



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL
AUTOMÁTICO Y ENVÍO DE DATOS DE
TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN
EN LA PLANTA HORTIFRUTÍCOLA AMBATO C.A -
PLANHOFA”**

**BUITRON SILVA JAVIER DANILO
SHAGÑAY PUCHA SEGUNDO MANUEL**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA - ECUADOR

2015

E S P O C H

Facultad de Mecánica

C E R T I F I C A D O D E A P R O B A C I Ó N D E T E S I S

2014-08-04

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JAVIER DANILO BUITRON SILVA

Titulada:

“MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y ENVÍO DE DATOS DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN EN LA PLANTA HORTIFRUTÍCOLA AMBATO C.A- PLANHOFA”

Sea aceptada con o parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

I N G E N I E R O M E C Á N I C O

Ing. Marco Santillán Gallegos

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Lem a M .
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ángel Silva C.

ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-08-04

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

SEGUNDO MANUEL SHAGÑAY PUCHA

Titulada:

“MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y ENVÍO DE DATOS DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN EN LA PLANTA HORTIFRUTÍCOLA AMBATO C.A - PLANHOFA”

Sea aceptada con o parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Marco Santillán Gallegos

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Lema M.

DIRECTOR DE TESIS

ASESOR DE TESIS

Ing. Ángel Silva C.

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JAVIER DANILO BUITRON SILVA

TÍTULO DE LA TESIS: “MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y ENVÍO DE DATOS DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN EN LA PLANTA HORTIFRUTÍCOLA AMBATO C.A. - PLANHOFA”

Fecha de Examinación: 2015-04-28

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Mario Pastor R. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jorge Lema DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Ángel Silva ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Mario Pastor R.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: SEGUNDO MANUEL SHAGÑAY PUCHA

TÍTULO DE LA TESIS: “MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y ENVÍO DE DATOS DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN EN LA PLANTA HORTIFRUTÍCOLA AMBATO C.A. - PLANHOFA”

Fecha de Examinación: 2015-04-28

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Mario Pastor R. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jorge Lema DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Ángel Silva ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Mario Pastor R.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

D E R E C H O S D E A U T O R Í A

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Javier Danilo Buitrón SilvaSegundo Manuel Shagñay Pucha

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mi madre quien me apoyo en toda mi carrera. A mi hermana Lorena, tíos: Juan, Washington, Luis, a mis primos: Darío, Vinicio y a todos quienes me apoyaron económica y moralmente para finalizar este paso más en mi vida como profesional.

Javier Buitrón Silva

Dedico la presente tesis a mis queridos padres Víctor y Juana por apoyarme y brindado los recursos necesarios en todo momento por los ejemplos de perseverancia, constancia y humildad que los caracteriza y que me han infundado en mi vida.

A mis hermanos y hermanas, por el apoyo incondicional ya sea económico y moral que me brindaron en todo momento, con quienes compartimos momentos difíciles y a pesar de todo eso hicieron posible para que cumpla este gran objetivo en mi vida.

¡Lo Logre!

Segundo Shagñay Pucha

A G R A D E C I M I E N T O

Agradezco a dios por darme salud y vida, a mi madre quien me apoyo en toda mi carrera. A mi hermana Lorena, tíos: Juan, Washington, Luis, a mis primos: Darío, Vinicio y a todos quienes me apoyaron económica y moralmente para finalizar este paso más en mi carrera como profesional. A la empresa Planhofa C.A en especial a Ing. Homero Medina gerente general por permitirnos realizar la tesis en esta institución, al personal de mantenimiento, bodega y producción que nos facilitaron su apoyo para finalizar este proyecto. Finalmente agradezco a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica por compartir sus conocimientos como ser buenas personas y profesionales.

Javier Buitrón Silva

Agradezco, a la empresa PLANHOFA por brindarme las facilidades para desarrollar el presente proyecto, al Tlgo. Vinicio Balladares que nos brindó su apoyo durante la realización del proyecto en la empresa. Agradezco también a mis profesores y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, que con su aporte nos permiten formarnos como profesionales para la sociedad.

Agradezco, a mis padres por haberme dado la vida y la oportunidad de superarme siendo un ejemplo de vida, responsabilidad y lucha diaria; a mis hermanos por su constante apoyo y ejemplo de superación.

Y como olvidar a mis queridos amigos con quienes compartimos momentos de triunfos y derrotas durante nuestra carrera, en especial a aquellos que demostraron lealtad y cariño sinceros.

Segundo Shagñay Pucha

C O N T E N I D O

P á g .

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación	2
1.2.1	<i>Justificación técnica</i>	2
1.2.2	<i>Justificación económica</i>	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	2
2.	MARCO TEÓRICO	4
2.1	La empresa PLANHOFA	4
2.2	Cámaras de refrigeración en el estado actual del arte	5
2.2.1	<i>Evolución de los modelos de las cámaras de refrigeración de la empresa ZANOTTI</i>	5
2.2.1.1	<i>Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1962 a 1982</i>	5
2.2.1.2	<i>Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1982 a 1990</i>	6
2.2.1.3	<i>Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1990 a 1996</i>	6
2.2.1.4	<i>Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1996 en la actualidad</i>	7
2.2.2	<i>Cámara de refrigeración actualmente fabricada</i>	7
2.3	Conceptos fundamentales sobre refrigeración	8
2.3.1	<i>Introducción</i>	9
2.3.2	<i>Aplicaciones de la refrigeración</i>	9
2.3.3	<i>Compresión de vapor</i>	9
2.3.4	<i>Ciclo de refrigeración teórico por compresión mecánica</i>	9
2.3.4.1	<i>El proceso de compresión</i>	10
2.3.4.2	<i>El proceso de condensación</i>	11
2.3.4.3	<i>El proceso de expansión</i>	11
2.3.4.4	<i>El proceso de evaporación</i>	11
2.4	Elementos del sistema de refrigeración por compresión mecánica	11

2.4.1	<i>Compresor</i>	12
2.4.1.1	<i>Compresores semiherméticos</i>	12
2.4.2	<i>Condensadores</i>	13
2.4.2.1	<i>Condensadores de aire</i>	13
2.4.3	<i>Evaporador</i>	14
2.4.3.1	<i>Evaporador de aire forzado</i>	14
2.4.4	<i>Elementos de regulación y control</i>	14
2.4.4.1	<i>Válvulas para el control del flujo refrigerante</i>	14
2.4.4.2	<i>Válvulas de expansión termostáticas</i>	15
2.4.4.3	<i>Válvulas solenoides (o electroválvula)</i>	15
2.4.4.4	<i>Válvula reguladora de presión de evaporación</i>	16
2.4.4.5	<i>Presostatos</i>	17
2.4.4.6	<i>Termostatos</i>	18
2.4.4.7	<i>Filtro secador o deshidratador</i>	18
2.4.4.8	<i>Recipiente de líquido o acumulador</i>	19
2.4.4.9	<i>Manómetros</i>	19
2.5	<i>Sistema de control</i>	20
2.5.1	<i>Control automático</i>	21
2.5.2	<i>Controlador para refrigeración con deshielo con tiempo real y salida serial</i>	22
2.5.2.1	<i>Aplicaciones</i>	22
2.5.3	<i>Tipos de señales</i>	22
2.5.3.1	<i>Señales digitales</i>	23
2.5.3.2	<i>Señales analógicas</i>	23
2.6	<i>Adquisición de datos</i>	23
2.7	<i>Definición de SCADA</i>	24
3.	ANÁLISIS DEL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN, DEL SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN	26
3.1	<i>Descripción de los eventos en refrigeración</i>	27
3.1.1	<i>Ciclo de refrigeración</i>	27
3.1.2	<i>Ciclo de deshielo</i>	27
3.2	<i>Análisis de las cámaras</i>	28
3.2.1	<i>Análisis de los equipos de refrigeración</i>	28

3.2.1.1	<i>Ventiladores condensador y evaporador</i>	30
3.2.1.2	<i>Compresor</i>	31
3.2.2	<i>Análisis del sistema eléctrico y control</i>	31
3.2.2.1	<i>Sistema de alimentación eléctrica</i>	32
3.2.2.2	<i>Temporizado</i>	32
3.2.2.3	<i>Termostatos</i>	33
3.2.2.4	<i>Presostatos</i>	33
3.2.3	<i>Indicador de temperatura</i>	34
3.2.4	<i>Puerta y mecanismo de apertura</i>	34
3.3	<i>Análisis del circuito eléctrico de potencia y control</i>	35
3.3.1	<i>Diagrama de potencia</i>	35
3.3.2	<i>Diagrama de control</i>	35
3.3.3	<i>Interpretación del circuito eléctrico de control</i>	36
3.3.3.1	<i>Refrigeración</i>	36
3.3.3.2	<i>Ventiladores del evaporador</i>	36
3.3.3.3	<i>Ventiladores del condensador</i>	37
3.3.3.4	<i>Descongelamiento</i>	38
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL Y	
	ADQUISICIÓN DE DATOS	39
4.1	<i>Diseño del nuevo sistema de control</i>	39
4.1.1	<i>Selección del controlador</i>	39
4.1.2	<i>Características de controlador FULL GAUGE TC 900 Ri clock</i>	40
4.1.2.1	<i>Esquema de conexión</i>	41
4.1.3	<i>Diagrama de control con el controlador TC900Ri clock</i>	41
4.1.4	<i>Implementación del nuevo sistema de control</i>	42
4.1.4.1	<i>Cambio de los ventiladores del evaporador y del condensador</i>	42
4.1.4.2	<i>Cambio de los fusibles por breakers</i>	43
4.1.4.3	<i>Cambio del cableado</i>	43
4.1.4.4	<i>Conexión e instalación del controlador</i>	44
4.2	<i>Indicador de temperatura y automatización de las luminarias</i>	45
4.2.1	<i>Sensor PT100</i>	45
4.2.1.1	<i>Ventajas del sensor Ptl00</i>	48
4.2.2	<i>LCD Shield</i>	48

4.2.3	<i>Programación de la tarjeta Arduino Mega 2560 ..</i>	49
4.2.4	<i>Automatización de las luminarias de los cuartos fríos ..</i>	50
4.2.4.1	<i>Sensor fotoeléctrico ..</i>	50
4.2.4.2	<i>Relé de 5V. 2 canales ..</i>	50
4.2.5	<i>Instalación de los sensores y relé ..</i>	51
4.2.5.1	<i>Instalación del sensor PT100 ..</i>	51
4.2.5.2	<i>Instalación de la tarjeta Arduino y la LCD ..</i>	52
4.2.5.3	<i>Instalación del sensor fotoeléctrico ..</i>	53
4.3	<i>Comunicación entre controlador y ordenador ..</i>	53
4.3.1	<i>Tipos de comunicación ..</i>	54
4.3.1.1	<i>Comunicación inalámbrica ..</i>	54
4.3.1.1	<i>Radio frecuencia ..</i>	54
4.3.1.2	<i>Ethernet ..</i>	56
4.3.1.3	<i>Wi-fi ..</i>	58
4.3.2	<i>Selección del tipo de comunicación ..</i>	58
4.3.3	<i>Redes de control y redes de datos ..</i>	59
4.3.4	<i>Beneficios de las redes industriales ..</i>	60
4.4	<i>Envío de datos de temperatura de la cámara de refrigeración ..</i>	60
4.4.1	<i>Modem o interfaz CONV32 USB ..</i>	61
4.4.1.1	<i>Especificaciones técnicas ..</i>	61
4.4.2	<i>Sitrad (Software del controlador FULL GAUGE) ..</i>	62
4.4.2.1	<i>Instalación de la interfaz serial o USB ..</i>	62
4.4.2.2	<i>Pantalla principal ..</i>	63
4.5	<i>Adquisición de datos ..</i>	64
4.5.1	<i>Placa Arduino Mega 2560 ..</i>	64
4.5.2	<i>Arduino Ethernet Shield ..</i>	65
4.6	<i>Programación adquisición de datos del panel de control ..</i>	67
4.6.1	<i>Programación placa Arduino ..</i>	68
4.6.2	<i>Programación en Microsoft Visual Estudio Express ..</i>	72
4.7	<i>Implementación de la adquisición de alerta de fallas del panel de control ..</i>	83
4.7.1	<i>Conexión de relés auxiliares ..</i>	83
4.7.2	<i>Cableado de las señales ..</i>	84
4.7.3	<i>Conexión de la tarjeta Arduino ..</i>	85

5.	PRUEBAS DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN	86
5.1	Pruebas del controlador instalado	86
5.2	Pruebas del visor y de la automatización de las luminarias.....	87
5.3	Pruebas y reportes del programa Sitrad.....	89
5.4	Pruebas de la adquisición de datos del panel de control.....	91
5.4.1	<i>Informes del software de adquisición de datos</i>	93
6.	ANÁLISIS DE COSTOS	95
6.1	Costos de los equipos adquiridos.....	95
6.1.1	<i>Costos de equipos para el sistema de control</i>	95
6.1.2	<i>Costos de los equipos para adquisición de datos</i>	96
6.1.3	<i>Costos de los equipos para el control automático de las luminarias y visor de temperatura</i>	96
6.1.4	<i>Costos de mano de obra</i>	97
6.2	Análisis de costos.....	97
6.2.1	<i>Determinación de los costos totales</i>	98
6.2.1.1	<i>Costos directos o costos de equipos</i>	98
6.2.1.2	<i>Sueldo y salarios de mano de obra directa</i>	98
6.3	Resultados del análisis de los costos.....	99
7.	MANUAL DE OPERACIÓN, ANÁLISIS DE FALLAS DE LOS EQUIPOS, TUTORIALES DE LOS SOFTWARE Y PLAN DE MANTENIMIENTO	100
7.1	Manual de funcionamiento de los equipos	100
7.1.1	<i>Puesta en marcha del equipo de refrigeración</i>	100
7.1.2	<i>Uso de las luminarias automatizadas</i>	101
7.2	Análisis de posibles fallas en los equipos y adquisición de datos	102
7.2.1	<i>Análisis de fallas en la válvula de expansión</i>	102
7.2.2	<i>Análisis de fallas en la válvula solenoide</i>	107
7.2.3	<i>Análisis de fallas en los filtros y visores</i>	110
7.2.4	<i>Análisis de fallas en presostatos</i>	111
7.2.5	<i>Análisis de fallas en el compresor</i>	112
7.2.6	<i>Mantenimiento de los evaporadores</i>	115

7.2.7	<i>Análisis de fallas en los ventiladores</i>	116
7.2.8	<i>Análisis de fallas en el envío de datos</i>	117
7.3	M anual de operación del Sitrad	118
7.3.1	<i>Instalación del programa Sitrad</i>	118
7.3.2	<i>De la pantalla principal</i>	119
7.3.3	<i>Parámetros</i>	120
7.3.4	<i>Alarmas del Sitrad</i>	122
7.4	M anual de usuario del software para la adquisición de datos del panel de control	123
7.4.1	<i>Instalación</i>	123
7.4.2	<i>Pantalla principal</i>	124
7.4.3	<i>Cambio de contraseña</i>	126
7.5	M anuales de mantenimiento	126
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
8.1	Conclusiones.....	132
8.2	Recomendaciones.....	133

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Datos técnicos de la cámara actual fabricadas por Zanotti	8
2 Selección del controlador.....	39
3 Datos del sensor PT 100.....	45
4 Selección del tipo de comunicación	59
5 Características técnicas de la Arduino	65
6 Codificación de señales.....	67
7 Codificación de los colores de cables de cada señal.....	84
8 Costos de los equipos para el sistema de control.....	95
9 Costo de los equipos para adquisición de datos	96
10 Costos de equipos para el visor de temperatura	97
11 Costos de equipos.....	98
12 Costos de mano de obra	98
13 Análisis de fallas en la válvula de expansión.....	102
14 Análisis de fallas en válvulas solenoides	107
15 Análisis de fallas en filtros y visores	110
16 Análisis de fallas en presostatos.....	111
17 Análisis de fallas en el compresor.....	112
18 Análisis de fallas en los ventiladores	116
19 Análisis de fallas en el envío de datos	117
20 Plan de mantenimiento equipos de refrigeración	126
21 Plan de mantenimiento sistema de control y adquisición de datos	128
22 Plan de mantenimiento luminarias automáticas e indicador de temperatura	130

LISTA DE FIGURAS

Pág.		
1	Planta PLANHOF A	4
2	Cámaras de refrigeración en el periodo de 1962 a 1982	5
3	Cámaras de refrigeración en el periodo de 1982 a 1990	6
4	Cámaras de refrigeración en el periodo de 1990 a 1996	6
5	Cámaras de refrigeración en el periodo de 1996 en la actualidad	7
6	Cámara de refrigeración fija monoblock	7
7	Refrigeración por compresión mecánica	10
8	Diagrama presión-entalpía del ciclo teórico de refrigeración	10
9	Elementos de un sistema de refrigeración simple	12
10	Compresor semiherméticos	12
11	Condensador de tubo con aletas de circulación forzada	13
12	Evaporador de aire forzado	14
13	Presiones que actúan en la válvula de expansión termostática	15
14	Válvula solenoide normalmente cerrada	16
15	Válvula reguladora de presión de evaporación	16
16	Presostato de alta y baja combinado	17
17	Termostato	18
18	Filtro deshidratador	18
19	Manómetro de alta y baja presión	19
20	Esquema general de un sistema	20
21	Controlador TC 900Ri	22
22	Pantalla de un SCADA	25
23	Registro de temperatura (Junio, Julio, Agosto, Septiembre)	26
24	Cámara de refrigeración	29
25	Componentes de una cámara de refrigeración	29
26	Ventiladores	30
27	Compresor	31
28	Sistema eléctrico y de control	31
29	Fusibles y palanca de energización	32
30	Temporizador	33
31	Termostatos	33
32	Presostatos	33

