50	\$ 47,645.33	\$ 50,623.17	\$ 53,601.00	\$ 56,578.83	\$ 59,556.67	\$ 62,534.50	\$ 65,512.33	\$ 68,490.17	\$ 71,468.00
Utilidad	\$ 3,876.17	\$ 4,174.33	\$ 4,472.50	\$ 4,770.67	\$ 5,068.83	\$ 5,367.00	\$ 5,665.17	\$ 5,963.33	\$ 6,261.50	\$ 6,559.67	\$ 6,857.83	\$ 7,156.00
ROI	-0.62	-0.59	-0.57	-0.54	-0.51	-0.48	-0.45	-0.42	-0.39	-0.36	-0.33	-0.31

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ventas	\$ 81,900.00	\$ 85,176.00	\$ 88,452.00	\$ 91,728.00	\$ 95,004.00	\$ 98,280.00	\$ 101,556.00	\$ 104,832.00	\$ 108,108.00	\$ 111,384.00	\$ 114,660.00	\$ 117,936.00
Gastos	\$ 74,445.83	\$ 77,423.67	\$ 80,401.50	\$ 83,379.33	\$ 86,357.17	\$ 89,335.00	\$ 92,312.83	\$ 95,290.67	\$ 98,268.50	\$ 101,246.33	\$ 104,224.17	\$ 107,202.00
Utilidad	\$ 7,454.17	\$ 7,752.33	\$ 8,050.50	\$ 8,348.67	\$ 8,646.83	\$ 8,945.00	\$ 9,243.17	\$ 9,541.33	\$ 9,839.50	\$ 10,137.67	\$ 10,435.83	\$ 10,734.00
ROI	-0.28	-0.25	-0.22	-0.19	-0.16	-0.13	-0.10	-0.07	-0.04	-0.02	0.01	0.04

Tabla 19. Retorno de la Inversión del Tablero Tradicional

ROI APROXIMADO DE LA MÁQUINA CON EL TABLERO NUEVO

INVERSIÓN		\$ 10,973.47											
Concepto	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas	\$	3,276.00	\$ 6,552.00	\$ 9,828.00	\$ 13,104.00	\$ 16,380.00	\$ 19,656.00	\$ 22,932.00	\$ 26,208.00	\$ 29,484.00	\$ 32,760.00	\$ 36,036.00	\$ 39,312.00
Gastos	\$	2,984.83	\$ 5,969.67	\$ 8,954.50	\$ 11,939.33	\$ 14,924.17	\$ 17,909.00	\$ 20,893.83	\$ 23,878.67	\$ 26,863.50	\$ 29,848.33	\$ 32,833.17	\$ 35,818.00
Utilidad	\$	291.17	\$ 582.33	\$ 873.50	\$ 1,164.67	\$ 1,455.83	\$ 1,747.00	\$ 2,038.17	\$ 2,329.33	\$ 2,620.50	\$ 2,911.67	\$ 3,202.83	\$ 3,494.00
ROI		-0.97	-0.95	-0.92	-0.89	-0.87	-0.84	-0.81	-0.79	-0.76	-0.73	-0.71	-0.68
Concepto	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ventas	\$	42,588.00	\$ 45,864.00	\$ 49,140.00	\$ 52,416.00	\$ 55,692.00	\$ 58,968.00	\$ 62,244.00	\$ 65,520.00	\$ 68,796.00	\$ 72,072.00	\$ 75,348.00	\$ 78,624.00
Gastos	\$	38,802.83	\$ 41,787.67	\$ 44,772.50	\$ 47,757.33	\$ 50,742.17	\$ 53,727.00	\$ 56,711.83	\$ 59,696.67	\$ 62,681.50	\$ 65,666.33	\$ 68,651.17	\$ 71,636.00
Utilidad	\$	3,785.17	\$ 4,076.33	\$ 4,367.50	\$ 4,658.67	\$ 4,949.83	\$ 5,241.00	\$ 5,532.17	\$ 5,823.33	\$ 6,114.50	\$ 6,405.67	\$ 6,696.83	\$ 6,988.00
ROI		-0.66	-0.63	-0.60	-0.58	-0.55	-0.52	-0.50	-0.47	-0.44	-0.42	-0.39	-0.36
Concepto	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ventas	\$	81,900.00	\$ 85,176.00	\$ 88,452.00	\$ 91,728.00	\$ 95,004.00	\$ 98,280.00	\$ 101,556.00	\$ 104,832.00	\$ 108,108.00	\$ 111,384.00	\$ 114,660.00	\$ 117,936.00
Gastos	\$	74,620.83	\$ 77,605.67	\$ 80,590.50	\$ 83,575.33	\$ 86,560.17	\$ 89,545.00	\$ 92,529.83	\$ 95,514.67	\$ 98,499.50	\$ 101,484.33	\$ 104,469.17	\$ 107,454.00
Utilidad	\$	7,279.17	\$ 7,570.33	\$ 7,861.50	\$ 8,152.67	\$ 8,443.83	\$ 8,735.00	\$ 9,026.17	\$ 9,317.33	\$ 9,608.50	\$ 9,899.67	\$ 10,190.83	\$ 10,482.00
ROI		-0.34	-0.31	-0.28	-0.26	-0.23	-0.20	-0.18	-0.15	-0.12	-0.10	-0.07	-0.04
Concepto	Mes	Enero	Febrero										
		37	38										
Ventas	\$	121,212.00	\$ 124,488.00										
Gastos	\$	110,438.83	\$ 113,423.67										
Utilidad	\$	10,773.17	\$ 11,064.33										
ROI		-0.02	0.01										

Tabla 20. Retorno de la Inversión del Tablero Automatizado

Finalmente, comparando las tablas 17 y 18 se observa que el periodo de retorno de la inversión es de apenas tres meses de diferencia.

GASTOS MENSUALES		
Personal	\$	690.60
Sueldo	\$	1,130.53
Transporte	\$	80.00
Internet	\$	18.70
Agua	\$	115.00
Alquiler	\$	150.00
Energía eléctrica	\$	800.00
TOTAL GASTOS	\$	2,984.83

COSTO DE TENER UN EMPLEADO		
Salario	\$	225.00
Décimo tercero	\$	18.75
Décimo cuarto	\$	18.75
Vacaciones	\$	9.38
Aporte patronal	\$	54.68
Fondos de reserva	\$	18.75
TOTAL	\$	345.30

COSTO DE AUTOEMPLEO		
Salario	\$	800.00
Décimo tercero	\$	66.67
Décimo cuarto	\$	66.67
Vacaciones	\$	33.33
Aporte patronal	\$	97.20
Fondos de reserva	\$	66.67
TOTAL	\$	1,130.53

Como operación requiere al menos dos empleados: \$ 690.60

Figura 43. Cálculo de Gastos Mensuales Para el ROI

ROI APROXIMADO DEL NUEVO TABLERO

INVERSIÓN		\$		679.47	
Concepto		Enero	Febrero	Marzo	
	Mes	1	2	3	
Ventas	\$	3,276.00	\$ 6,552.00	\$ 9,828.00	
Gastos	\$	2,984.83	\$ 5,969.67	\$ 8,954.50	
Utilidad	\$	291.17	\$ 582.33	\$ 873.50	
ROI		-0.57	-0.14	0.29	

Tabla 21. Periodo de ROI Aproximado por la Implementación del Nuevo Tablero

En la tabla 19 se evidencia que el periodo de ROI del nuevo tablero es de apenas 3 meses.

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se diseñó un sistema automatizado para la máquina fabricadora de hielo, repotenciando su tablero de control semiautomático a un tablero de control automatizado capaz de proteger, controlar y notificar al usuario de posibles fallas del sistema.
- El costo por automatizar el sistema equivale a un 6.54% adicionales al costo de venta de la maquina con el tablero tradicional. Con un ROI de 29% en tres meses.
- La máquina fabricadora de hielo es capaz de ajustar de forma automática el tiempo de congelamiento dependiendo de la temperatura de ingreso del agua, con posibilidad de aumentar 790 libras en producción diaria, lo que representa un 19.71%.
- Debido al procedimiento de selección de los equipos, el cual se llevó a cabo mediante análisis de calidad, respetando normas internacionales, disponibilidad en el mercado ecuatoriano, costos y presupuesto junto con la empresa cliente. La máquina está protegida por sobrecalentamiento, falla de fase, niveles de tensión alto y bajo además nivel de agua.
- Gracias al trabajo en conjunto con la empresa Frío Extremo se recabó información del proceso de operación de la máquina para la elaboración del código de programación del controlador.

- Se diseñó una interfaz hombre-máquina a través de una pantalla marca INVT, lo cual fue favorable debido a costo, uso de software libre y facilidad de comunicación con otros dispositivos.
- Gracias a la plataforma en la nube del servidor web de amazon, se pudo crear un enlace con el controlador y pantalla para que de forma remota la máquina sea capaz de enviar un correo electrónico indicando la fecha, hora y equipo que está presentando la falla en el sistema.
- Se implementó un KPI de rendimiento el cual permite visualizar y contabilizar el número de ciclos de producción con respecto al tiempo, adquiriendo así datos para posterior análisis.

4.2 Recomendaciones

- Para la puesta en funcionamiento de la máquina fabricadora de hielo se debe consultar con el fabricante o con personal técnico capacitado.
- Seguir las indicaciones del manual de usuario, y de servicio. Si le falta información consultar con el fabricante o personal técnico capacitado.
- Se recomienda contar con un cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes de la maquina y del tablero eléctrico.
- Se debe considerar realizar los ajustes tanto del sensor de temperatura o sensor de presión por lo menos dos veces al año para evitar mediciones erróneas en el instrumento.
- Se recomienda visualizar periódicamente la plataforma Amazon Web Services para llevar un control de la facturación periódica del mismo.

- Se recomienda tener componentes de repuesto para cada uno de los elementos del tablero de control y equipo de la máquina. Ejemplo: Interruptores termomagnéticos, contactores, relés térmicos etc.

5. REFERENCIAS

- [1] Garcia-Pelayo y R. Gross, Vocabulario practico Larousse tecnico-cientifico, Mexico: Laurosse, 1983.
- [2] Diccionario de la lengua española, «Presión atmosférica,» Asociación de academias de la lengua española, Madrid, 2021.
- [3] Mundo compresor, «Presión absoluta,» [En línea]. Available: <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/presion-absoluta>. [Último acceso: 1 11 2022].
- [4] Mundo compresor, «Presión manométrica,» [En línea]. Available: <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/presion-manometrica>. [Último acceso: 1 11 2022].
- [5] M. A. Hernandez Calderon, Manual de buenas prácticas en refrigeración, Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible - Paraguay.
- [6] Reglamento (CE) 2037/2000, Reglamento (CE) No 2037/2000 del parlamento europeo y del consejo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono, Unión Europea, 2000.
- [7] G. Barletta y O. Acevedo, Buenas prácticas en los procesos de instalación y mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2021.

- [8] Air-conditioning and refrigeration institute, Manual de refrigeración y aire acondicionado, México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1994.
- [9] Mundo HVACR, «El Compresor Scroll Sinónimo de Eficiencia y de Ahorro Energético en Sistemas HVAC&R,» [En línea]. Available: <https://www.mundohvacr.com.mx/2008/04/el-compresor-scroll-sinonimo-de-eficiencia-y-de-ahorro-energetico-en-sistemas-hvacr/>. [Último acceso: 2 11 2022].
- [10] MUNDO HVACR, «Compresión Scroll: Mejoras en Forma de Espiral,» [En línea]. Available: <https://www.mundohvacr.com.mx/2010/04/compresion-scroll-mejoras-en-forma-de-espiral/>. [Último acceso: 2 11 2022].
- [11] C. G. Sierra, Refrigeración industrial : montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas, España: Cano Pina S.L., 2012.
- [12] S. Aroca Lastra y A. Mayoral Esteban, Tecnología frigorífica, España: UNED, 2004.
- [13] J. M. Franco Lijó, Manual de refrigeración, Barcelona: Reverté S.A., 2006.
- [14] PCE Instruments, «Logic modules,» PCE Instruments UK Ltd., [En línea]. Available: <https://www.industrial-needs.com/systems/logic-modules.htm#:~:text=Logic%20modules%20are%20programmable%20controllers,with%20many%20different%20automated%20processes..> [Último acceso: 11 11 2022].
- [15] Automatismos mundo, «¿LOGO! de SIEMENS, qué es? ¿Es realmente un PLC?,» 08 02 2022. [En línea]. Available: <https://automatismosmundo.com/logo-de-siemens-que-es-es-realmente-un-plc/>. [Último acceso: 11 11 2022].