33	Indicador de temperatura mecánico	34
34	Puerta de ingreso	35
35	Ventiladores del evaporador	37
36	Ventiladores del condensador	37
37	Controlador seleccionado	40
38	Conexión del controlador	41
39	Ventiladores antiguos, aspas y motor	42
40	Sistema de fusibles y breakers	43
41	Sistema de cableado	43
42	Conexión del controlador	44
43	Curva del sensor	47
44	Sensor PT100	47
45	LCD Shield	48
46	Sensor fotoeléctrico	50
47	Curva de respuesta del sensor inductivo	50
48	Relé de 5V. 2 canales	51
49	Instalación sensor Pt100	52
50	Conexión del sensor PT100	52
51	Instalación de la tarjeta Arduino	53
52	Instalación del sensor fotoeléctrico	53
53	Diagrama de una red industrial	60
54	Modem CONV32	61
55	Instalación de la interfaz	62
56	Pantalla principal Sitrad	63
57	Arduino Mega 2560	64
58	Arduino Ethernet Shield	65
59	Pantalla de inicio	72
60	Verificación de acceso	73
61	Cambio de contraseña	74
62	Pantalla principal	76
63	Informes	83
64	Conexión relés auxiliares	84
65	Cableado de las señales	84
66	Conexión de la tarjeta Arduino	86

67 Pruebas del controlador.....	87
68 Pruebas del visor de temperatura	88
69 Pruebas finales	89
70 Reporte generado	89
71 Reporte del ciclo de descongelamiento.....	90
72 Pruebas de la adquisición de datos.....	91
73 Pantalla principal de la adquisición de datos	92
74 Fusibles de alimentación de 100A	100
75 Perilla principal.....	101
76 Perilla selectora.....	101
77 Parámetros del Sitrad	120
78 Ajustes del deshielo	121
79 Agenda de instrumentos.....	122
80 Alarmas.....	122
81. Carpeta de instalación	123
82 Instalación.....	123
83 Progreso de instalación	124
84 Comprobar la instalación	124
85 Icono del programa	125
86 Ventana principal.....	125
87 Barra de estado.....	126

LISTA DE ABREVIACIONES

PLANHOFA	Planta Hortifrutícola Ambato S.A
ONG's	Organización no Gubernamental
PIC	Controlador de Interfaz Periférico
PLC	Controlador Lógico Programable
PC	Computador Personal
RAM	Random Access Memory
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
HDMI	Interfaz Multimedia de Alta Definición
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
RTD	Detector de Temperatura Resistivo
LCD	Pantalla de Cristal Líquido
RPM	Revoluciones Por Minuto
USB	Unidad de Bus Serial
FM	Frecuencia Modulada
AM	Amplitud Modulada
PWM	Pulso de Amplitud Modulada
CD	Disco Compacto
ROM	Read-only Memory

LISTA DE ANEXOS

A: Registro de temperatura

B: Parámetros de funcionamiento del equipo

C: Ficha técnica del refrigerante

D: Ficha técnica del equipo

E: Registro de temperatura implementado con el controlador TC 900 Riclock

F: Manual del controlador TC 900 Riclock

LISTA DE PLANOS

A: Diagrama de potencia

B: Diagrama de control primitivo

C: Diagrama de control nuevo

D: Circuito de potencia esquemático

E: Circuito de conexión esquemático

F: Vista de planta PLANHOFA

RESUMEN

La empresa PLANHOFA C.A. cuenta con cinco cámaras frigoríficas de 550m^3 de capacidad cada una, las cuales están funcionando desde 1988 que en la actualidad están presentando el problema en adquirir la temperatura de preservación del producto de -15°C registrándose un valor medio de -12°C .

En consecuencia se procedió a analizar las posibles averías de los diferentes componentes del sistema de refrigeración y control luego del cual se implementa las siguientes mejoras en el control de temperatura, en el registro de datos y la elaboración de una HMI interfaz hombre maquina realizando un programa en Microsoft Visual Studio Express, para lo cual se instaló el controlador TC 900 Ri clock y tarjetas ArduinoMega 2560. Manuales de Usuario y Plan de Mantenimiento del equipo para facilitar el manejo del operador. Adicionalmente se desarrolló la automatización de luminarias en el interior del cuarto, la implementación de un indicador de temperatura digital, el cambio de ventiladores, reparación de los mecanismos de apertura de la puerta de acceso a la cámara.

Finalmente con la modernización del sistema de control automático y envío de datos de temperatura se obtiene una estabilización de temperatura logrando así una disminución de 3°C del valor medio alcanzado en los meses anteriores a la implementación. Logrando obtener una adecuada conservación del producto de acuerdo a estándares requeridos.

ABSTRACT

PLANHOFA C.A. company has five cold stores with a capacity of 550m³ each one; they have been working since 1988. Currently, these cold stores are presenting problems in acquiring the product preservation temperature of -15°C by registering an average of 12°C.

Therefore, we proceeded to analyze the possible breakdowns of the different components of the cooling and control system. After that, it was implemented the following improvements: in the temperature of control, in the data register and the development of HMI (human-machine interface) by performing a program in Microsoft Visual Studio Express, for this the controller TC 900 Riclock and Arduino Mega 2560 cards were installed. User Manuals and Maintenance Plan of the equipment were developed in order to facilitate operator's handling. Additional, the automation of the lights in the room, the implementation of a digital temperature indicator, fan replacements, repair mechanisms for opening the door to access to the camera were also developed.

Finally, with the modernization of automatic control systems and sending temperature data, it is obtained temperature stabilization, achieving a decrease of 3°C in the average value reached in the last months before the implementation. Being able to obtain a proper conservation of product according to required standards.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Se emplea el término de refrigeración para indicar el mantenimiento de un cuerpo a una temperatura menor que la de sus alrededores, para mantener o producir esta baja temperatura, es necesario transferir calor desde el cuerpo o espacio por enfriar. Un refrigerador es un dispositivo que se emplea para lograr este efecto en base a gastar energía del exterior en forma de trabajo o de calor, o de ambos. Para que el refrigerador opere continuamente, es necesario, además que se disipe calor al sumidero externo, por lo general, a la atmósfera. De esta manera se puede considerar a los refrigeradores como máquinas de calor que trabajan en sentido inverso; para efectos de comparación con el criterio de Carnot.

Es conveniente clasificar las aplicaciones de la refrigeración en las siguientes categorías: doméstica, comercial, industrial y aire acondicionado. A veces se considera a la refrigeración aplicada al transporte como una categoría aparte; la refrigeración doméstica se utiliza en la preparación y conservación de alimentos, fabricación de hielo, y para enfriar bebidas en el hogar.

La refrigeración comercial se utiliza en las tiendas de venta al menudeo, restaurantes e instituciones, con los mismos fines que en el hogar. La refrigeración industrial es necesaria en la industria alimenticia para el procesamiento, preparación y preservación a gran escala.

En la actualidad los avances tecnológicos en el campo de aplicación del Ingeniero mecánico requiere un conocimiento basto y muy bien fundamentado de todos los procesos industriales modernos con instrumentos y equipos que permiten una alta eficiencia tanto en el funcionamiento como del desenvolvimiento en un proceso industrial reflejando un alto nivel de productividad en pequeñas y grandes industrias.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación técnica. Por el motivo de ser una empresa alimenticia es necesario la preservación del producto elaborado y de la materia prima por lo que se cuentan con cuartos frigoríficos. Los cuales llevan funcionando hasta la actualidad con los mismos controles de temperatura mecánicos por lo que se ha visto la necesidad de actualizar los equipos a sistemas de control automático, ya que los sistemas actualmente instalados son con componentes mecánicos los cuales con los años y la manipulación se han desgastado lo que provocan un inadecuado funcionamiento y fallas en la temperatura seteada, además del deterioro más rápidamente de los ventiladores del equipo de refrigeración. Por este motivo se opta por el cambio de ventiladores y del sistema de control, además de que los registros son llevados manualmente y las lecturas son observadas de un visor análogo de temperatura, por este motivo se optara el envío de datos de temperatura desde los cuartos de refrigeración hacia un ordenador en las oficinas del responsable de mantenimiento, lo que permitirá una mejor exactitud en los datos y con mayor frecuencia.

1.2.2 Justificación económica. Con el cambio del sistema de control de las cámaras de refrigeración y el envío de datos de temperatura de las cámaras el beneficio que se obtendrá es que el producto no se dañe por paros inesperados de los equipos y tiempos en los que está en reparación lo que provocan el deterioro del producto, por ende pérdidas económicas a la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Modernizar el sistema de control automático y realizar el envío de datos de temperatura de la cámara de refrigeración en la planta hortifrutícola Ambato C.A – PLANHOFA.

1.3.2 Objetivos específicos:

Analizar el estado del equipo y el circuito de control de la cámara de refrigeración.

Analizar los tipos de monitoreo de datos y envío de datos hacia el ordenador y selección de alternativa e implementar un software de envío y adquisición de datos.

Realizar un análisis de fallas de los diferentes equipos que componen el sistema de refrigeración, manuales de manejo del software y mantenimiento de equipos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La empresa PLANHOFA

Figura 1. Planta PLANHOFA



Fuente: (PRODUCCION.GOB.EC, 2013)

PLANHOFA se constituyó en 1988, mediante un esfuerzo coordinado entre instituciones públicas y ONG's ecuatorianas, con apoyo de la Cooperación Internacional y de pequeños y medianos productores organizados. Actualmente, sus proveedores son alrededor de 500 familias de pequeños agricultores, que acopian su producción mediante asociaciones de distintas regiones del país.

PLANHOFA procesa frutas para transformarlas en pulpas, néctares, mermeladas y jugos, y adicionalmente se dedica al acondicionamiento, embalaje y conservación de frutas y hortalizas variadas. Para ello compran toda su materia prima a productores nacionales.

La empresa distribuye sus productos a través de distintos canales y cadenas de autoservicios a nivel nacional, pero también vende sus concentrados, pulpas,

mermeladas y jaleas de frutas como insumos para productos más elaborados de compañías como: Ecuajugos – Nestlé, Resgaza, Refrescos sin Gas S.A., Solarex S.A. y Alpina S.A., además de varias empresas en el exterior.

Esta empresa que supera el millón de dólares de ventas al año, tiene la capacidad de producir diez veces más de lo que hoy en día elabora en su planta. El Ministerio de Agricultura trabajará para desarrollar todo ese potencial, y ampliarlo en beneficio de la mayor cantidad de actores posibles. (PRODUCCION.GOB.EC, 2013)

2.2 Cámaras de refrigeración en el estado actual del arte

2.2.1 *Evolución de los modelos de las cámaras de refrigeración de la empresa ZANOTTI.* La evolución de los equipos de la empresa ZANOTTI se basan en la necesidad de la empresa que la requiere, estos equipos van evolucionando o cambiando su forma, funcionamiento, eficiencia.

2.2.1.1 *Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1962 a 1982*

Figura 2. Cámaras de refrigeración en el periodo de 1962 a 1982



Fuente: <http://www.zanotti.com/es/empresa/quienes-somos>

2.2.1.2 Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1982 a 1990

Figura 3. Cámaras de refrigeración en el periodo de 1982 a 1990



Fuente: <http://www.zanotti.com/es/empresa/quienes-somos>

2.2.1.3 Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1990 a 1996

Figura 4. Cámaras de refrigeración en el periodo de 1990 a 1996



Fuente: <http://www.zanotti.com/es/empresa/quienes-somos>

2.2.1.4 *Evolución de las cámaras de refrigeración en el periodo de 1996 en la actualidad*

Figura 5. Cámaras de refrigeración en el periodo de 1996 en la actualidad



Fuente: <http://www.zanotti.com/es/empresa/quienes-somos>

2.2.2 *Cámara de refrigeración actualmente fabricada. Es un equipo para refrigeración fija tipo uniblock*

Modelo: **MRS251T01F**

Categoría: **Uniblock RS**

Figura 6. Cámara de refrigeración fija monoblock



Fuente: <http://www.zanotti.com/es/refrigeracion-fija/uniblock/rs>

Tabla 1. Datos técnicos de la cámara actual fabricadas por Zanotti

Características	U.M.	Valor
Temperatura trabajo	°C	+ 10 - -5
Arranque		PW
Voltaje	Volt-Ph-Hz	400/3N~/50
Absorción nominal	kW *	16,10
Absorción nominal	A *	34,90
Corriente de arranque	A	114,0
Corriente máxima	A	46,0
Refrigerante		R404A
Deshielo		Eléctrico
Calentadores para descongelar	W	17550
Masa	kg	770
COMPRESOR		
Tipo		Semihérmico
Potencia nominal	kW	14,7
CONDENSADOR		
Volumen de aire	m ³ /h	13700
EVAPORADOR		
Volumen de aire	m ³ /h	13700
Proyección aire	m **	25
Categoría PED		2

Fuente: <http://www.zanotti.com/es/videocatalogo>

2.3 Conceptos fundamentales sobre refrigeración

2.3.1 *Introducción.* La refrigeración es un proceso que consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o espacio a través de la extracción de calor de un refrigerante la cual se realiza en un intercambiador de calor llamado evaporador en la cual se logrando la disminución de la temperatura del cuerpo o espacio.

La sustancia o elemento de trabajo usado en sistemas de refrigeración por compresión se denomina refrigerante. (VALENZUELA, 2002)

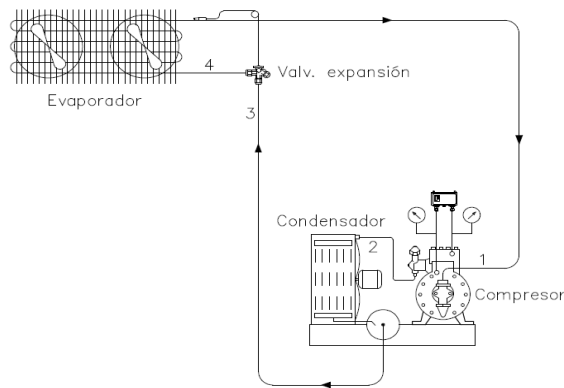
2.3.2 *Aplicaciones de la refrigeración.* La refrigeración se encuentra inmersa en varias aplicaciones, las mismas que se describen a continuación:

- Refrigeración doméstica.
- Refrigeración comercial.
- Refrigeración industrial.
- Refrigeración marina y de transportación.
- Acondicionamiento de aire para el confort humano
- Acondicionamiento de aire industrial.

2.3.3 *Compresión de vapor.* Es un método de refrigeración que consiste en forzar la circulación de un refrigerante en un circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en el evaporador y lo ceda en el condensador.

2.3.4 *Ciclo de refrigeración teórico por compresión mecánica.* En la figura 7 se muestra los elementos de un sistema de refrigeración por compresión mecánica de una etapa.

Figura 7. Refrigeración por compresión mecánica



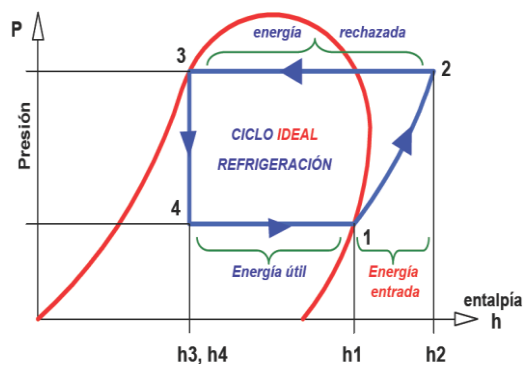
Fuente: FERNANDEZ, P. Termodinámica Técnica. 2da.ed. España: Irwin, 2003.

El ciclo de refrigeración ideal mecánica consta de cuatro procesos:

- 1-2 Compresión
- 2-3 Condensación
- 3-4 Expansión
- 4-1 Evaporación

En la figura siguiente se puede observar el funcionamiento de cada proceso del ciclo de Carnot. La figura 8 nos indica la variación del ciclo de Carnot según la presión y entalpía.

Figura 8. Diagrama presión-entalpía del ciclo teórico de refrigeración



Fuente: FERNANDEZ, P. Termodinámica Técnica. 2da.ed. España: Irwin, 2003.

2.3.4.1 El proceso de compresión. En el proceso de 1-2 es donde actúa el compresor el que cumple con dos funciones: la primera función es succionar el refrigerante

vaporizado desde la línea de succión, así disminuyendo la presión en el evaporador hasta un punto donde pueda mantenerse la temperatura de evaporación deseada. Otra función importante es comprimir ese refrigerante vaporizado, descargándole a una presión lo suficientemente alta por la línea de descarga, de modo que se produzca la condensación fácilmente.