- [16] L. Flower, «Tecnología de controles y automatismos,» de *Controles y automatismos eléctricos*, Bogotá, Distrito Capital, Telemecanique, Groupe Schneider, 1994, pp. 63-66.
- [17] A. Pérez Paris, «Parte I: relés y contactores,» de *Vivat Academia. Revista de comunicación #50*, Madrid, Universidad de Alcalá de Henares, 2003, pp. 1-24.
- [18] L. Flower Leiva, *Controles y automatismos eléctricos, Teoría y práctica*, Bogotá: Telemecanique, Groupe Schneider, 1994.
- [19] L. Flower, «El contactor,» de *Controles y automatismos eléctricos*, Bogotá, Telemecanique, Groupe Schneider, 1994, pp. 67-75.
- [20] Automatización y control ingeniería S.A.S., «Sensores de Nivel,» [En línea]. Available: <https://aycingeneria.com/sensores-de-nivel/>. [Último acceso: 24 11 2022].
- [21] J. Liu, Y. Li y H. Zhao, «A temperature measurment system based on pt100,» *International Conference on Electrical and Control Engineering*, pp. 296-298, June 2010.
- [22] R. Ruano Dominguez, «Válvula de Expansión Termostática,» 2013. [En línea]. Available: http://www.energianow.com/Articulos/valvula_expansion.pdf. [Último acceso: 2022].
- [23] Panasonic Appliances Compressor (Dalian) Co. Ltd., *Scroll compressors Quick select guide*, Dalian City: Panasonic, 2021.

- [24] Zhejiang CHINT Electric Co., Ltd, Catálogo Resumido de Baja Tensión, Zhejiang: CHINT Electric, 2016.
- [25] Conforempresarial, «Gas refrigerante R 507,» Confor, varios, actualidad.
- [26] Amazon Web Services Inc., «Nivel gratuito de AWS,» Amazon Web Services Inc., 2023. [En línea]. Available: https://aws.amazon.com/es/free/?trk=09a4eec3-03b4-4415-9d0b-3c5df0dafd39&sc_channel=ps&s_kwid=AL!4422!3!453309389506!e!!g!!aws%20free%20tier&ef_id=Cj0KCQiAofieBhDXARIsAHTTldq-8DnOI-Ao1or6ax87_aNrq_q8D0RC0zAIBfAdgpfSPax0loDLRGMaAjLbEALw_wcB:G:s&s_kwid=AL. [Último acceso: 29 01 2023].
- [27] O. D. Arboleda Arias, «Diseño e implementación de sistema de congelación para hielo industrial en escama con refrigerante amoníaco para industria hielera,» Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, Guayaquil, 2019.
- [28] SIEMENS AG, «LOGO!,» 09 2022. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/dl-media/041/109741041/att_1055619/v6/160381538699_en-US/en-US/index.html#treeId=8281ace3a6b81e2c34806dfec8264e0b. [Último acceso: 11 11 2022].
- [29] A. MacMillan, D. Preston, J. Wolfe y S. Yu, «LibreTexts,» 14 09 2006. [En línea]. Available: <https://batch.libretexts.org/print/url=https://espanol.libretexts.org/Ingenier%C3%ADa/In>

genier%C3%ADa_Industrial_y_de_Sistemas/Libro%3A_Din%C3%A1mica_y_Control
s_de_Procesos_Qu%C3%ADmicos_(Woolf)/03%3A_Sensores_y_Actuadores/3.04%3A
_Sensores_de_nivel.pdf. [Último acceso: 24 11 2022].

- [30] Automatización y Control Ingeniería S.A., «Sensores de Nivel,» [En línea]. Available: <https://aycingeneria.com/sensores-de-nivel/>. [Último acceso: 12 2022].
- [31] Conforempresarial, «Gas Refrigerante R-507,» Conforempresarial, Latinoamerica , Actualidad .

APÉNDICES

6. APÉNDICE A – EVIDENCIAS DEL TABLERO IMPLEMENTADO





7. APÉNDICE B – MANUAL DE USUARIO Y MANUAL DE SERVICIO



TABLERO AUTOMATIZADO ELÉCTRICO PARA UNA MÁQUINA DE HIELO TIPO ESCAMAS PARA UNA PRODUCCIÓN DE 4000 LIBRAS/DIARIAS

<p>Frio Extremo S.A. frioextremo.soporte@gmail.com</p>	<p>Tel.: 0968158445-0991913538 Av. Quíro 1812 y Ayacucho.</p>	
--	---	---

PRECAUCIÓN

Símbolos de precaución



Este símbolo tiene como objetivo alertar al usuario sobre la existencia de “voltaje peligroso” no aislado al interior de la cubierta del producto.



Este símbolo tiene como objetivo alertar al usuario sobre la existencia de importantes instrucciones de funcionamiento y mantenimiento de la máquina.

Recomendaciones de seguridad:

1. Lea estas instrucciones.
2. Guarde estas instrucciones.
3. Preste atención a todas las advertencias.
4. Siga todas las instrucciones.
5. La máquina se debe instalar en un lugar con buena ventilación.
6. Por seguridad solicite una conexión puesta a tierra, si la fuente de energía no la tiene, recurra a un profesional eléctrico para habilitar una.

Casos para consultar a un profesional

1. Para energizar la máquina.
2. El cable de alimentación presente daños o recalentamiento.
3. Cuando alguna señal de alarma se active.

¡Si la máquina presenta cualquier falla, solicite la presencia de personal técnico capacitado!

Contenido

PRECAUCIÓN	91
Símbolos de precaución	91
Recomendaciones de seguridad:	91
Casos para consultar a un profesional.....	91
INTRODUCCION	93
Forma y tipo de alimentación	93
OPERACIONES DE LA MAQUINA	93
Descripción de las pantallas.....	93
Pantalla 1.- Pantalla principal	93
Pantalla 2.- Sistema.....	94
Pantalla 3.- Alarmas.....	95
Pantalla 4.- KPI.....	96
Pantalla 4.1.- KPI B	97
Pantalla 5.- Configuración pantalla.....	98
Pantalla 6.- MTTO (Mantenimiento).....	99
Pantalla 6.1.- MTTO A (Registro de alarmas).....	100
Pantalla 6.2.- MTTO (Recolección de Gas).....	101

Pantalla 6.3.- MTTO (Ajuste de presiones)..... 101

INTRODUCCIÓN

El tablero eléctrico para la máquina de hielo de producción de 4000 libras diarias solo necesita fuente de alimentación y suministro de agua. Para la conexión remota se necesita una conexión WIFI con internet.

Forma y tipo de alimentación

La alimentación es monofásica 220V.

El calibre del conductor de la acometida es #4 AWG.

OPERACIONES DE LA MÁQUINA

Descripción de las pantallas

Pantalla 1.- Pantalla principal



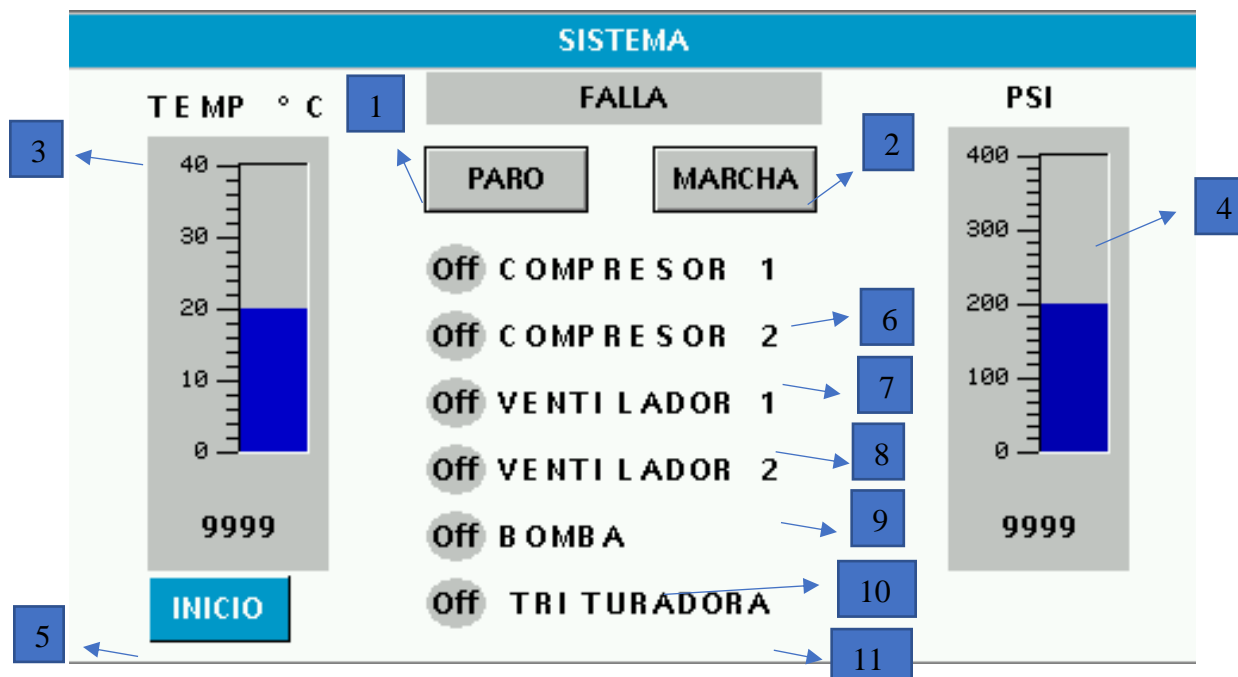
En la pantalla principal podemos encontrar el logotipo de la empresa y algunos botones que nos dirigen a otras pantallas secundarias.

En la siguiente tabla se detalla la descripción de cada elemento:

Número	Descripción
1	Hora, Minutos.
2	Fecha (mes, día, año).
3	Botón que direcciona a la pantalla sistema.
4	Botón que direcciona a la pantalla alarmas.
5	Botón que direcciona a la pantalla KPI (Key Performance Indicator).
6	Botón que direcciona a la configuración de la pantalla.
7	Botón que direcciona a la pantalla de mantenimiento.
8	Logotipo de la empresa.

Pantalla 2.- Sistema

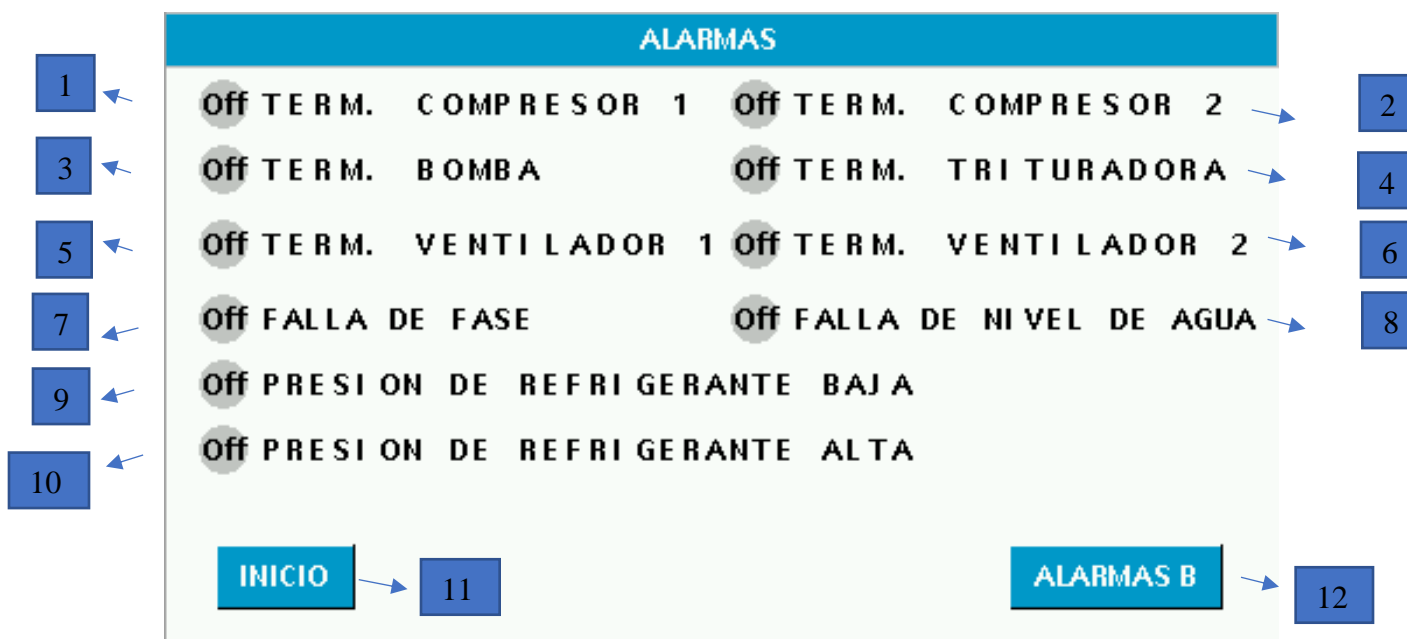
Esta pantalla muestra las variables de temperatura y presión que el sistema está obteniendo, indicadores de encendido y apagado de los equipos. Además de los botones de paro y marcha que sirven para encender o apagar la máquina.