2.3.4.2 *El proceso de condensación.* El proceso de 2-3 que se realiza en el condensador el mismo que es un intercambiador de calor, donde absorbe el calor del refrigerante y expulsa hacia el medio ambiente. En este proceso la temperatura y presión desciende hasta el punto de saturación donde el vapor se condensa pasando a un estado líquido.

2.3.4.3 *El proceso de expansión.* El proceso de 3-4 es donde actúa la válvula de expansión la misma que disminuye inmediatamente la presión y dosifica la cantidad de fluido refrigerante que debe ingresar al evaporador a entalpia constante hasta el punto 4.

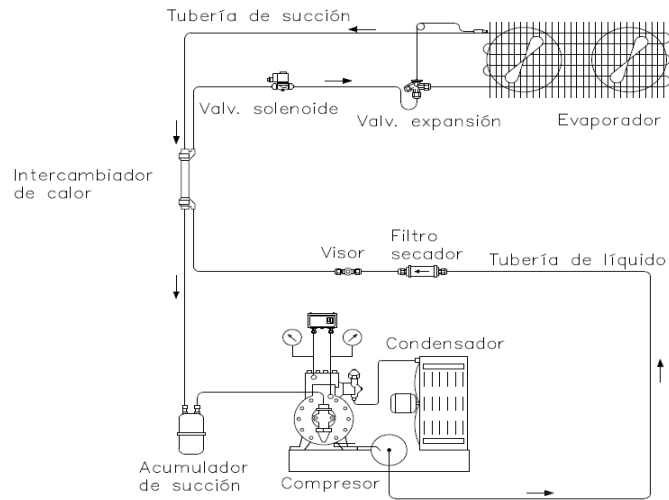
2.3.4.4 *El proceso de evaporación:* El proceso de 4-1 es donde actúa el evaporador donde extrae el calor del refrigerante que llega a baja temperatura. El evaporador recibe refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo entrega a baja presión y alta temperatura.

2.4 Elementos del sistema de refrigeración por compresión mecánica

Los cuatro elementos fundamentales de un ciclo de refrigeración por compresión mecánica son:

- a. Compresor
- b. Condensador
- c. Válvula de expansión
- d. Evaporador

Figura 9. Elementos de un sistema de refrigeración simple



Fuente: VALENZUELA, Ramiro R. Apuntes de Refrigeración. 2da.ed. Ecuador: Riobamba, 2002.

2.4.1 Compresor. Es el elemento fundamental de toda instalación de ciclo de refrigeración. Su función dentro del sistema de refrigeración, consiste en aspirar el fluido refrigerante a baja presión y temperatura, comprimirlo y descargarlo a una presión y temperatura tales que se pueda condensar.

2.4.1.1 Compresores semiherméticos. Se alcanza un máximo de seguridad incluso si a pesar de la segura protección, el motor se llegara a quemar, se impediría la contaminación, del circuito de frío gracias a un sistema de seguridad que lleva instalado.

Figura 10. Compresor semiherméticos



Fuente: Autores

2.4.2 *Condensadores.* Básicamente es un intercambiador de calor el cual cumple con la función de eliminar el recalentamiento del gas refrigerante que expulsa el compresor el cual a continuación es licuado. (VALENZUELA, 2002)

2.4.2.1 *Condensadores de aire.* Los condensadores de aire tienen las siguientes funciones importantes que cumplir:

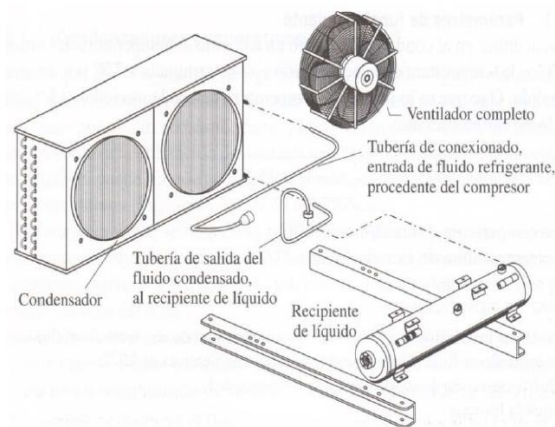
- Enfrían el vapor recalentado.
- Condensar el fluido.
- Expulsar el calor del gas refrigerante hacia el medio ambiente en este caso el aire.

Existen condensadores de tubo con aletas los mismos que se describen a continuación:

Los condensadores de tubos con aletas están contruidos de un serpentín de cobre y aletas de aluminio las mismas que están separadas entre sí. En este tipo de condensador la transferencia de calor se realiza a través del tubo y las aletas por lo que la superficie de transmisión es mucho mayor.

La transferencia de calor en este intercambiador es forzada mediante ventiladores, por lo que la aplicación de este condensador es muy importante en una industria ya que a igualdad de tamaño tendría mucho más capacidad de condensación. (FRANCO, 2003)

Figura 11. Condensador de tubo con aletas de circulación forzada



Fuente: FRANCO, M. Manual de Refrigeración. 2da.ed. España: Madrid, 2003.

2.4.3 Evaporador. Es un intercambiador de calor, en el cual el calor de la cámara o local pasa al interior del evaporador por efecto de la ebullición del fluido refrigerante en su interior y así esa temperatura disminuye transfiriéndose el calor hacia el gas refrigerante.(FRANCO, 2003)

2.4.3.1 Evaporador de aire forzado. Se denomina evaporador de aire forzado ya que la entrada y salida del aire se produce mediante ventiladores, dando lugar a que la separación entre las aletas sea menor que en los de circulación natural.

Figura 12. Evaporador de aire forzado



Fuente: TESIS UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. Diseño de una Cámara de Refrigeración para Zanahoria. Chile, 1998.

2.4.4 Elementos de regulación y control

2.4.4.1 Válvulas para el control del flujo refrigerante. La función de estos elementos es dosificar el refrigerante líquido que va al evaporador con una rapidez proporcional a la cual ocurre la vaporización en dicha unidad y mantener un diferencial de presión

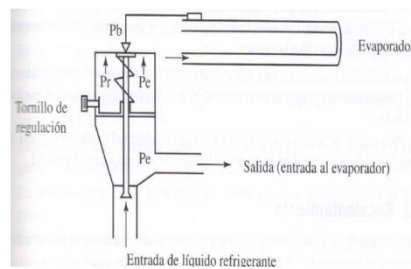
entre los lados de baja y alta presión. (TESIS UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 1988)

2.4.4.2 Válvulas de expansión termostáticas. Estas válvulas se encargan de regular la cantidad de fluido refrigerante, que debe ingresar en el evaporador. (FRANCO, 2003)

El funcionamiento de la válvula de expansión termostática es el siguiente:

A la entrada de la válvula, el fluido debe estar en estado de líquido 100% a la temperatura de condensación, a la salida estará en estado de mezcla de líquido y vapor; pero proporción del refrigerante deberá ser mucho mayor en estado líquido que en estado de vapor para lograr un buen rendimiento.

Figura 13. Presiones que actúan en la válvula de expansión termostática



Fuente: FRANCO, M. M. Manual de Refrigeración. 2da. ed. España: Madrid, 2003.

2.4.4.3 Válvulas solenoides (o electroválvula). Es una válvula electromagnética la misma que controla el paso de gas en los sistemas neumáticos y del fluido en los sistemas hidráulicos por medio de un impulso eléctrico la misma que trabaja junto con un muelle diseñado para devolver a la válvula a su posición neutral cuando el solenoide se desactive. Esta válvula solenoide consta de dos partes distintas: un solenoide (bobina eléctrica) y el cuerpo de la válvula. (FRANCO, 2003)

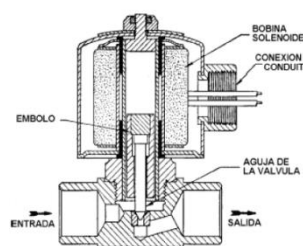
Hay dos tipos de válvulas solenoides:

- de acción directa
- operadas con piloto

La válvula solenoide es muy importante en la refrigeración ya que es esta válvula la que da paso al refrigerante, esta válvula en muchos casos reciben señales para su activación de contactores.

Esta válvula se utiliza en la refrigeración para una eficiente interceptación del refrigerante y evitar una sobrecarga en el evaporador durante los períodos de parada del compresor.

Figura 14. Válvula solenoide normalmente cerrada

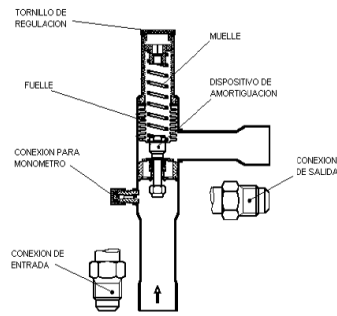


Fuente: VALENZUELA, Ramiro R. Apuntes de Refrigeración. 2da.ed. Ecuador: Riobamba, 2002.

2.4.4.4 *Válvula reguladora de presión de evaporación.* La válvula reguladora de presión se utiliza para:

1. Mantener una presión de evaporación constante y por tanto una temperatura constante en la superficie del evaporador.
2. Proteger contra una presión de evaporación demasiado baja. El regulador cierra cuando la presión de evaporación disminuye por debajo del valor ajustado.
3. Diferencia la presión de evaporación en una instalación frigorífica con un solo compresor y varios evaporadores con diferentes temperaturas de evaporación.

Figura 15. Válvula reguladora de presión de evaporación



Fuente: DANFOSS. Reguladores de presión de evaporación KVP. 2da.ed. Dinamarca, 2008.

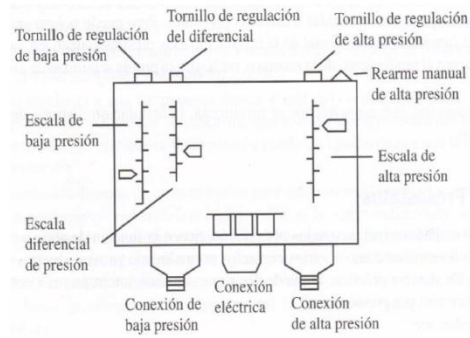
2.4.4.5 Presostatos. Estos son aparatos que se activan mediante presión, la función que cumplen es de abrir o cerrar un circuito mediante contactos normalmente ya sea abierto o cerrado. Se puede decir que son interruptores eléctricos que funcionan con presión.(FRANCO, 2003)

Pueden ser:

a) Presostatos de alta presión. Estos se encuentran en la parte de la descarga del compresor, su función es impedir que en la zona de alta presión alcancen valores muy elevados. Estos se regulan a una presión determinada una vez que la instalación llega a la esa presión este presostato desconecta el compresor así protegiendo el rendimiento de la instalación y la seguridad del personal.

b) Presostatos de baja presión. Estos están conectados a la aspiración del compresor, su función es evitar que la presión, en la zona de baja, pueda “caer” por debajo de la presión atmosférica y así evitando que eso afecte a la instalación. Este Presostatos debe encontrarse regulado siempre por encima de la presión atmosférica.(FRANCO, 2003)

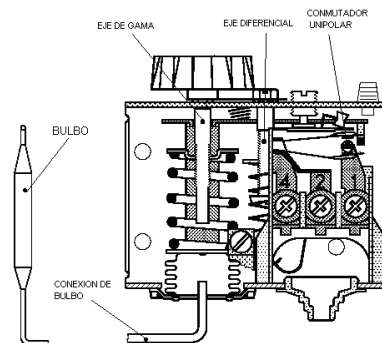
Figura 16. Presostato de alta y baja combinado



Fuente:FRANCO, M. Manual de Refrigeración. 2da.ed. España: Madrid, 2003

2.4.4.6 Termostatos. Este elemento controla la temperatura de la cámara. A través de contactos ya sean abiertos o cerrados los mismos que activan a un circuito eléctrico cuando alcanza la temperatura de regulación. Se puede decir que es un conmutador eléctrico que funciona por temperatura.(FRANCO, 2003)

Figura 17. Termostato

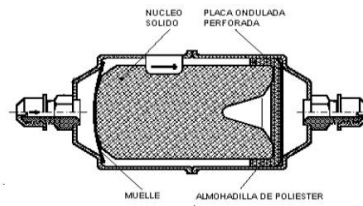


Fuente:FRANCO, M. Manual de Refrigeración. 2da.ed. España: Madrid, 2003

2.4.4.7 Filtro secador o deshidratador. Siempre el aire del ambiente contiene una humedad el mismo que al ingresar al sistema podría ocasionar fallas en el ciclo. El objetivo de este elemento es eliminar esa humedad contenida en el gas refrigerante y así evitando la acumulación de sales oxidas en la superficie de los tubos y así disminuyendo la eficiencia del sistema.

Los filtros de humedad además de eliminar la humedad del refrigerante también retienen impurezas.(FRANCO, 2003)

Figura 18. Filtro deshidratador



Fuente:FRANCO, M. Manual de Refrigeración. 2da.ed. España: Madrid, 2003

2.4.4.8 Recipiente de líquido o acumulador. Este puede ser vertical u horizontal. Se la instala a la salida del condensador.

El refrigerante que expulsa el condensador es enviado al acumulador para mantener una reserva de líquido para poder cubrir según la demanda que el sistema requiera. También sirven para recoger el fluido refrigerante de la instalación en caso de avería o que se quiera desmontar algún elemento.

2.4.4.9 Manómetros. Estos forman una herramienta principal de servicio para comprobar el funcionamiento del sistema.

En un sistema de refrigeración existen varios tipos de manómetros, a continuación en las figuras se muestran los tipos de manómetros

Figura 19. Manómetro de alta y baja presión



Fuente:TESIS ESPOL. Diseño de Dos Cámara de Conservación y Congelación. Ecuador: Guayaquil, 2000.

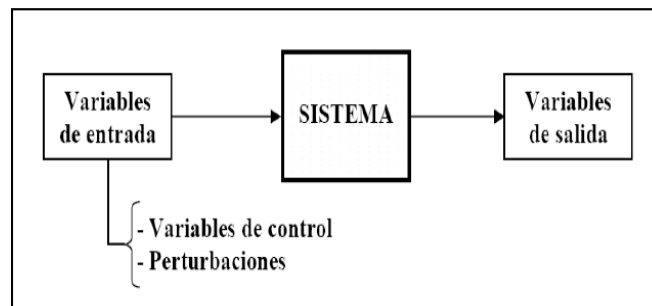
Existen los manómetros de baja y alta presión los mismos que controlan que la máquina de refrigeración se encuentre entre los rangos de funcionamiento, otro manómetro existente en un sistema de refrigeración es aquel que controla la presión de aceite del compresor para así evitar averías en el compresor.

2.5 Sistema de control

Un sistema de control puede definirse como la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo recibir acciones externas o variables de entrada y la respuesta a ellas son las variables de salida. (GÓMEZ, 2010)

Las acciones externas o variables de entrada al sistema se dividen en dos grupos, variables de control, las mismas que se pueden manipular, y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control.

Figura 20. Esquema general de un sistema



Fuente: GÓMEZ, M. Sistema de Control. www.google.com. (2010-01-25).

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que, permiten influir en el funcionamiento del sistema.

La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados.

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos:

1. Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos.
2. Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido. Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las

variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.

3. Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los siguientes:

Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.

Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.

Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

Los sistemas de control se pueden clasificar en:

Sistema de control de lazo abierto. Es en el cual la variable controlada y manipulada no interactúan entre sí, es decir, no se mide la salida ni se realimenta para compararlo con la entrada.

Sistema de control lazo cerrado. Son aquellos sistemas de control realimentados. En un sistema de control lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, con el fin de reducir el error y llevar a la salida del sistema a un valor deseado.

2.5.1 Control automático. El objetivo primordial de la tecnología de control automático es mantener constante una variable en particular, tomando también en cuenta posibles perturbaciones, con el uso de servocontroles.

Elementos usados en control automático y automatización:

Microcontroladores. Ejemplos: PIC, PLC. Sin que intervenga el hombre.

Sensores: Elemento de medición.

2.5.2 Controlador para refrigeración con deshielo con tiempo real y salida serial

Figura 21. Controlador TC 900Ri



Fuente: Autores

El controlador para refrigeración con deshielo con tiempo real y salida serial TC -900Ri clock es un controlador de temperatura para congelados. El automatiza los procesos de deshielo de acuerdo con la necesidad de la instalación, proporcionando economía de energía. Posee dos sensores, uno para temperatura ambiente y otro que, fijado en el evaporador, comanda el final del deshielo y el retorno de los ventiladores. Además, posee un reloj interno en tiempo real que permite la creación de una agenda con hasta ocho deshielos diarios para cada día de la semana. La batería interna del controlador asegura su sincronismo, mismo en la falta de energía, por muchos años, posee salida para comunicación serial, pudiendo ser administrado remotamente a través del Sitrad vía Internet.

2.5.2.1 *Aplicaciones.* Las aplicaciones del controlador de temperatura TC -900Ri son:

Cámaras de refrigeración

Mostradores de congelados

2.5.3 *Tipos de señales.* Existen dos tipos de señales como son:

Señales digitales

Señales analógicas

2.5.3.1 *Señales digitales.* Son señales que pueden tomar solo un determinado número de valores en el tiempo entre dos límites máximo y mínimo. La señal por tanto es por saltos y entre estos salto no pueden tomar valores intermedios.

2.5.3.2 *Señales analógicas.* Son señales que pueden tomar un infinito número de valores en el tiempo comprendido entre dos límites un máximo y un mínimo, la señal es continua.

2.6 Adquisición de datos

En general, cuando se habla de un sistema de adquisición de datos, se puede identificar cuatro partes o elementos: Hardware, software, PC, sensores. Las características y funciones de cada uno de estos elementos determinan en gran parte el adecuado desempeño del sistema. Por ejemplo, la PC debe contar con un buen procesador o suficiente memoria RAM para poder transferir y procesar continuamente todos los datos adquiridos, de lo contrario la velocidad máxima de lectura se limitara. El software de aplicación debe ser poderoso para analizar y presentar la información correctamente al usuario, además debe ser flexible para poder evolucionar conforme cambien las necesidades de la aplicación. Por otro lado, una elección correcta de los sensores y del hardware para el acondicionamiento y conversión de señales es clave para obtener una lectura correcta de la señales.

A continuación se muestra de manera general algunas características y funciones más sobresalientes de un sistema de adquisición de datos.

- Especificación de las entradas analógicas
- Número de canales
- Velocidad máxima de muestreo

- Resolución de los datos
- Mecanismos de muestreo de las entradas analógicas
- El bus de comunicación con la PC.
- El aislamiento eléctrico del dispositivo
- Software controlador o driver para comunicarse con el equipo

Conocer cómo afecta cada una de las funciones y características anteriores, el rendimiento total del sistema de adquisición de datos, es clave para determinar si el sistema cumple con los requisitos que el proceso demanda.

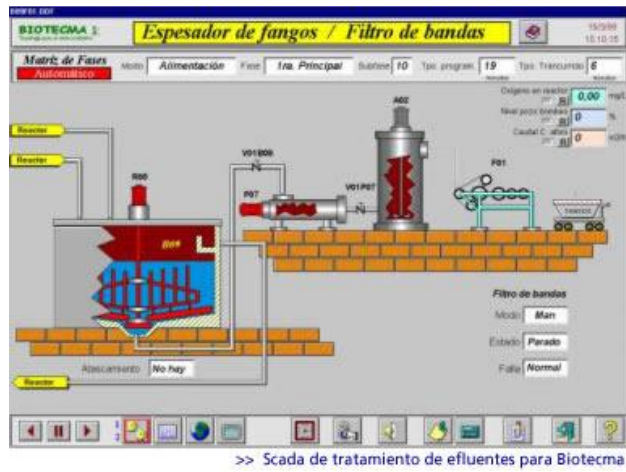
2.7 Definición de SCADA

El nombre de SCADA corresponde a la abreviatura de “Supervisory Control And Data Acquisition”, es decir: adquisición de datos y supervisión de control. Un SCADA es un software de aplicación especialmente diseñado para funcionar sobre ordenadores de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Hay multitud de productos SCADA en el mercado, los cuales se pueden dividir en dos grupos:

- Específico de cada fabricante, sólo funciona con sus productos (SCS de Omron, CX Supervisor de Omron, WinCC de Siemens, etc.)
- Genérico, válido para productos de varios fabricantes. Necesita de software

Figura 22. Pantalla de un SCADA



Fuente: www.etitudela.com/2Fcelula/2Fdownloads/2Fcontroldeprocesos.pdf

CAPÍTULO III

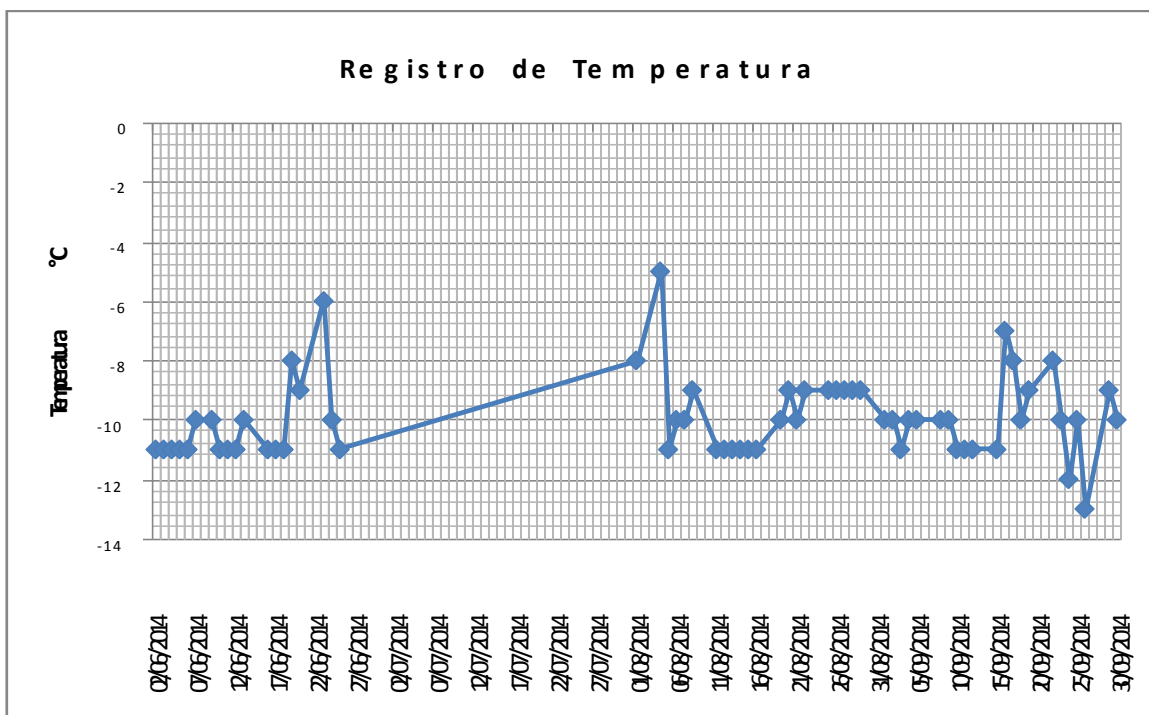
3. ANÁLISIS DEL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN, DEL SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN.

La cámara presenta temperaturas elevadas esto a causa del deterioro de los ventiladores y sistema de control lo que ocasiona paros del equipo así también pérdida del producto que se encuentra almacenado.

Esto se produce a causa de una falta de mantenimiento como: Limpieza del evaporador y condensador, por lo que el equipo tiene muchos años de uso.

Se presenta un registro de temperatura de la cámara de refrigeración donde se indica que la temperatura esta fuera de los rangos permisibles para la conservación del producto (de -12 a -15°C). La tabla de valores se indica en anexo A

Figura 23. Registro de temperatura (Junio, Julio, Agosto, Septiembre)



Fuente: Autores

3.1 Descripción de los eventos en refrigeración

3.1.1 Ciclo de refrigeración. En este ciclo, el compresor y los ventiladores operan mientras el refrigerante fluye por las tuberías hacia el evaporador para absorber el calor y luego transmitirlo al condensador, a fin de cederlo al ambiente.

Una vez que se logra la temperatura deseada, el compresor y los ventiladores del condensador se apagan.

En aplicaciones de baja temperatura, se puede disponer de una válvula de cierre que corta el paso de refrigerante al evaporador, en lugar de apagar directamente el equipo. Esto garantiza que el evaporador no quede con refrigerante y que el aceite que pueda quedar atrapado sea aspirado de regreso al compresor.

Una vez retirado el refrigerante, el compresor se desconecta. A esto se le conoce como paro por vacío, el cual no es recomendado en compresores tipo scroll.

3.1.2 Ciclo de deshielo. Debido a la humedad del aire ambiente, los evaporadores tienen a acumular escarcha o hielo en los serpentines y para eliminarlo se dispone de un ciclo de deshielo.

En la refrigeración doméstica o congeladores, el ciclo de deshielo se realiza manualmente, al desconectar el equipo cada dos o tres meses (antes si lo requiere) y dejarlo apagado durante la noche y sin producto. Cuando el hielo se ha removido, se conecta nuevamente.

En los sistemas tipo "frio seco" o "sin escarcha", el deshielo se hace con un reloj que deshela la unidad de una a tres veces al día, apagando el compresor y dejando de enfriar por periodos cortos.

En aplicaciones de baja temperatura se utiliza, además, una resistencia eléctrica para descongelar el hielo y los ventiladores del evaporador se apagan para evitar que el aire caliente re - circule en el equipo.

Existen en el mercado dispositivos automáticos que desconectan las resistencias si el hielo o escarcha se derriten antes de tiempo, lo que reduce considerablemente el consumo de energía de los aparatos.

Es importante verificar si se dispone o no de estos dispositivos para evaluar si es necesario invertir en uno. Caso contrario, habrá que evaluar los tiempos y reducirlos. Por lo general son 30 minutos, tres o dos veces al día y se conocen como deshielos eléctricos.

3.2 Análisis de las cámaras

Este equipo es procedencia Italiana el cual fue instalado en el año de 1988 desde este año ha estado funcionando las 24 horas del día durante todo el año lo que ha ocasionado un desgaste en los equipos como en el sistema de control además de su deterioro tecnológico.

Para lo cual se realiza un análisis completo de todos sus componentes mecánicos eléctricos, para así poder saber el estado de cada uno de ellos y saber si los diferentes elementos del equipo requieren ser cambiados.

3.2.1 Análisis de los equipos de refrigeración

Figura 24. Cámara de refrigeración



Fuente: Autores

Las cámaras de refrigeración se encuentran en un estado en el que la eficiencia de la maquina es baja, ocasionado por deterioro de los diferentes equipos, del cableado eléctrico, etc.

Figura 25. Componentes de una cámara de refrigeración



Fuente: Autores

En la figura se puede observar el conjunto de elementos que forman la parte del condensador de las cámaras de refrigeración, como se puede observar existe un compresor, ventiladores, presostatos, válvula solenoide, filtro, un cilindro o acumulador de refrigerante.

3.2.1.1 Ventiladores condensador y evaporador

Figura 26. Ventiladores



Fuente: Autores

Los ventiladores al estar en funcionamiento por 26 años las 24 horas se han desgastado lo que son sus partes como rodamientos, la parte eléctrica por lo que en este último periodo de uso se han estado quemando muy continuamente y produciendo una baja eficiencia en el equipo. Lo que ocasiona paros de mantenimiento para su reparación.

Los ventiladores han sido rebobinados con lo que han perdido sus características originales lo que ha ocasionado que estén consumiendo mayor amperaje de lo nominal por lo que se quemán.

Ventiladores del evaporador. Por su paro genera que la humedad del aire dentro de la cámara se congele en la zona del evaporador y en los ventiladores dando lugar a que traben, al momento del arranque de estos se genera una sobretensión lo que ocasiona que se quemén.

Ventiladores del condensador. Al quemarse estos ventiladores ocasionan que el fluido no se condense, cuando entra al deshielo ese calor no es evacuado hacia el ambiente y se va acumulando, una vez que termina el ciclo del deshielo entra al ciclo de refrigeración el calor que se generó se transfiere hacia el evaporador y ocasiona que la temperatura en la cámara suba descongelando el producto en su interior.

3.2.1.2 Compresor

Figura 27. Compresor

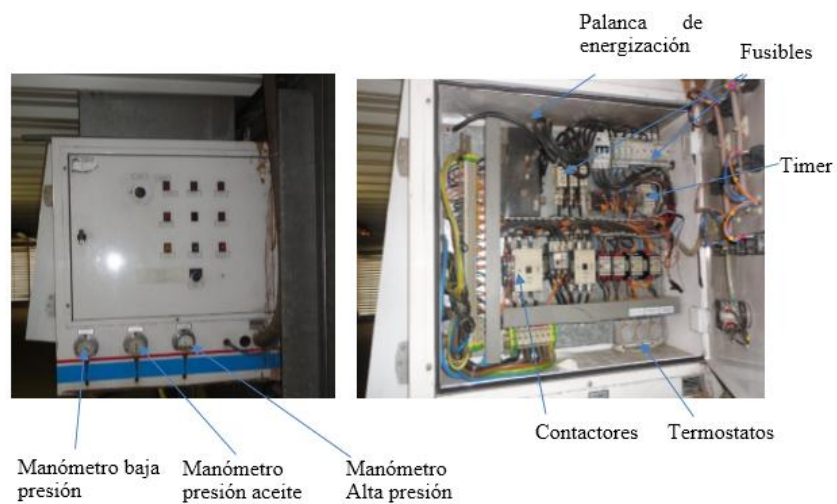


Fuente: Autores

Por la inadecuada configuración de los tiempos y de la agenda de deshielo se genera un congelamiento en el compresor generando que el aceite del compresor se congele bajando el rendimiento de lubricación del mismo.

3.2.2 Análisis del sistema eléctrico y control

Figura 28. Sistema eléctrico y de control



Fuente: Autores

Como se puede observar en la figura del panel de visualización de estados de la máquina los leds indicadores se encuentran en perfectas condiciones, en la figura del panel de control se puede observar que muchos elementos se encuentran en mal estado

asi como los fusibles, el cableado los termostatos, varios relés, y el temporizador los cuales se describen cada una de sus fallas acontinuacion.

3.2.2.1 *Sistema de alimentación eléctrica*

Fusibles

Figura 29. Fusibles y palanca de energización



Fuente: Autores

Estos fusibles se quem an al generarse la sobretensión que generan los ventiladores del evaporador al querer arrancar al encontrarse trabados a causa del hielo que se genera. Al ser fusibles de hace muchos años atrás ya no se los encuentra en el mercado nacional e internacional (equipo italiano) por lo que es difícil su m antenim iento o reparación.

La palanca de energización se encuentra en un buen estado ya que esta palanca no es muy utilizada ya que la energización total se la realiza desde unos breakers de mando en los cuales se les puede desenergizar el equipo completamente y dejándolo deshabilitado por completo, esta palanca de energización es utilizada cuando al equipo se le debe dar m antenim iento y se requiere de energía constantemente.

3.2.2.2 *Temporizado*

Figura 30. Temporizador



Fuente: Autores

Al ser un temporizador análogo y mecánico sus partes se han desgastado como son sus partes móviles, contactos ya no cierra bien el circuito además de no ser muy exacto en los horarios de deshielo.

3.2.2.3 *Termostatos*

Figura 31. Termostatos



Fuente: Autores

Las partes móviles se han desgastado por su uso, el sensor que es de tipo bulbo también se han descalibrado por lo que el control no es preciso y no es fácil su manipulación.

3.2.2.4 *Presostatos*

Figura 32. Presostatos



Fuente: Autores

Los presostatos tienen la función de activar los ventiladores del evaporador también encender el compresor, estos con el tiempo se van desgastando pero en este caso se pudo utilizar los mismos ya que no tienen ningún desperfecto esto se pudo comprobar mediante las presiones a las que se encuentran seteados cada uno de ellos, es decir que la manera de la que encendían el compresor y los ventiladores eran justo en las presiones necesarias.

3.2.3 *Indicador de temperatura.*

Figura 33. Indicador de temperatura mecánico



Fuente: Autores

Este indicador al ser mecánico se ha desgastado sus componentes ocasionando su descalibración y así indicando una lectura errónea. El sensor es de bulbo que contiene un gas al interior que se expande o se contrae dependiendo de la temperatura por este motivo genera mediciones erróneas y el muestreo de datos de temperatura es muy lento ante cambios de temperatura.

3.2.4 *Puerta y mecanismo de apertura*

Figura 34. Puerta de ingreso



Fuente: Autores

El mecanismo de la puerta al estar dañado los operadores para poder acceder tiene que abrir con una barra lo que ocasiona que los cauchos se despeguen de la puerta provocando que el aire frío escape por los agujeros y generen hielo en los bordes de la puerta.

3.3 Análisis del circuito eléctrico de potencia y control

3.3.1 Diagrama de potencia. En el diagrama de potencia se puede observar la forma de encendido o arranque de los ventiladores, resistencias eléctricas y ventiladores las cuales se encienden una vez que se enclavan los contactores se enciende cada uno de ellos. Ver planos.

3.3.2 Diagrama de control. El diagrama de control que se indica es el cableado y elementos originales que el equipo contiene. Ver planos

3.3.3 Interpretación del circuito eléctrico de control. Al energizar el equipo del selector principal se enciende una luz piloto indicando presencia de tensión sin arrancar el equipo, si el compresor está apagado se da paso a la resistencia eléctrica del aceite del compresor, si existe un recalentamiento en los cables de potencia del compresor se enclavara el contactor térmico FIT el mismo que enciende una luz piloto indicando el bloqueo del compresor. Ver planos

Al seleccionar marcha en el selector secundario se da paso de energía para el funcionamiento del equipo.