Número	Descripción
1	Botón PARO, sirve para detener los actuadores de la máquina.
2	Botón MARCHA, sirve para dar marcha al sistema. Da inicio al arranque de actuadores.
3	Gráfico que representa la temperatura en grados Celsius de ingreso del agua.
4	Gráfico que representa la presión en PSI del refrigerante.
5	Botón INICIO sirve para direccionar a la PANTALLA PRINCIPAL.
6	Luz piloto de compresor 1 (Color verde representa activo).
7	Luz piloto compresor 2 (Color verde representa activo).
8	Luz piloto ventilador 1 (Color verde representa activo).
9	Luz piloto ventilador 2 (Color verde representa activo).
10	Luz piloto bomba (Color verde representa activo).
11	Luz piloto trituradora (Color verde representa activo).

Pantalla 3.- Alarmas

Esta pantalla indica las señales de alarma de cada uno de los elementos.



Número	Descripción
1	Luz piloto falla térmico compresor 1.
2	Luz piloto falla térmico compresor 2.
3	Luz piloto falla térmico motor eléctrico de la bomba de agua.
4	Luz piloto falla térmico motor eléctrico de la trituradora.
5	Luz piloto falla térmico motor eléctrico del ventilador 1.
6	Luz piloto falla térmico motor eléctrico del ventilador 2.
7	Luz piloto falla de fase (Por pérdida de fase o nivel alto o bajo de voltaje).
8	Luz piloto falla por nivel bajo de agua
9	Luz piloto falla por presión baja de refrigerante.
10	Luz piloto falla por presión alta de refrigerante.
11	Botón INICIO que direcciona a la pantalla principal.
12	Botón ALARMAS B, direcciona a la pantalla secundaria de alarmas.

Pantalla 4.- KPI

Esta pantalla muestra el KPI de ciclos diarios para estimar la producción de hielo.

KPI - CICLOS DIARIOS		
Fecha	Hora	N DE CICLOS
23/01/23	19:20	0
23/01/23	19:20	0
23/01/23	19:20	0
23/01/23	19:20	0
23/01/23	19:20	0
23/01/23	19:20	0
23/01/23	19:20	0
23/01/23	19:19	0

INICIO → 1

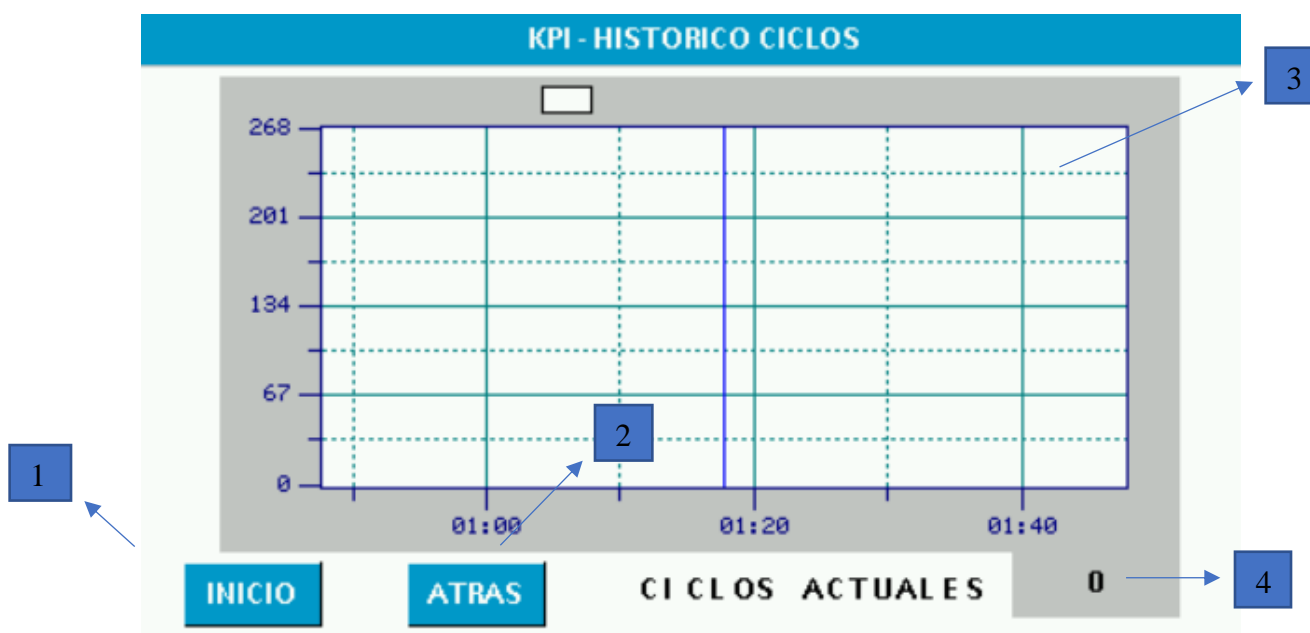
KPI B → 2

3

Numero	Descripción
1	Botón INICIO que direcciona a la pantalla principal.
2	Botón KPI B que direcciona a pantalla secundaria del indicador KPI.
3	Histórico de ciclos realizados por la máquina.

Pantalla 4.1.- KPI B

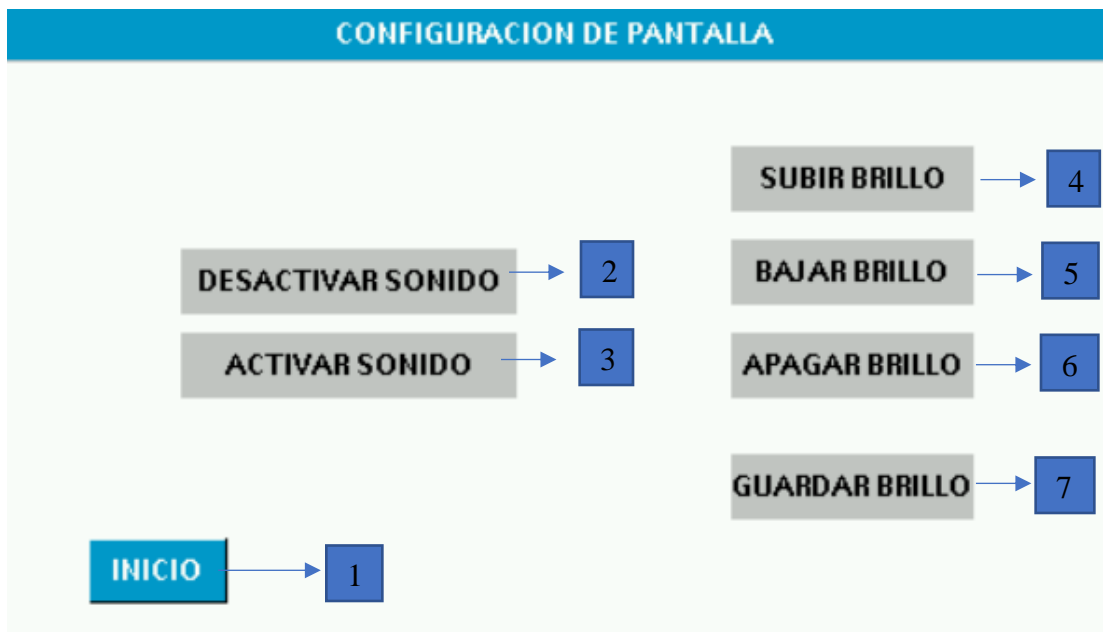
Esta pantalla muestra los datos históricos de los ciclos guardados por días dentro de una gráfica lineal.