3.3.3.1 Refrigeración. Para entrar a este ciclo tiene que subir la temperatura ambiente (-15 °C set-point), que cierra el contacto del termostato ambiente energizando los demás equipos, cuando llega al set-point se abre en contacto normalmente cerrado del termostato ambiente, pero para entrar a refrigeración el presostato diferencial de aceite del compresor no debe estar bloqueado esto se indica con una luz piloto y solo si no está en descongelamiento se encenderá la refrigeración por el contacto K11.

Al cerrarse el contacto del termostato ambiente se energiza el solenoide que abre el paso del refrigerante y se energiza también el relé auxiliar K2.

Al cerrar el contacto abierto K2 se enciende una luz piloto indicando refrigeración, lo que enciende al compresor y se auto enclava con su contacto K1.

3.3.3.2 Ventiladores del evaporador. Los ventiladores del evaporador también se encienden después de que cierre los contactos el termostato de retardo de ventilación (temperatura más baja que la ambiente) enciende los ventiladores enclavando los contactores K8 y K9, (El termostato realiza un retardo en el encendido de los ventiladores del evaporador durante el cambio del ciclo de descongelamiento al ciclo de refrigeración ya que el evaporador está a una temperatura sobre la temperatura ambiente evitando que los ventiladores al encenderse transfieran ese calor al ambiente del cuarto frío).

Cuando alguno o los dos ventiladores se dañan se abre el térmico de los ventiladores cierran los contactos K8 o K9 o los dos energizando una luz piloto indicando el bloqueo de ventiladores del evaporador.

Figura 35. Ventiladores del evaporador



Fuente: Autores

3.3.3.3 Ventiladores del condensador

Figura 36. Ventiladores del condensador



Fuente: Autores

Al energizar K1 que es el compresor da energía para encender los ventiladores de condensación.

Se enciende uno o los dos ventiladores dependiendo la necesidad de condensación lo que es censado por los presostatos (12-12.9 bar y 15-15.8bar) cuando se tiene una presión de 12 solo se enciende el un ventilador y cuando se tiene 15 bar se encenderán los dos ventiladores.

3.3.3.4 Descongelamiento. El deshielo se da por intervalos de tiempo programados en un temporizador, el cual se desactiva si llega a una temperatura seteada o por tiempo.

Para entrar al descongelamiento le da paso el temporizador cuando llega al tiempo de deshielo se activa y da paso a este evento.

Se cierra el contacto del temporizador y energiza K6, se cierra el contacto K6 y como está cerrado el termostato de fin de descongelamiento se enciende la luz piloto de descongelamiento y enciende K11 (resistencia eléctrica).

Cuando llega a la temperatura de fin de descongelamiento se apagan las resistencias eléctricas o también se apagarán por tiempo.

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS

4.1 Diseño del nuevo sistema de control

4.1.1 *Selección del controlador.* Se toma en cuenta tres tipos de controladores un LOGO Siemens 24, un PLC, y el controlador de temperatura TC 900 R i clock. Se especifica algunas características para la selección más adecuada:

Tabla 2. Selección del controlador

Característica	Logo 24	PLC SIEMENS 1200	TC900 R i clock
Interfaz gráfica hmi	no	si	si
Fuente de alimentación	24v	24v	100-220v
Programación	si	si	no
Software para programación	si	si(software pagado)	no
Costo	110 USD	750 USD	79,52 USD
Sensores incluidos	no	no	si
Entradas	digital	análogo, digital	analógico
Salidas	digital	análogo, digital	digital
Agenda de deshielo	no	no	si
Ciclos de refrigeración	no	no	si
Software de adquisición de datos y monitoreo	no	si(software pagado)	si
Disponibilidad en el mercado nacional	si	si	si
Generación de informes	no	si(software pagado)	si
Visualización de datos	no	si (display separado)	si
Complejidad de instalación	fácil	Fácil	fácil
Tipo de control	PT	PID	PID
Número de entradas	8 (24V)	7	2 analógicas
Número de salidas	4 (24V)	14	3 salidas digitales (5A - 230V)

Numero de cámaras simultáneamente posibles de controlar	1	4	1
Reloj	no	Si	si
Necesita relés auxiliares	si	Si	si

Fuente: Autores

La opción más adecuada es el controlador de marca FULL GAUGE TC 900 Riclock ya que es un controlador de bajo costo, que no necesita ser programado ni software de adquisición de datos es el más usado en lo que se refiere a cámaras de refrigeración ya que vienen incluidos los sensores de temperatura y el software de adquisición de datos.

Figura 37. Controlador seleccionado



Fuente: Autores

4.1.2 Características de controlador FULL GAUGE TC 900 Riclock

Alimentación: 115/230 Vac \pm 10 % (50/60 Hz)

Temperatura de control: -50°C hasta 75°C / -58 °F hasta 167 °F

Resolución: 0.1°C entre -10 y 75 °C fuera de este rango/ 1 °F en todo el rango

Temperatura de operación: 0 °C hasta 50 °C / 32 °F hasta 122 °F

Humedad de operación: 10 hasta 90 % HR (no condensante)

Dimensiones: 71 x 28 x 71 mm

Corriente Máxima por salida:

REFR: 5(3) A / 250 Vac 1/8 HP (compresor, válvula solenoide o contactor)

FAN S: 5(3) A / 250 Vac 1/8 HP (forzadores del evaporador)

DEFR: 5(3) A / 250 Vac (deshielo-resistencia gas caliente)

Sensores:

S1: Sensor del ambiente (negro)

S2: Sensor del evaporador (Gris)

Clasificación acordando la Norma IEC 60730-2-9

Límite de la temperatura de la superficie de la instalación: 50 °C

Tipo de construcción: regulador electrónico incorporado

Acción Automática: tipo 1

Control de la contaminación: nivel 2

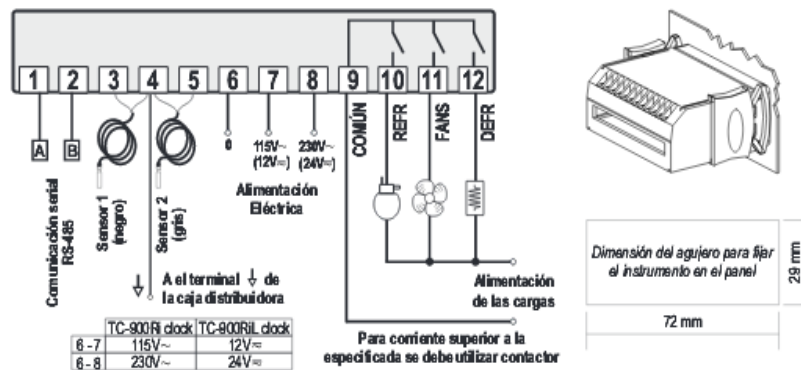
Voltaje de impulso: 1.5 kV

Temperatura para la prueba de la presión de esfera: 75 °C e 125 °C

Aislamiento: clase II

4.1.2.1 Esquema de conexión

Figura 38. Conexión del controlador



Fuente: manual del controlador FULL GAUGE

4.1.3 Diagrama de control con el controlador TC900Ri clock. En este nuevo diagrama del sistema de control la variación con respecto al diagrama primario es el remplazo el temporizador y los termostatos por el controlador TC 900 Ri clock,

Tomando en cuenta que el temporizador es aquel que controla al equipo en que tiempo tiene que cambiar de ciclo de refrigeración al ciclo de descongelamiento, y los

termostatos controlan el ciclo de los estados de la cámara y así también el encendido de los ventiladores del evaporador una vez cambiado el temporizador así también como los termostatos el controlador pasa a realizar las funciones de los instrumentos antes mencionados. Ver planos

4.1.4 *Implementación del nuevo sistema de control*

4.1.4.1 *Cambio de los ventiladores del evaporador y del condensador*

Figura 39. Ventiladores antiguos, aspas y motor



Fuente: Autores

El cambio de ventiladores del evaporador como del condensador se realizo ya que los ventiladores viejos generan muchos paros del equipo tomando en cuenta que los ventiladores nuevos giran a 1075 RPM . y los ventiladores anteriores giran a 1270 RPM , esta diferencia de velocidad angular de los ventiladores generan una menor eficiencia en el equipo, pero el cambio evita el paro del equipo generando costos de reparacion .

En el mercado se encontro en existencia ventiladores con el motor aparte, dieferente a los originales que eran motoventiladores en los que la bobina del motor estáva en las aspas lo que eran más compactos .

El acople del motor a las aspas se los realizó con un acople fijo de bronce con tornillos pricioneros

4.1.4.2 Cambio de los fusibles por breakers. Los fusibles se cambiaron por breakers con la finalidad de proteger de mejor manera el equipo, de cualquier sobre tension que excita en las líneas, también el cambio de los fusibles eran necesarios ya que éstos se encontraban deteriorados.

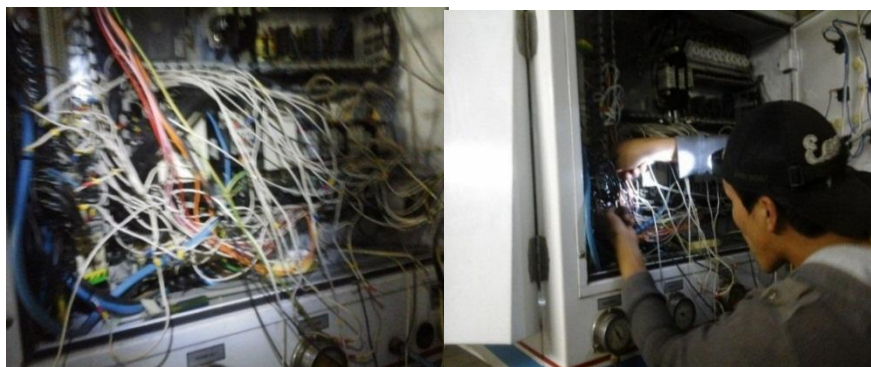
Figura 40. Sistema de fusibles y breakers



Fuente: Autores

4.1.4.3 Cambio del cableado. El sistema de cableado se optó por el cambio ya que para la instalación del controlador se requería conocer el cableado de los componentes, el cambio también se realizó por el deterioro de los cables (recalentados terminales en mal estado) ya que aquellos cables se encontraban desde el año de instalación del equipo.

Figura 41. Sistema de cableado



Fuente: Autores

4.1.4.4 Conexión e instalación del controlador. El controlador TC 900 Ri clock tiende a remplazar al temporizador y a los termostatos del sistema de control anterior este controlador pasando a tomar el control de los ventiladores del evaporador así también el tiempo de descongelamiento y el ciclo de refrigeración es decir el cableado que ingresa a este controlador es del control de los estados de descongelamiento, refrigeración y el encendido de los ventiladores.

Este controlador posee dos sondas o sensores los cuales van instalados uno en el evaporador y el otro en el ambiente del cuarto frío así este controlador toma las decisiones necesarias para el control de los estados y encendidos de ventiladores del equipo.

Figura 42. Conexión del controlador



Fuente: Autores

4.2 Indicador de temperatura y automatización de las luminarias

Por la problemática de que el indicador de temperatura es análogo y ya está desgastado no brinda una lectura exacta además de que la velocidad de muestreo es lenta. Se opta por colocar un indicador de temperatura digital con un sensor tipo RTD PT100. El cual está construido con una tarjeta Arduino Mega 2560 y un LCD Shield.

Este indicador de temperatura se encuentra en la parte frontal de la cámara justo a un lado de la puerta de ingreso a la cámara con la finalidad de que el personal autorizado del control del producto tenga la visualización fácil de la temperatura a la cual están las cámaras.

4.2.1 Sensor PT100. Un sensor PT100 es un sensor de temperatura, consiste en un alambre de platina que a 0°C tiene 100 ohmios y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

El incremento de la resistencia es creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

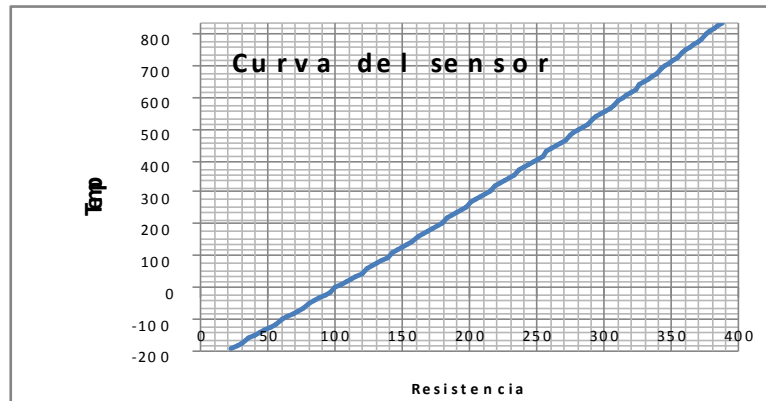
Tabla 3. Datos del sensor PT 100

RTD	Temperatura [°C]					
	0	1	2	3	4	5
-190	22,78	22.35	21.93	21.50	21.08	20.66
-180	27,01	26.59	26.17	25.74	25.32	24.90
-170	31,24	30.81	30.39	29.97	29.55	29.13
-160	35,45	35.03	34.61	34.19	33.77	33.34
-150	39,65	39.23	38.81	38.39	37.97	37.55
-140	43,78	43.37	42.96	42.54	42.13	41.72
-130	47,9	47.49	47.08	46.67	46.26	45.85
-120	52,01	51.60	51.19	50.78	50.37	49.96
-110	56,11	55.70	55.29	54.88	54.48	54.07
-100	60,2	59.79	59.38	58.98	58.57	58.16
-90	64,23	63.83	63.43	63.02	62.62	62.22

-80	68,25	67.85	67.45	67.05	66.65	66.25
-70	72,26	71.86	71.46	71.06	70.66	70.26
-60	76,26	75.86	75.46	75.06	74.67	74.27
-50	80,25	79.85	79.45	79.06	78.66	78.26
-40	84,22	83.83	83.43	83.03	82.64	82.24
-30	88,18	87.79	87.39	87.00	86.60	86.21
-20	92,13	91.74	91.35	90.95	90.56	90.16
-10	96,07	95.68	95.29	94.89	94.50	94.11
0	100	99.61	99.22	98.82	98.43	98.04
0	100	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95
10	103,9	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85
20	107,79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.74
30	111,67	112.06	112.45	112.84	113.22	113.61
40	115,54	115.93	116.32	116.70	117.09	117.47
50	119,4	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32
60	123,24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16
70	127,07	127.46	127.84	128.22	128.60	128.99
80	130,89	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80
90	134,7	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60
100	138,5	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40
110	142,29	142.67	143.04	143.42	143.80	144.18
120	146,06	146.44	146.82	147.19	147.57	147.95
130	149,83	150.20	150.58	150.95	151.33	151.70
140	153,58	153.95	154.33	154.70	155.08	155.45
150	157,32	157.69	158.07	158.44	158.81	159.19
160	161,05	161.42	161.79	162.16	162.53	162.91
170	164,76	165.13	165.50	165.88	166.25	166.62
180	168,47	168.84	169.21	169.58	169.95	170.31
190	172,16	172.53	172.90	173.26	173.63	174.00
200	175,84	176.21	176.58	176.94	177.31	177.68
210	179,51	179.88	180.24	180.61	180.98	181.34
220	183,17	183.54	183.90	184.27	184.63	185.00
230	186,82	187.18	187.55	187.91	188.27	188.64
240	190,46	190.82	191.18	191.54	191.91	192.27
250	194,08	194.44	194.80	195.17	195.53	195.89
260	197,69	198.05	198.41	198.77	199.14	199.50
270	201,29	201.65	202.01	202.37	202.73	203.09
280	204,88	205.24	205.60	205.96	206.32	206.68
290	208,46	208.82	209.18	209.53	209.89	210.25
300	212,03	212.39	212.74	213.10	213.45	213.81
310	215,59	215.94	216.29	216.65	217.00	217.36
320	219,13	219.48	219.84	220.19	220.54	220.90
330	222,66	223.01	223.37	223.72	224.07	224.42
340	226,18	226.53	226.88	227.24	227.59	227.94
350	229,69	230.04	230.39	230.74	231.09	231.44

Fuente: <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>

Figura 43. Curva del sensor



Fuente: Autores

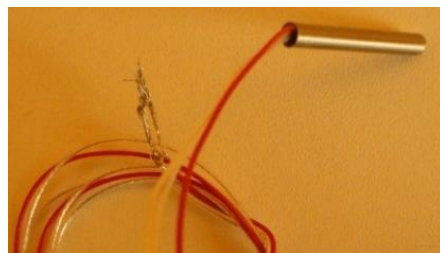
De la linealización de los datos del sensor resulta:

$$Temp = 2,8234 Resist - 283.81$$

Un sensor Pt100 es un tipo particular de RTD (dispositivo termo resistivo).

Normalmente los PT 100 industriales se consiguen encapsulados en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material, en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

Figura 44. Sensor PT100



Fuente: Autores

Datos técnicos del sensor pt100:

Resistencia nominal: 100 Ω at 0°C

Rango de medida: -50 a 230°C

Corriente de medición: Max 1 mA

Circuito: estándar 2 hilos, si requiere a 3 o 4 hilos

Aislamiento: 2.5 kV, si requiere sobre 8 kV.

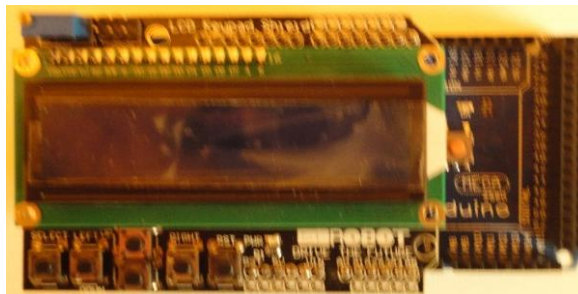
4.2.1.1 Ventajas del sensor Pt100. Por otra parte siendo levemente más costosos y mecánicamente no tan rígidos como las termocuplas, este sensor los supera especialmente en aplicaciones de baja temperaturas (-50 a 230°C).

Los PT100 fácilmente pueden entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que este sensor no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas. Este sensor puede ser colocado a cierta distancia del medidor sin mayor problema a (hasta unos 30 metros) utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión.

4.2.2 LCD Shield. Para poder indicar la temperatura se requiere utilizar una pantalla de visualización en este caso se ha optado por un LCD Ethernet Shield 16 x 2.

Este LCD Shield es un pequeño display con botones, ideal para muchas pruebas de campo e incluso como dispositivo final en cualquiera de esos perdidosos rincones de una industria o casa por la que se colocando Arduino.

Figura 45. LCD Shield



Fuente: Autores

4.2.3 Programación de la tarjeta Arduino Mega 2560. La programación de la tarjeta Arduino se da por la necesidad de visualizar la media del sensor pero ya transformado en temperatura, la misma que se visualizara en un LCDShield 16 x2 las cuales se debe programar en el programa Arduino y se describe a continuación.

```
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd (8, 13, 9, 4, 5, 6, 7);

float Vout;

int analogValue=14;

float RTD;

float Temp;

void setup() {

  lcd.begin(16, 2);

  lcd.clear();

}

void loop() {

  Vout = (analogRead(analogValue)*0.0049);

  RTD = (330*Vout)/(5-Vout);

  Temp = (2.8234*RTD)-283.81;

  lcd.setCursor(0,0);

  lcd.print("Temperatura=");

  lcd.setCursor(0,1);

  lcd.print(Temp);

  lcd.setCursor(7,1);

  lcd.print(" *C");

  delay(4000);
```

4.2.4 *Automatización de las luminarias de los cuartos fríos.* La automatización de las luminarias se opta ya que el personal autorizado para hacer el ingreso del producto al cuarto frío debe hacer manualmente mediante un interruptor.

Al automatizar las luminarias el personal no tendrá la necesidad de hacerlo manualmente ya que una vez que se abran las puertas un sensor fotoeléctrico detectará la puerta, la señal enviada será adquirida por un relé el cual dará paso al encendido de las luminarias.

4.2.4.1 *Sensor fotoeléctrico*

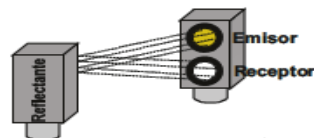
Figura 46. Sensor fotoeléctrico



Fuente: Autores

La luz infrarroja viaja en línea recta, en el momento en que un objeto se interpone el haz de luz rebota contra este y cambia de dirección permitiendo que la luz sea enviada al receptor y el elemento sea censado, un objeto de color negro no es detectado ya que este color absorbe la luz y el sensor no experimenta cambios. Tiene un rango de alcance 50 centímetros de alcance.

Figura 47. Curva de respuesta del sensor inductivo



Fuente: Autores

4.2.4.2 *Relé de 5V. 2 canales*

Figura 48. Relé de 5V. 2 canales



Fuente: Autores

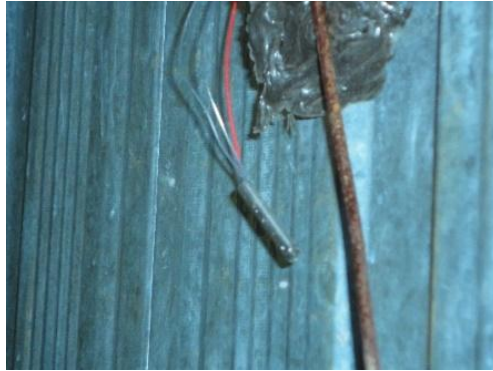
Este relé de dos canales dispone de dos transistores para su activación lo que quiere decir que no es opto acoplado posee tres terminales VCC, GND, y la entrada de señal de estado lógico el modulo puede ser accionado por un board Arduino Microcontrolador o Raspberry Pi, para manejar cargas con una corriente máxima de 10 A. y hasta 250 V A C .

Este relé permite controlar el encendido y apagado de cualquier aparato que se conecte a una fuente de alimentación eléctrica externa. Cada relé hace de interruptor y se activa o desactiva mediante una entrada de datos, gracias a esto se puede controlar el encendido de cualquier aparato. (VISTRONICA, 2012)

4.2.5 *Instalación de los sensores y relé.* La instalación de los diferentes implementos o equipos para la visualización de la temperatura y la automatización de las luminarias se las realizo de la manera más adecuada tomando en cuenta muchos factores como el voltaje y corriente de las luminarias, la posición donde se va a colocar la tarjeta Arduino con el LCD, la ubicación del sensor PT100 así como también del sensor fotoeléctrico para evitar el cableado muy largo por toda la infraestructura del cuarto frio.

4.2.5.1 *Instalación del sensor PT100.* El sensor PT100 se instaló en el cuarto frio en ellado derecho de la puerta para evitar cables muy largos que generarían una alta resistencia lo que ocasiona caídas de voltaje por ende datos erróneos de temperatura .

Figura 49. Instalación sensor Pt100



Fuente: Autores

Para la conexión de este sensor se utilizó la conexión de 2 hilos ya que esta conexión resuelve bien el problema de error generado por los cables.

Figura 50. Conexión del sensor PT100



Fuente: <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>

4.2.5.2 Instalación de la tarjeta Arduino y la LCD. La tarjeta Arduino se instaló en la parte exterior del cuarto frío ya que las tarjetas Arduino no soportan temperaturas muy bajas y en este caso tenemos temperaturas de hasta -15°C .

La tarjeta Arduino requiere ser energizada con un voltaje de 5 a 12 V en este caso se energiza la tarjeta a 6 V para esto se instaló un transformador el mismo que varía el voltaje desde 120 a diferentes valores como 5, 6, 10, 12 V.

La tarjeta para poder ser instalada en la pared exterior del cuarto frío requiere de una caja en la que será instalada y asegurada de cualquier fenómeno que lo pueda dañar.

Figura 51. Instalación de la tarjeta Arduino



Fuente: Autores

4.2.5.3 Instalación del sensor fotoeléctrico. El sensor fotoeléctrico se requiere instalar en la parte exterior del cuarto frío pero en el lugar donde pueda detectar la puerta del cuarto frío una vez que la abran. Y así transmitir esa señal hacia el relé y pueda encender las luminarias del cuarto frío.

Figura 52. Instalación del sensor fotoeléctrico



Fuente: Autores

4.3 Comunicación entre controlador y ordenador

A continuación se analizará los tipos de comunicación existentes, se indicará la programación del software de adquisición de datos del panel de control de la Cámara de refrigeración realizado y se mostrara la información sobre el software de monitoreo de datos de temperatura SITRAD.

4.3.1 *Tipos de comunicación*

4.3.1.1 *Comunicación inalámbrica.* La comunicación inalámbrica es poco fiable por naturaleza (ruido electromagnético). Es más difícil que la comunicación cableada.

Incluso si transmitimos un solo bit, debemos codificarlo y empaquetarlo usando un protocolo que permita al menos:

- Direcc ionam iento
- Sincronización
- Comprobación de errores (corrupción de datos)

No podemos mandar bits “pelados”, en condiciones normales hay una alta probabilidad de corrupción de datos.

4.3.1.1 *Radio frecuencia.* La radio frecuencialo empleamos como aquel medio que podremos usar para comunicar dos dispositivos mediante las ondas electromagnéticas enviadas por medio del aire, como comúnmente se conoce como ondas de radio.

En un principio, la radio está basada en varios tipos de tecnologías, como lo son AM, FM y la digital. La radio AM (amplitud modulada) era un mecanismo en el cual, se podría enviar datos musicales o sonoros, mediante una frecuencia portadora cuya amplitud variaba en armonía con las ondas del sonido que se querían transmitir. La radio FM (frecuencia modulada) fue en un principio, una tecnología muy superior a la AM. Esta consistía en modular la frecuencia dentro de una portadora. Un proceso más sofisticado que en la AM pero que por supuesto, era más efectivo y menos propenso al ruido de la AM. Por último, la radio digital (término entendible), es aquel que mezcla las tecnologías de modulación de frecuencia con señales meramente digitales. Cabe destacar, que la AM y la FM fueron en un principio tecnologías analógicas y cómo en sus inicios, no existían circuitos digitales numerosos como ahora lo son los microcontroladores, los procesos podrían ser más complejos antes.

En síntesis: la radio frecuencia es la tecnología que nos permite enviar señales o datos a través de ondas electromagnéticas que se propagan en forma de vibración por el aire. (CREATIVE ARDUINO, 2014)

Pros y contras del uso de módulos de RF para comunicaciones en Arduino

Ventajas principales:

- **Mejor cobertura:** La tecnología de RF es muy ventajosa si deseamos comunicar a distancias bastante largas. Si necesitamos enviar señales a dispositivos que se encuentran a una distancia mayor a 20 metros, los módulos son una opción muy viable. No obstante, hay módulos de corto alcance, como en este caso, los módulos de 315MHz y 433MHz, que no llegan a superar los 10m, pero existen otros, como los de 2.4GHz que superan los 100m de cobertura.
- **Control omnidireccional:** Con un módulo RF, no tenemos que apuntar el control a un sitio del prototipo específico, esto en el caso de los módulos que tienen antena omnidireccional y no por dipolo.
- **Mayor velocidad y transmisión de datos:** Con módulos RF podremos enviar una cantidad de datos innumerable, dependiendo del módulo que adquiramos. Podríamos enviar paquetes de datos, hasta de 2M bps, una cantidad muy grande para los que trabajan con transmisión de datos.
- **Mayor eliminación de interferencias:** Muchos módulos RF son capaces de eliminar señales de otros módulos por medio de identificadores únicos en los dispositivos, eliminando cualquier señal externa a la del dispositivo deseado.
- **Cobertura en espacios cerrados o con obstáculos:** Con algunos módulos, es posible evadir obstáculos y controlar dispositivos.

Principales desventajas:

- **Costo en relación a la función:** Muchas veces, necesitamos comunicar de forma sencilla algunos dispositivos. No sería adecuado en algunos casos, conseguirse un súper módulo de RF si lo que necesitamos es algo tan básico como lo es una comunicación infrarroja. (CREATIVE ARDUINO, 2014)

4.3.1.2 Ethernet. Ethernet es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Su nombre viene del concepto físico de ether.

Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos. Se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Sin embargo, las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

Formato de la trama Ethernet. La trama es lo que se conoce también por el nombre de "frame".

- El primer campo es el preámbulo que indica el inicio de la trama y tienen el objeto de que el dispositivo que lo recibe detecte una nueva trama y se sincronice.
- El delimitador de inicio de trama indica que el frame empieza a partir de él.
- La etiqueta es un campo opcional que indica la pertenencia a una VLAN o prioridad en IEEE P802.1p
- Ethertype indica con que protocolo están encapsulados los datos que contiene la Payload, en caso de que se usase un protocolo de capa superior.
- La Payload es donde van todos los datos y, en el caso correspondiente, cabeceras de otros protocolos de capas superiores (Según Modelo OSI, en informática) que pudieran formatear a los datos que se tramiten (IP, TCP, etc). Tiene un mínimo de 46 Bytes (o 42 si es la versión 802.1Q) hasta un máximo de 1500 Bytes.
- El gap de final de trama son 12 bytes vacíos con el objetivo de espaciado entre tramas.(ETHERNET)

Ventajas

- Grandes distancias: Hasta 4,3 km .
- Múltiples tipos de dispositivos: Comunicación entre aparatos de ingeniería, ordenadores y dispositivos de control
- Múltiples tipos de comunicaciones: Permite una interconexión entre la oficina técnica y el mundo de la automatización.
- Grandes cantidades de datos: Intercambio de grandes cantidades de datos (en el entorno de megabytes)
- Red apta para fábrica de gran potencia: Altas prestaciones aún en el caso de existir muchos participantes y grandes distancias
- Amplia superficie de cobertura y alcanza grandes distancias: Mediante la combinación de las técnicas eléctrica y óptica
- Transferencia de datos segura: Aún en el caso de la existencia de perturbaciones electromagnéticas mediante componentes idóneos para la industria
- Ahorro de costes: Mediante una disminución de los costes de montaje y cableado
- Líder universal dentro de las redes industriales: Se utiliza en múltiples industrias
- Coexiste con otras aplicaciones Ethernet: Por ejemplo: Novell, LAN-Manager, TCP/IP...

Desventajas

- La ausencia de climatización
- La presencia de otros equipos eléctricos
- El exceso de calor o humedad
- Exposición prolongada a la luz de sol deteriora los cables
- Los conectores RJ45, de las redes corporativas no están diseñados para operar largos periodos de tiempo con calor excesivo o estrés y sus contactos se pueden corroer y fomentar la rotura de etiquetas
- Las distancias sobre las señales se debe transmitir es otra diferencia notable. El cable Ethernet industrial puede necesitar unos cuatrocientos metros en grandes

plantas y se sitúa alrededor de peligros (maquina a máquina y conmutador a conmutador)

4.3.1.3 Wi-fi. Es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con wifi, tales como un ordenador personal, una consola de videojuegos, un smartphone, o un reproductor de audio digital, pueden conectarse a Internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica. Dicho punto de acceso tiene un alcance de unos 20 metros en interiores, una distancia que es mayor al aire libre.

Ventajas. Las redes inalámbricas tienen múltiples ventajas, entre las que se destacan:

- No es necesario el uso de cables
- Movilidad: Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todo usuario de la red.
- Facilidad de instalación: Evita obras para tirar cable por muros y techos.
- Flexibilidad: Permite llegar donde el cable no puede.
- Permite el uso múltiple de la red por varios usuarios al mismo tiempo

Desventajas. A pesar de todos los beneficios que nos presenta, no todo es favorable, así que presentamos sus desventajas más importantes:

- La velocidad que alcanzan es baja en comparación con la de un cable de red
- La señal puede bloquearse o presentar interferencias
- Y la que nos interesa estudiar a fondo: Es vulnerable a los ataques de usuarios ajenos.

4.3.2 Selección del tipo de comunicación. Se tomaron los diversos tipos de comunicación descritas anteriormente y se compara sus características para una adecuada selección.

Tabla 4. Selección del tipo de comunicación

Característica	Radio Frecuencia	Ethernet	WiFi
Distancia de cobertura	100 m	4,3 km	20 m
Seguridad de datos	Baja	Alta	Media
Cantidad de datos a enviar	Baja	Alta	Media
Tipo de conexión	Inalámbrica	Alámbrica	Inalámbrica
Flexibilidad	Alta	Baja	Alta
Velocidad de datos	Baja	Alta	Media
Perdida de datos	Media	Baja	Baja
Costo (placas para Arduino)	3 USD	18 USD	40 USD

Fuente: Autores

La comunicación más adecuada en este tipo es por Ethernet ya que esta es la más segura, no habrá pérdida de datos por motivo de interferencias electrostáticas y por una velocidad de entrega de datos alta.

4.3.3 Redes de control y redes de datos. En la industria se puede hablar de dos tipos de redes: redes de control y redes de datos.

El principal objetivo de las redes de datos es la de transmitir gran información, con un gran ancho de banda para permitir el envío rápido de la misma; mientras que las redes de control se enfrentan a un tráfico formado por pequeños paquetes, que intercambian los diferentes elementos que componen una red industrial.

Las redes de datos podrían utilizarse como redes de control, sin embargo es evidente que no nos resultan adecuadas para este tipo de aplicaciones.

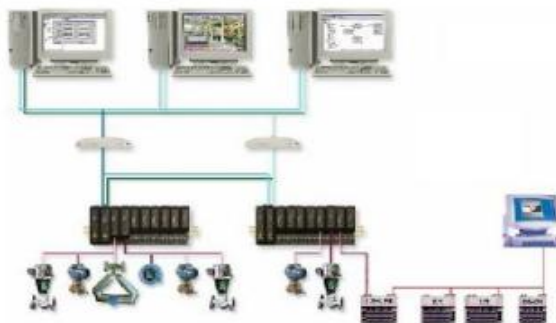
En las redes Ethernet la utilización del canal de información esta aproximadamente entre el 90% y 95%, debido a la gran cantidad de información que se transmite, mientras que en el caso de las redes de control la carga de información cae sobre el 35% del canal; es habitual encontrar este tipo de carga debido a que el tráfico de la red depende directamente de los eventos extremos o elementos monitorizados, por los

diferentes elementos que componen la red industrial; por lo cual se debe realizar una arquitectura de red para el tráfico que se tiene en el medio de comunicación.