Numero	Descripción
1	Botón INICIO direcciona a la pantalla principal
2	Botón ATRÁS direcciona a la pantalla KPI-CICLOS DIARIOS
3	Gráfico de histórico de ciclos por tiempo transcurrido.
4	Numero de ciclos diarios. Dados en números.

Pantalla 5.- Configuración de pantalla

En esta pantalla se puede configurar elementos básicos tales como subir brillo, bajar brillo etc.



Numero	Descripción
1	Botón INICIO que direcciona a la pantalla principal
2	Botón DESACTIVAR SONIDO, desactiva el sonido de la pantalla de manera que no suene al pulsar cualquier botón.
3	Botón ACTIVAR SONIDO, activa el sonido de la pantalla de manera que suene al pulsar cualquier botón.
4	Botón SUBIR BRILLO, sube el brillo a medida que se pulse el botón.
5	Botón BAJAR BRILLO, baja el brillo a medida que se pulse el botón.
6	Botón APAGAR BRILLO, apaga el brillo de la pantalla hasta que se vuelva a presionar en cualquier punto o se genere una alarma.
7	Botón GUARDAR BRILLO, se guarda el brillo seleccionado.

8. Pantalla 6.- MTTO (Mantenimiento)

Antes de ingresar a la pantalla de mantenimiento se debe ingresar una contraseña.

La contraseña de este equipo es **22**.

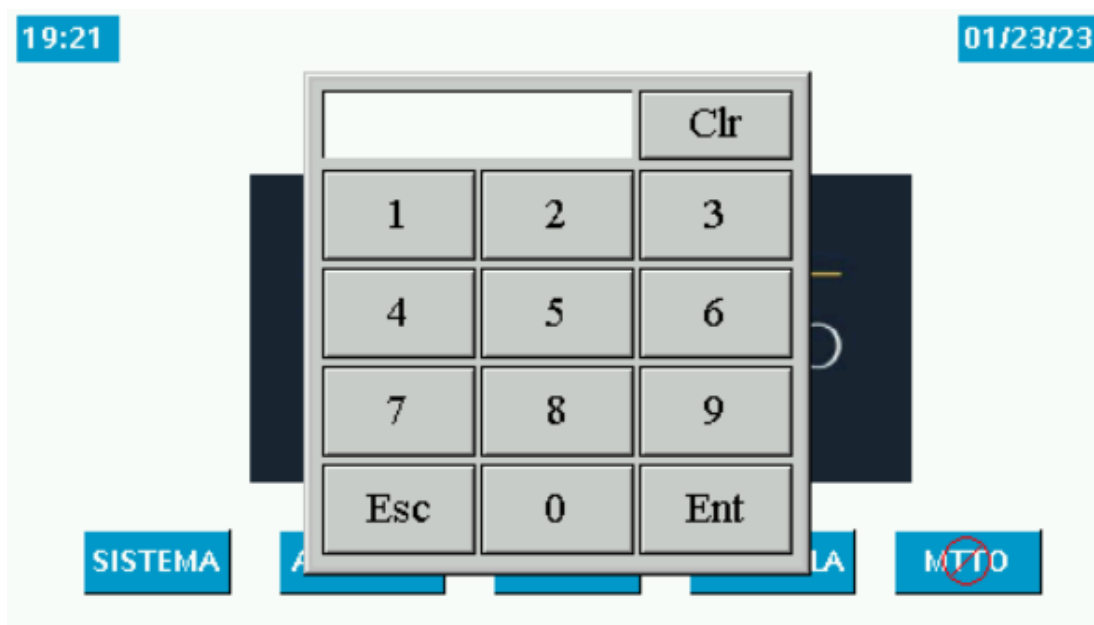
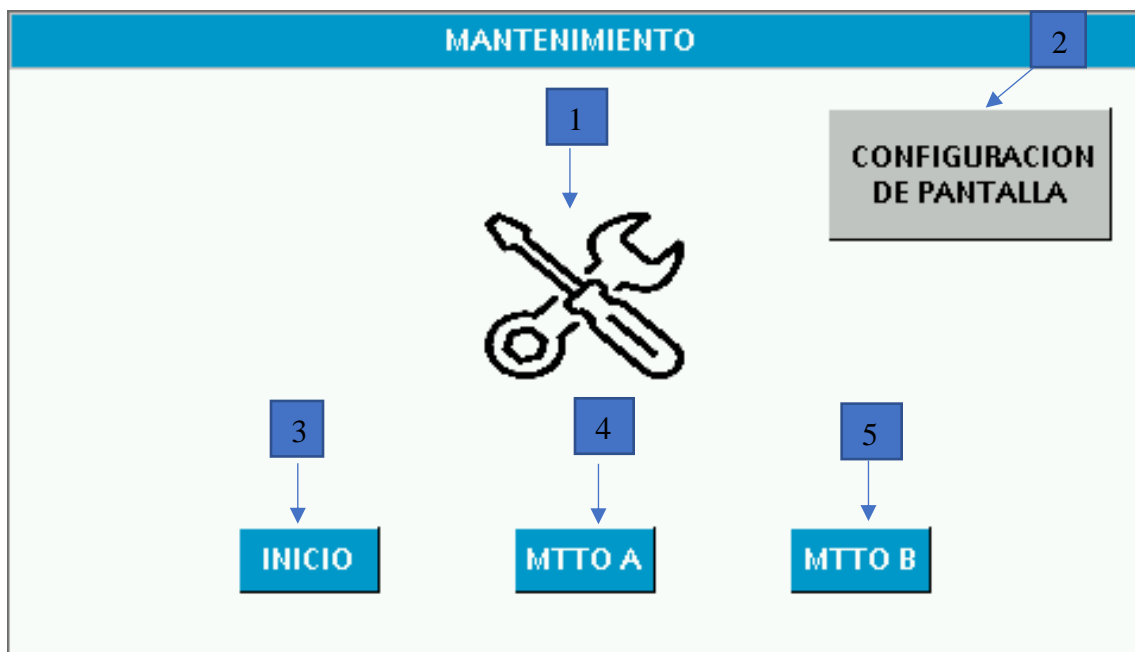


Ilustración 1.- Ingresar la contraseña 22

Una vez ingresada la contraseña, se muestra la pantalla general de mantenimiento.