4.3.4 *Beneficios de las redes industriales*

- Reducción de cableado
- Dispositivos inteligentes
- Control distribuido
- Simplificación de cableado de las nuevas instalaciones
- Reducción de costos en cableado y cajas de conexión
- Aplicable a todo tipo de sistema de manufactura
- Incremento de la confiabilidad de los sistemas de producción
- Optimización de los procesos existentes

Figura 53. Diagrama de una red industrial



Fuente: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

Posibilidad de intercambio de información entre equipos que controlan fases sucesivas de un mismo proceso.

Facilidad de comunicación hombre máquina.

Uso de una base de datos común.

4.4 **Envío de datos de temperatura de la cámara de refrigeración**

El envío de datos de temperatura hacia el ordenador se realizó a partir de un modem que el proveedor del controlador ofrece.

4.4.1 Modem o interfaz CONV32 USB

Figura 54. Modem CONV32



Fuente: Autores

La interfaz CONV32 de full gauge permite que los controladores full gauge con comunicación serial sean conectados a una PC que posea un puerto de comunicación USB. La interface se encarga entonces de transformar el estándar eléctrico utilizado por la PC al estándar eléctrico RS-485 para proporcionar mayor robustez y confiabilidad en la comunicación entre sus controladores y el software Sitrad, la comunicación es establecida a dos hilos (A y B) pudiéndose efectuar así una comunicación half-duplex esto es en que los PC son master y los controladores son esclavos. (SITRAD)

4.4.1.1 Especificaciones técnicas. Alimentación a través del puerto USB.

Tres leds de indicación uno para señalar que la interface está conectada y otros dos indican transmisión Tx y recepción Rx serial en marcha.

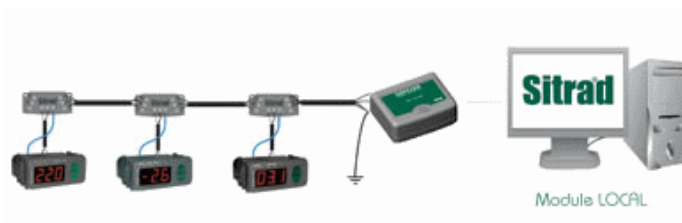
Un conector USB-B hembra para conexión con la PC, utilizando cable específico provisto con la interface. Un puerto RS-485 para conexión de hasta 32 controladores sin la necesidad de terminación.

4.4.2 Sitrad (Software del controlador FULL GAUGE). El Sitrad es el software de full gauge controls para administración a distancia de las instalaciones de refrigeración, calentamiento, climatización y calentamiento solar. El atiende las más rígidas exigencias del mercado porque lo actualiza constantemente el equipo de ingeniería de full gauge controls. Versátil, accede tanto local como remotamente a instalaciones de los más diversos segmentos, desde redes de supermercados, frigoríficos y restaurantes, hasta hoteles, hospitales, laboratorios, residencias, entre otros.

El evalúa, configura y almacena, continuamente, datos de temperatura, humedad, tiempo, presión y voltaje, permitiendo la modificación de los parámetros de operación de los instrumentos con total seguridad y precisión, de cualquier lugar del mundo, vía Internet, a través de la computadora o celular.

4.4.2.1 Instalación de la interfaz serial o USB. La Interfaz de comunicación debe ser instalada de acuerdo con el diagrama presentado a seguir:

Figura 55. Instalación de la interfaz



Fuente: http://www.sitrad.com/es/user_guide/index.html

Para utilizar la comunicación serial, conecte una de las extremidades del cabo DB9 a la puerta de comunicación del PC (COM 1, COM 2, etc) y la otra a la entrada RS-232 de la interfaz; para utilizar la comunicación USB, conecte la extremidad más chata del cable USB a una puerta USB del PC y la otra a la entrada UBS de la interfaz.

Conecte el cabo de la red de datos a una de las líneas RS-485 de la interfaz identificando los cables A, B y M. La otra extremidad del cabo de la red de datos debe ser conectada al 1° distribuidor; Conecte el controlador a ese distribuidor; continúe

conectando los otros distribuidores controladores hasta que todos estén interconectados;
 Conecte el cabo de alimentación a la red eléctrica.

Importante

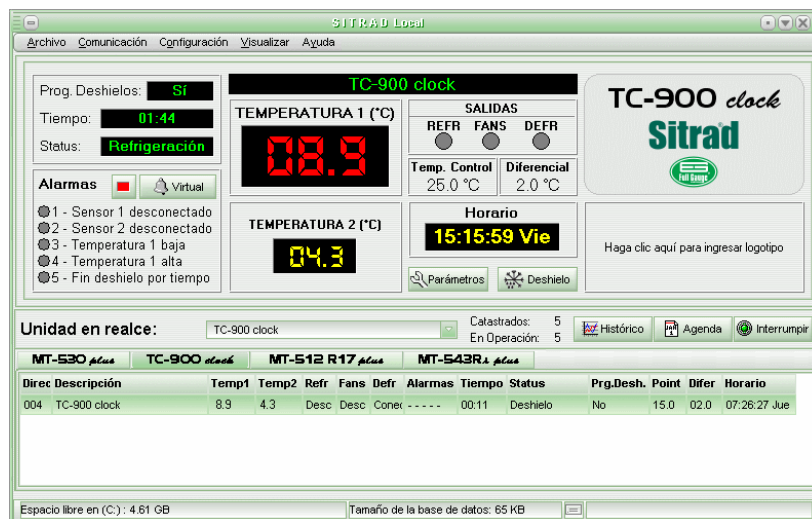
Conforme capítulo de la norma NBR 5410:

Instale protectores contra sobretensiones en la alimentación y en la salida de comunicación serial de cada controlador. Los cabos de sensores y de comunicación serial pueden estar próximos, pero no en el mismo electro ducto por donde pasan los cables de alimentación eléctrica y de accionamiento de cargas.

Al realizar la instalación de los instrumentos, altere el valor de la función de Dirección de la red RS-485 para que no haya, en la misma instalación, dos instrumentos con direcciones iguales. De lo contrario, la comunicación con el Sitrad no funcionará correctamente.

4.4.2.2 *Pantalla principal.* La siguiente figura muestra la pantalla principal del Sitrad con el sistema en operación.

Figura 56. Pantalla principal Sitrad



Fuente: http://www.sitrad.com/es/user_guide/index.html

Podemos notar que el sistema es dividido en cinco partes distintas: menú, panel de informaciones, panel común, guías de modelos y barra de estado.

- El menú contiene ítems para acceso a las funcionalidades y para configuración de las opciones del sistema.
- El panel de informaciones exhibe los datos correspondientes al instrumento en destaque. Los datos exhibidos varían de acuerdo con el modelo del instrumento.
- El panel común se encuentra debajo del panel de informaciones y contiene funciones e informaciones del sistema.
- Las guías de modelos exhiben las listas de instrumentos registrados con sus respectivas informaciones.
- La barra de estatus se localiza en la parte inferior de la pantalla y contiene, en el Sitrad Server, la cantidad de espacio libre en la unidad de disco donde el banco de datos está grabado, el tamaño actual del banco de datos y el indicador de alerta de tamaño de archivo, el que indica que este está próximo de alcanzar el tamaño máximo configurado. Ya en el Sitrad Remote se muestra el servidor y el usuario al cual se está conectado.

4.5 Adquisición de datos

4.5.1 *Placa Arduino Mega 2560.* El Arduino Mega 2560 es una placa electrónica basada en el Atmega2560 cuenta con 54 pines digitales de entrada y salida de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM, 16 entradas analógicas, 4 UARTs, un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar.

Figura 57. Arduino Mega 2560



Fuente: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

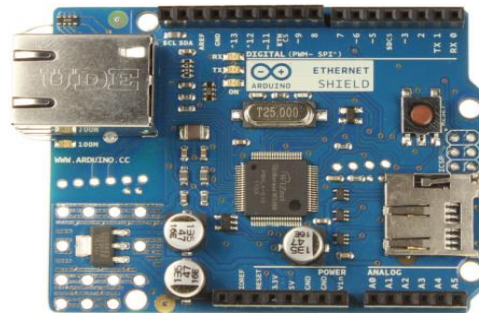
Tabla 5. Características técnicas de la Arduino

Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje de operación	5 V
Voltaje de entrada	7-12 V
Voltaje de entrada	6-20 V
Entradas digitales I/O	54 (de los cuales 15 salidas PWM)
Entradas analógicas	16
DC corriente por I/O Pin	40 mA
DC corriente para 3.3V Pin	50 mA
Memoria Flash	256 KB de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

Fuente: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

4.5.2 Arduino Ethernet Shield

Figura 58. Arduino Ethernet Shield



Fuente: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>

La Arduino Ethernet Shield permite a una placa Arduino conectarse a internet. Se basa en el chip ethernet wiznet W 5100. El wiznet W 5100 proporciona una red (IP). Soporta hasta cuatro conexiones de socket simultáneas.

Utilice la biblioteca de ethernet para escribir sketches que se conectan a Internet a través de la pantalla.

El Shield tiene una conexión Ethernet RJ-45 estándar, con un transformador de línea integrada y alimentación a través de Ethernet.

Hay una ranura de tarjeta micro-SD, que se puede utilizar para almacenar archivos para servir a través de la red. Es compatible con el Arduino Uno y Mega (utilizando la librería ethernet). El lector de tarjetas microSD es accesible a través de la Biblioteca SD.

El Shield también incluye un controlador de reajuste, para asegurar que el módulo Ethernet W5100 se restablece correctamente en el encendido.

Características

Compatible con IEEE 802.3af

Ondulación baja producción y el ruido (100mVpp)

Entrada de voltaje de 36V a 57V

Protección de sobrecarga y cortocircuito

9V de salida

Alta eficiencia convertidor DC / DC: tip 75% a 50% de carga

Aislamiento 1500 V (entrada a la salida)

El Shield contiene una serie de LEDs informativos:

PWR: indica que la placa y el Shield están encendidos

LINK: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando el Shield transmite o recibe datos

FULLD: indica que la conexión de red es full dúplex

100M: indica la presencia de 100 Mb/s de una conexión de red

RX: Parpadea cuando el Shield recibe datos

TX: parpadea cuando el Shield envía datos

COLL: parpadea cuando se detectan colisiones de red.

4.6 Programación adquisición de datos del panel de control

La adquisición de datos se lo hace con una placa Arduino Mega 2560, la cual admite en su entrada 5v por lo que se lo aisló del voltaje de las señales del panel que son de 220v por medio de relés auxiliares.

Los relés son energizados con 220v la bobina y por sus contactos se hace circular 5v para que sean leídos por la tarjeta.

Esta tarjeta adquiere las señales y las codifica, una letra minúscula significa apagado (LOW) y una letra mayúscula encendido (HIGH).

Cada señal cuenta con una letra, las cuales se unen en una cadena de caracteres y son enviadas por medio de un Shield de Ethernet que se conecta en la tarjeta Arduino Mega, en el software realizado en Microsoft Visual Studio Express 2013 (Software gratuito) el cual recibe esa cadena y lo decodifica mostrando en la pantalla las señales individuales.

La codificación de las señales es la siguiente:

Tabla 6.Codificación de señales

Posición en la trama	Nombre	Letra asignada	Puerto tarjeta Arduino Mega
1	Encendido del compresor	A	24
2	Bloqueo del compresor	B	32
3	Descongelamiento	C	40
4	Refrigeración	D	46
5	Ventilador condensador 1	E	13
6	Ventilador condensador 2	F	9
7	Ventilador evaporador 1	G	7
8	Ventilador evaporador 2	H	4

9	Bloqueo alta presión	I	31
10	Bloqueo presostato de aceite	J	37
11	Bloqueo termistor	K	43
12	Presencia de tensión	L	49

Fuente: Autores

Por ejemplo se obtiene una trama codificada de la siguiente manera:

aBcDEFGHijkl

Lo que significaría que:

1. El compresor está apagado
2. El compresor está bloqueado,
3. No está en descongelamiento
4. Está en refrigeración
5. Ventilador condensador 1 encendido
6. Ventilador condensador 2 encendido
7. Ventilador evaporador 1 encendido
8. Ventilador evaporador 2 encendido
9. No existe bloqueo por alta presión
10. No existe bloqueo por aceite
11. No existe bloqueo por termistor
12. Existe presencia de tensión.

El mensaje es enviado por un protocolo IP hacia el ordenador por medio del Shield a una dirección IP= 169.254.210.96. El software realiza la decodificación tomando una letra específica en la trama e identifica si es mayúscula o minúscula y que letra es, para descodificarla como el ejemplo anterior y mostrar los resultados.

4.6.1 Programación placa Arduino. La programación de la placa Arduino para la adquisición de datos del panel de control se realizó en el mismo software Arduino.

```
#include <SPI.h>
```

```

#include <Ethernet.h>

// Enter a M A C address and IP address for your controller below .
// The IP address will be dependent on your local network:
byte mac[] = { 0xD E, 0xA D, 0xB E, 0xE F, 0xF E, 0xE D };
IPAddress ip(169,254,210,96);

// Initialize the Ethernet server library
// with the IP address and port you want to use
// (port 80 is default for H T T P):
EthernetServer server(80);

void setup() {
    pinM ode(13,INPUT); //VENTILADOR EXTERNO
pinM ode(9,INPUT); //VENTILADOR EXTERNO
    pinM ode(7,INPUT); //VENTILADOR INTERNO
    pinM ode(4,INPUT); //VENTILADOR INTERNO
    pinM ode(24,INPUT); //ENCENDIDO DEL COMPRESOR
    pinM ode(32,INPUT); //BLOQUEO DEL COMPRESOR
    pinM ode(40,INPUT); //DESCONGELAMIENTO
    pinM ode(46,INPUT); //REFRIGERACION
    pinM ode(31,INPUT); //BLOQUEO ALTA PRESION
    pinM ode(37,INPUT); //BLOQUEO PRESOSTATO DE ACEITE
    pinM ode(43,INPUT); //BLOQUEO TERMISTOR
    pinM ode(49,INPUT); //PRESENCIA DE TENSION
// Open serial communications and wait for port to open:
Serial.begin(9600);

    while (!Serial) {}

// start the Ethernet connection and the server:
Ethernet.begin(mac, ip);

server.begin();

Serial.print("server is at ");

Serial.println(Ethernet.localIP());
}

void loop() {
// listen for incoming clients

EthernetClient client = server.available();

```

```

if (client) {

    Serial.println("new client");

    // an http request ends with a blank line

    boolean currentLineIsBlank = true;

    while (client.connected()) {

        if (client.available()) {

            char c = client.read();

            Serial.write(c);

            // if you've gotten to the end of the line (received a newline
            // character) and the line is blank, the http request has ended,
            // so you can send a reply

            if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {

                // send a standard http response header

                client.println("HTTP/1.1 200 OK");

                client.println("Content-Type: text/html");

                client.println("Connection: close"); // the connection will be closed after
completion of the response

                client.println("Refresh: 3"); // refresh the page automatically every 3 sec

                client.println();

                client.println("<!DOCTYPE HTML>");

                client.println("<html>");

                // output the value of each analog input pin

                if (digitalRead(24) == HIGH)

                    { client.print("A ");}

                else { client.print("a");}

                if (digitalRead(32) == HIGH)

                    { client.print("B ");}

                else

                    { client.print("b ");}

                if (digitalRead(40) == HIGH)

                    { client.print("C ");}

                else

                    { client.print("c ");}

                if (digitalRead(46) == HIGH)

```

```

    { client.print("D ");}

else

{ client.print("d ");}

        if (digitalRead(13)==HIGH)

    { client.print("E ");}

else

{ client.print("e ");}

        if (digitalRead(9)==HIGH)

    { client.print("F ");}

else

{ client.print("f ");}

        if (digitalRead(7)==HIGH)

    { client.print("G ");}

else

{ client.print("g ");}

        if (digitalRead(4)==HIGH)

    { client.print("H ");}

else

{ client.print("h ");}

        if (digitalRead(31)==HIGH)

    { client.print("I");}

else

{ client.print("i");}

        if (digitalRead(37)==HIGH)

    { client.print("J");}

else

{ client.print("j");}

        if (digitalRead(43)==HIGH)

    { client.print("K ");}

else

{ client.print("k ");}

        if (digitalRead(49)==HIGH)

    { client.print("L ");}

else

```

```

{ client.print("l

client.print("</html>");

break;

}

if (c == '\n') {

// you're starting a new line

currentLineIsBlank = true;

}

else if (c != '\r') {

// you've gotten a character on the current line

currentLineIsBlank = false;

}

}

}

// give the web browser time to receive the data

delay(1);

// close the connection:

client.stop();

Serial.println("client disconnected");

```

4.6.2 Programación en Microsoft Visual Estudio Express. La programación en visual se realizó la interfaz de usuario para la adquisición de datos del panel de control.