Numero	Descripción
1	Imagen
2	Botón SALIR, direcciona a la pantalla de configuración general de la pantalla.
3	Botón INICIO, direcciona a la pantalla principal.
4	Botón MTTO A, direcciona a la pantalla de mantenimiento A
5	Botón MTTO B, direcciona a la pantalla de mantenimiento B

Pantalla 6.1.- MTTO A (Registro de alarmas)

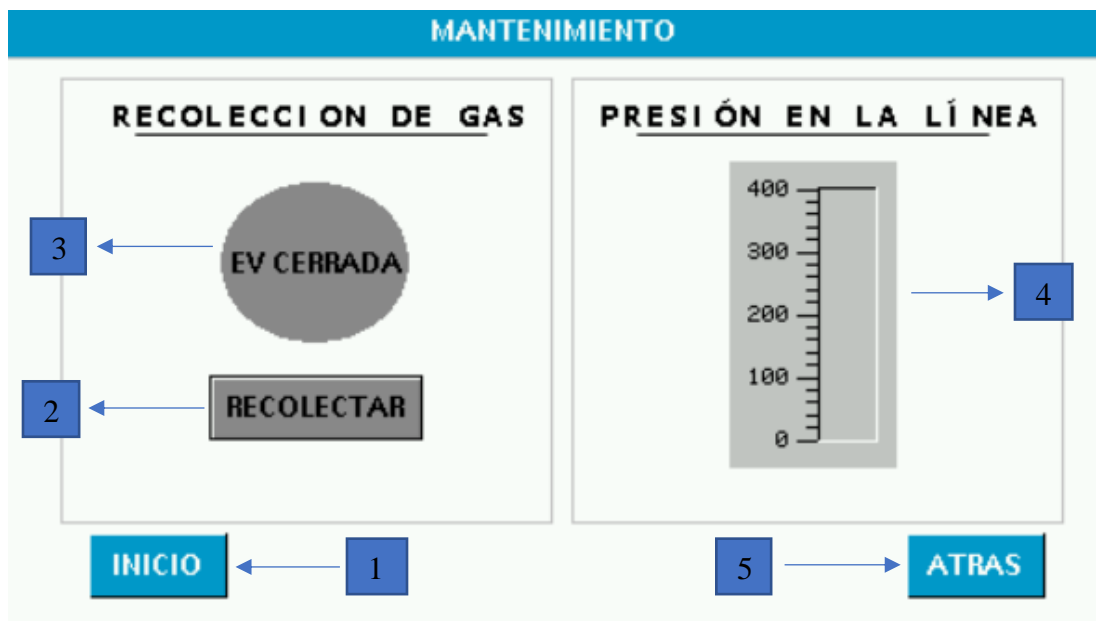
Esta pantalla muestra el registro de alarmas, la fecha, hora, el nivel, el estado de prioridad y el mensaje del equipo que presenta la falla.



Numero	Descripción
1	Cuadro de registro de alarmas.
2	Botón INICIO que direcciona a la pantalla principal.
3	Botón ATRÁS, que direcciona a la pantalla de mantenimiento general.

Pantalla 6.2.- MTTO (Recolección de Gas)

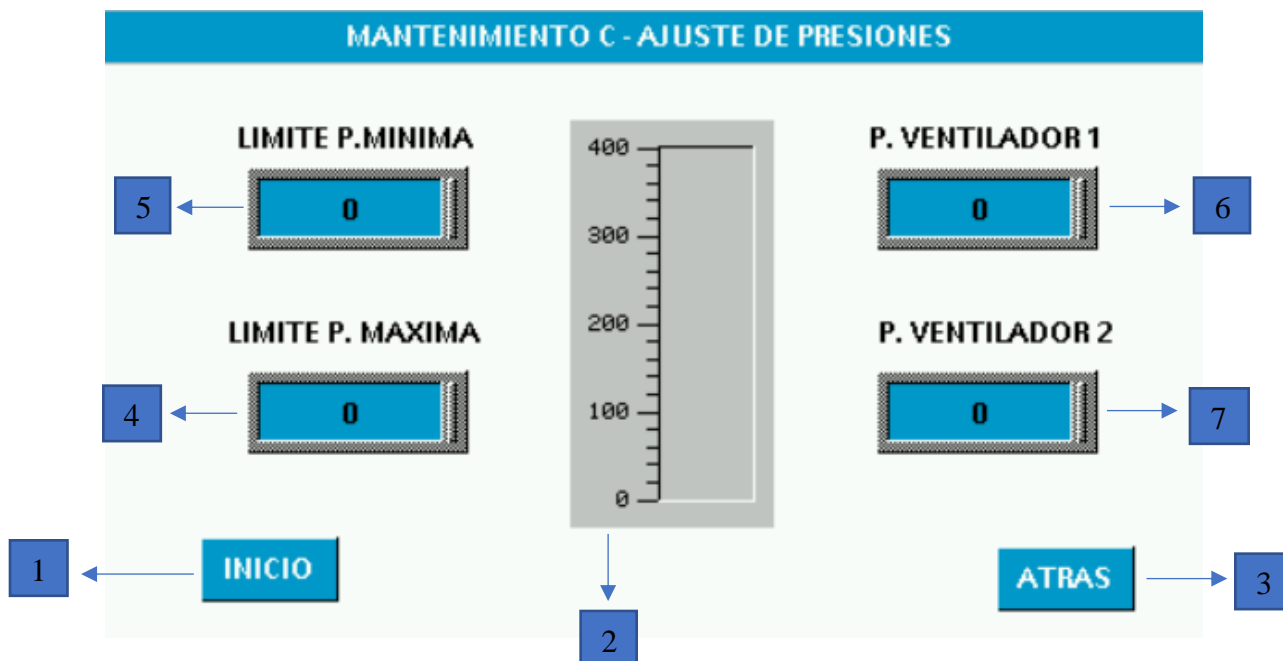
Esta pantalla permite recoger el Gas refrigerante de forma manual.



Numero	Descripción
1	Botón INICIO, direcciona a la pantalla principal.
2	Botón RECOLECTAR, cierra la válvula para recoger el gas.
3	Luz piloto, enciende a color verde cuando la válvula está cerrada.
4	Visualizador de presión del refrigerante en PSI.
5	Botón ATRÁS, para regresar a la pantalla de mantenimiento general.

Pantalla 6.3.- MTTO (Ajuste de presiones)

En esta sección se permite introducir manualmente las presiones mínimas y máximas para seguridad además de las presiones para los ventiladores.



Numero	Descripción
1	Botón INICIO, direcciona a la pantalla principal.
2	Visualizador de presión del refrigerante en PSI.
3	Botón ATRÁS, direcciona a la pantalla de mantenimiento general.
4	Digitalización por teclado de límite de presión máxima.
5	Digitalización por teclado de límite de presión mínima.
6	Digitalización por teclado de presión de ventilador 1.
7	Digitalización por teclado de presión de ventilador 2.

Operación del tablero

A continuación, se detallan las partes de la interfaz del tablero eléctrico.



Numero	Descripción
1	Pantalla INVT
2	Luz piloto que indica el encendido del compresor 1.
3	Luz piloto que indica el encendido del compresor 2.
4	Luz piloto que indica el encendido del motor eléctrico de la bomba de agua.
5	Luz piloto que indica el encendido del motor eléctrico de la trituradora.
6	Luz piloto que indica el encendido del motor eléctrico del ventilador 1.
7	Luz piloto que indica el encendido del motor eléctrico del ventilador 2.
8	Luz piloto que indica el accionamiento de la válvula solenoide.
9	Botón de paro de emergencia. Corta la alimentación a las salidas.
10	Selector o switch que corta la alimentación de las salidas.

8. APÉNDICE C – ESTIMACIÓN DE COSTOS AWS

Contact your AWS representative:
<https://aws.amazon.com/contact-us/>

Export date: 2/4/2023

Language: English

Estimate title: My Estimate

Estimate summary		
Upfront cost	Monthly cost	Total 12 months cost
0.00 USD	5.51 USD	66.13 USD
		Includes upfront cost

Detailed Estimate

Name	Group	Region	Upfront cost	Monthly cost
Amazon EC2	No group applied	US East (Ohio)	0.00 USD	3.25 USD

Description:

Config summary: Tenancy (Shared Instances), Operating system (Linux), DT Inbound: Internet (2 GB per month), DT Outbound: Internet (2 GB per month), DT Intra-Region: (0 TB per month), Workload (Consistent, Number of instances: 1), Snapshot Frequency (No snapshot storage), Enable (disabled), Advance EC2 instance (t4g.nano), Pricing strategy (On-Demand)

Amazon Simple Storage Service (S3)	No group applied	US East (Ohio)	0.00 USD	0.22 USD
------------------------------------	------------------	----------------	----------	----------

Description:

Config summary: S3 Standard storage (1 GB per month) DT Inbound: Internet (1 GB per month), DT Outbound: Internet (1 GB per month)

Amazon RDS Custom for Oracle	No group applied	US East (Ohio)	0.00 USD	2.05 USD
------------------------------	------------------	----------------	----------	----------

Description:

Config summary: Storage for each RDS Custom instance (General Purpose SSD (gp2)), Storage amount (10 MB), Instance type (db.r5.large), Number of RDS Custom for Oracle instances (1), Utilization (On-Demand only) (1 %Utilized/Month), License (Customer-provided), Database edition (Enterprise), Deployment option (Single-AZ)

9. APÉNDICE D – PROYECTO LOGO SOFT COMFORT

Comment
<p>PROYECTO INTEGRADOR: Diseño De Un Sistema Automatizado Para Una Máquina Fabricadora De Hielo Con Alimentación Monofásica Para Una Producción De 4000 Libras Diarias Para La Empresa "Frio Extremo S.A." De La Ciudad De Guayaquil.</p> <p>ELABORADO POR: Quimis Rivera Lenin Alejandro Chavez Angulo Alex Edward Escuela Superior Politécnica Del Litoral Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación Guayaquil, Ecuador 2022</p>

Module Address	
IP Address	192.168.100.6
Subnet Mask:	255.255.255.0
Default gateway	192.168.100.156
Connection1 (Server)	
Local Properties(Server)	
TSAP: 20.00	
Accept all connection requests	
Remote Properties(Client)	
TSAP: 10.00	

Conexion	Label
I1	TERMINO COMPRESOR1
I2	TERMINO COMPRESOR2
I3	TERMINO BOMBA
I4	TERMINO TRITURADORA
I5	TERMINO MOTOR VENTILADOR 1
I6	TERMINO MOTOR VENTILADOR 2
I9	FALLA DE FASE
I10	BAJO NIVEL DE AGUA
AM5	
AM4	
AM13	
AM14	
AM15	
AM16	
AM17	
AM18	
AM28	
AM21	
AM22	
M1	FIBRO FM
M2	MARCA FM
M3	ALAMBRA DE FALLA
M4	CORREA LIMPIE FM
M5	ALAMBRA TERMINO COMPRESOR1
M6	ALAMBRA TERMINO COMPRESOR2
M7	ALAMBRA TERMINO BOMBA
M8	ALAMBRA TERMINO TRITURADORA
M9	ALAMBRA TERMINO MOTOR VENTILADOR 1
M11	ALAMBRA TERMINO MOTOR VENTILADOR 2
M12	ALAMBRA SALA PRESION
M13	ALAMBRA SOBREPRESION
M14	ALAMBRA FALLA DE FASE
M15	ALAMBRA BAJO NIVEL DE AGUA
M16	
M17	
Q1	COMPRESOR 1
Q2	COMPRESOR 2
Q3	BOMBA DE AGUA
Q4	SET. BOSHIELD
Q5	MOTOR VENTILADOR 1
Q6	MOTOR VENTILADOR 2
Q7	SOLENOIDE

Usuario	JAMES CHAVEZ	Proyecto	AGUAS DE TUNJA	Empresa	SAO - SIDA CONSULTING
Fecha		Fecha de Emision		Analista	
Drawn	17/02/2011 10:00:00 AM	Rev.	NO EXISTEN (SIN DIBUJO)	Page	11