Figura 59. Pantalla de inicio



Fuente: Autores

```
PublicClass Form2
```

```
PrivateSub Form2_Activated(sender As Object, e As EventArgs) Handles Me.Activated
```



```

Timer1.Enabled = True' se inicializa el timer mientras este abierto
EndSub

PrivateSub Timer1_Tick(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles Timer1.Tick
ProgressBar1.Value = ProgressBar1.Value + 1 'se incrementa el valor de la barra de
progreso
If ProgressBar1.Value = 100 Then' Se compara que la barra de progreso sea menor
que 100 si lo es carga el programa
Timer1.Enabled = False
Me.Hide()
LoginForm1.Show()
EndIf
EndSub

PrivateSub Form2_Load(sender AsObject, e AsEventArgs) HandlesMe.Load
Timer1.Enabled = True'Se activa el timer en la primera apertura
EndSub
EndClass

```

Figura 60. Verificación de acceso

Fuente: Autores

```

PublicClassLoginForm1

' TODO: inserte el código para realizar autenticación personalizada usando el
nombre de usuario y la contraseña proporcionada
' (Consulte http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=35339).
' El objeto principal personalizado se puede adjuntar al objeto principal del
subproceso actual como se indica a continuación:
' My.User.CurrentPrincipal = CustomPrincipal
' donde CustomPrincipal es la implementación de IPrincipal utilizada para
realizar la autenticación.
' Posteriormente, My.User devolverá la información de identidad encapsulada en el
objeto CustomPrincipal
' como el nombre de usuario, nombre para mostrar, etc.

PrivateSub OK_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles OK.Click
If (UsernameTextBox.Text = My.Settings.usuario And PasswordTextBox.Text =
My.Settings.contraseña) Or
(UsernameTextBox.Text = "administrador" And PasswordTextBox.Text = "master")
Then'Se compara que los datos de inicio sean correctos, se coloca una clave
maestra
Form1.Show() 'Se muestra el panel de datos
Me.Hide()
Else
MsgBox("Usuario o Contraseña invalidos", vbCritical, "Error de
inicio")

```

```

If MsgBoxResult.Ok Then ' si los datos de acceso son incorrectos se limpian los
espacios y se coloca el cursor en el primer casillero
UsernameTextBox.Text = " "
    PasswordTextBox.Text = " "
    UsernameTextBox.Focus()
EndIf
EndIf

EndSub
PrivateSub Cancel_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Cancel.Click
LoginForm2.Close() ' Si se pulsa cancelar se cierra el programa
Form2.Close()
Form1.Close()
Me.Close()
EndSub

PrivateSub LoginForm1_Load(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles MyBase.Load
Label1.Text = My.Settings.usuario 'Al cargarse el formulario se cargan los datos
de contraseña y usuario
Label2.Text = My.Settings.contraseña
EndSub

PrivateSub Button1_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles Button1.Click
LoginForm2.Show() ' Si se pulsa el boton cambiar se muestra la pantalla de
cambio de contraseña
Me.Hide()
EndSub
EndClass

```

Figura 61. Cambio de contraseña

Fuente: Autores

```
PublicClass LoginForm2
```

```

' TODO: inserte el código para realizar autenticación personalizada usando el
nombre de usuario y la contraseña proporcionada
' (Consulte http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=35339).

```

```

' El objeto principal personalizado se puede adjuntar al objeto principal del
subproceso actual como se indica a continuación:
'     My.User.CurrentPrincipal = CustomPrincipal
' donde CustomPrincipal es la implementación de IPrincipal utilizada para
realizar la autenticación.
' Posteriormente, My.User devolverá la información de identidad encapsulada en el
objeto CustomPrincipal
' como el nombre de usuario, nombre para mostrar, etc.

PrivateSub OK_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles OK.Click

If (UsernameTextBox.Text = My.Settings.usuario And PasswordTextBox.Text =
My.Settings.contraseña) Or (UsernameTextBox.Text = "administrador" And
PasswordTextBox.Text = "master") Then'se verifican los datos de acceso
If TextBox1.Text = TextBox3.Text Then'se verifica que la nueva contraseña
coincidan en los dos textos
If (TextBox1.Text <>"And TextBox2.Text <>"") Or (TextBox1.Text = "" And
TextBox2.Text = "") Then
My.Settings.usuario = TextBox2.Text ' si es correcto se guardan los nuevos datos
de contraseña y usuario
My.Settings.Save()
My.Settings.Reload()
My.Settings.contraseña = TextBox3.Text
My.Settings.Save()
My.Settings.Reload()
LoginForm1.Label1.Text = My.Settings.usuario 'se actualizan las claves en las
cajas de texto
LoginForm1.Label2.Text = My.Settings.contraseña
LoginForm1.Show()
Me.Hide()

        TextBox1.Text = ""
        TextBox2.Text = ""
        TextBox3.Text = ""
        UsernameTextBox.Text = ""
PasswordTextBox.Text = ""
Else
        MsgBox("Inserte usuario y contraseña o ninguno (Para quitar
la clave)", vbCritical, "Error de cambio de clave")
EndIf
Else
        MsgBox("La nueva contraseña no coincide", vbCritical, "Error de
cambio de clave")
EndIf
Else
        MsgBox("Usuario o Contraseña invalidos", vbCritical, "Error de cambio
de clave")
IfMsgBoxResult.Ok Then' Si los datos de acceso actuales son incorrectos se borran
las cajas de texto y se coloca el cursor en la primera
UsernameTextBox.Text = ""
        PasswordTextBox.Text = ""
        UsernameTextBox.Focus()

EndIf
EndIf

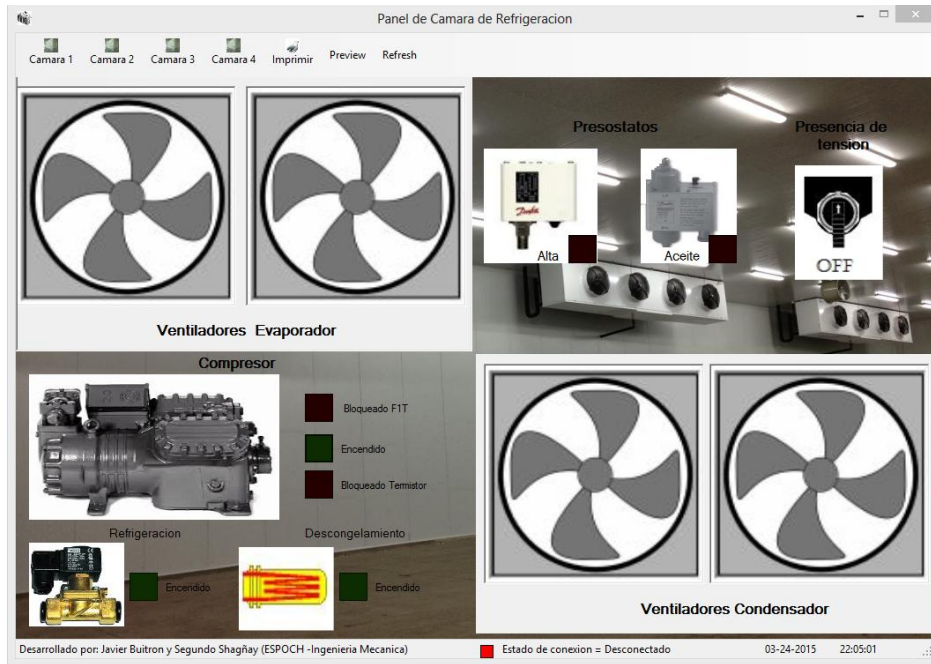
EndSub

PrivateSub Cancel_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Cancel.Click
LoginForm1.Show() 'si se cancela se regresa a la pagina de inicio de sesion
Me.Close()
EndSub

```

EndClass

Figura 62. Pantalla principal



Fuente: Autores

```
PublicClassForm1
```

```
PrivateSub WebBrowser1_DocumentCompleted(sender AsObject, e AsWebBrowserDocumentCompletedEventArgs) Handles WebBrowser1.DocumentCompleted  
    'Decodificacion de los datos  
    Label1.Text = WebBrowser1.DocumentText 'obtiene el contenido de la direccion IP  
    'enviado por Arduino Mega  
  
    If Label1.Text.Chars(29) = "E"Then' ventilador apagado 1 condensador  
        PictureBox2.Visible = True  
        PictureBox1.Visible = False  
    EndIf  
    If Label1.Text.Chars(29) = "e"Then' ventilador encendido 1 condensador  
        PictureBox1.Visible = True  
        PictureBox2.Visible = False  
    EndIf  
  
    If Label1.Text.Chars(30) = "F"Then' ventilador apagado 2 condensador  
        PictureBox3.Visible = True  
        PictureBox4.Visible = False  
    EndIf  
    If Label1.Text.Chars(30) = "f"Then' ventilador encendido 2 condensador  
        PictureBox4.Visible = True  
        PictureBox3.Visible = False  
    EndIf
```

```

If Label1.Text.Chars(31) = "g"Then' ventilador apagado 1 evaporador
    PictureBox5.Visible = True
    PictureBox7.Visible = False
EndIf
If Label1.Text.Chars(31) = "G"Then' ventilador encendido 1 evaporador
    PictureBox7.Visible = True
    PictureBox5.Visible = False
EndIf

If Label1.Text.Chars(32) = "h"Then' ventilador apagado 2 evaporador
    PictureBox6.Visible = True
    PictureBox8.Visible = False
EndIf
If Label1.Text.Chars(32) = "H"Then' ventilador encendido 2 evaporador
    PictureBox8.Visible = True
    PictureBox6.Visible = False
EndIf

If Label1.Text.Chars(25) = "A"Then' apagado el compresor
    Button2.BackColor = Color.FromArgb(14, 44, 1)
EndIf
If Label1.Text.Chars(25) = "a"Then' encendido el compresor
    Button2.BackColor = Color.Lime
EndIf

If Label1.Text.Chars(26) = "b"Then' compresor no bloqueado
    Button3.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0)
EndIf
If Label1.Text.Chars(26) = "B"Then' compresor bloqueado
    Button3.BackColor = Color.Red
    MsgBox("Causas: Se enclaba el contactor F1T", vbCritical, "Bloqueo
compresor")
EndIf

If Label1.Text.Chars(28) = "d"Then' off refrigeracion
    Button4.BackColor = Color.FromArgb(14, 44, 1)
EndIf
If Label1.Text.Chars(28) = "D"Then' on refrigeracion
    Button4.BackColor = Color.Lime
EndIf

If Label1.Text.Chars(27) = "c"Then' off descongelamiento
    Button6.BackColor = Color.FromArgb(14, 44, 1)
EndIf
If Label1.Text.Chars(27) = "C"Then' on descongelamiento
    Button6.BackColor = Color.Lime
EndIf

If Label1.Text.Chars(33) = "i"Then' desbloqueado alta presion
    Button1.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0)
EndIf
If Label1.Text.Chars(33) = "I"Then' bloqueo de alta presion
    Button1.BackColor = Color.Red
    MsgBox("Causas: Se paro un ventilador del condensador, demasiado refrigerante",
vbCritical, "Bloqueo alta presion")
EndIf

```

```

If Label1.Text.Chars(34) = "j"Then'desbloqueado aceite
    Button5.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0)
EndIf
If Label1.Text.Chars(34) = "J"Then'bloqueo aceite
    Button5.BackColor = Color.Red
MsgBox("Causas: La bomba no trabaja bien, falta aceite en el carter del
compresor", vbCritical, "Bloqueo aceite")
EndIf

If Label1.Text.Chars(35) = "k"Then'desbloqueado termistor
    Button7.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0)
EndIf
If Label1.Text.Chars(35) = "K"Then'bloqueo termistor
Button7.BackColor = Color.Red
    MsgBox("Causas: Recalentamiento circuito electrico del compresor",
vbCritical, "Bloqueo termistor")
EndIf

If Label1.Text.Chars(36) = "l"Then'apagado el equipo
    PictureBox14.Visible = True
    PictureBox15.Visible = False
EndIf
If Label1.Text.Chars(36) = "L"Then'presencia de tension
    PictureBox15.Visible = True
    PictureBox14.Visible = False
EndIf
EndSub

PrivateSub Timer1_Tick(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles Timer1.Tick
'Se actualiza por medio del timer cada segundo
    ToolStripStatusLabel12.Text = DateString 'Indica la fecha en la barra de
estado
    ToolStripStatusLabel13.Text = TimeOfDay 'Indica la hora en la barra de
estado

If (Label1.Text.Chars(29) = "E"Or Label1.Text.Chars(29) = "e") And
(Label1.Text.Chars(30) = "F"Or Label1.Text.Chars(30) = "f") And
    (Label1.Text.Chars(25) = "A"Or Label1.Text.Chars(25) = "a") And
(Label1.Text.Chars(26) = "B"Or Label1.Text.Chars(26) = "b") Then
ToolStripStatusLabel14.Text = "Estado de conexion = Conectado" 'verifica los
valores de la trama para indicar si existe conexion
    Button8.BackColor = Color.Green 'si existe red se muestra en color
verde
Else
    ToolStripStatusLabel14.Text = "Estado de conexion = Desconectado" 'si
los datos de la trama son diferentes no existe conexion
    Button8.BackColor = Color.Red 'si no existe red se muestra en color
rojo

    Button3.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0) 'se muestra la pantalla
con todo apagado si no existe red
Button2.BackColor = Color.FromArgb(14, 44, 1)
    Button7.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0)
    Button4.BackColor = Color.FromArgb(14, 44, 1)
    Button6.BackColor = Color.FromArgb(14, 44, 1)
    Button1.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0)
    Button5.BackColor = Color.FromArgb(36, 0, 0)

PictureBox14.Visible = True

```

```

        PictureBox5.Visible = True
        PictureBox6.Visible = True
        PictureBox2.Visible = True
        PictureBox3.Visible = True

        PictureBox15.Visible = False
        PictureBox1.Visible = False
        PictureBox4.Visible = False
        PictureBox7.Visible = False
        PictureBox8.Visible = False
    EndIf
EndSub

PrivateSub Form1_FormClosed(sender AsObject, e AsFormClosedEventArgs)
HandlesMe.FormClosed
LoginForm2.Close() 'Cierra todos los formularios abiertos
LoginForm1.Close()
Form2.Close()
EndSub

PrivateSub ToolStripMenuItem1_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
ToolStripMenuItem1.Click
WebBrowser1.Navigate("http://169.254.210.96")
Me.Text = "Panel de Camara de Refrigeracion 1"

EndSub

PrivateSub ToolStripMenuItem2_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
ToolStripMenuItem2.Click
WebBrowser1.Navigate("http://169.254.210.97")
Me.Text = "Panel de Camara de Refrigeracion 2"

EndSub

PrivateSub ToolStripMenuItem3_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
ToolStripMenuItem3.Click
WebBrowser1.Navigate("http://169.254.210.98")
Me.Text = "Panel de Camara de Refrigeracion 3"

EndSub

PrivateSub ToolStripMenuItem4_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
ToolStripMenuItem4.Click
WebBrowser1.Navigate("http://169.254.210.99")
Me.Text = "Panel de Camara de Refrigeracion 4"

EndSub

PrivateSub webBrowser1_Navigated(ByVal sender AsObject, ByVal e
AsWebBrowserNavigatedEventArgs) Handles WebBrowser1.Navigated
Label16.Text = WebBrowser1.Url.ToString() ' se actualiza la direccion IP
EndSub

PrivateSub ToolStripMenuItem5_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
ToolStripMenuItem5.Click
If PrintDialog1.ShowDialog = Windows.Forms.DialogResult.OK Then
PrintDocument1.PrinterSettings = PrintDialog1.PrinterSettings
PrintDocument1.Print()

EndIf

EndSub

PrivateSub PrintDocument1_PrintPage(sender AsObject, e As
Printing.PrintPageEventArgs) Handles PrintDocument1.PrintPage

```

```

e.Graphics.DrawImage(My.Resources.encabezado, 50, 30, 760, 80) 'Encabezado de
Planhofa
    e.Graphics.DrawString("Informe " & Me.Text, NewFont("Algerian", 16,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 150, 120) 'Informe de Camara de Refrigeracion #
    e.Graphics.DrawString(ToolStripStatusLabel4.Text, NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Regular), Brushes.Black, 40, 160) 'Estado de la conexion=activado o
desactivado
e.Graphics.DrawString("Fecha= " & ToolStripStatusLabel2.Text, NewFont("Calibri",
12, FontStyle.Regular), Brushes.Black, 40, 190) 'Fecha
    e.Graphics.DrawString("Hora " & ToolStripStatusLabel3.Text,
NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular), Brushes.Black, 300, 190) 'Hora
e.Graphics.DrawImage(My.Resources.DSC03022, 580, 160, 220, 150) 'Foto de la
camara
    e.Graphics.DrawRectangle(Pens.Black, 30, 20, 780, 1040) 'Borde de la
pagina

    e.Graphics.DrawString("Ciclo de refrigeracion = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 40, 220) 'Ciclo de refrigeracion
If Button6.BackColor = Color.Lime Then
e.Graphics.DrawString("Defrost ", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 210, 220) 'Defrost
EndIf

If Button4.BackColor = Color.Lime Then
e.Graphics.DrawString("Refrigeracion", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 210, 220) 'Refrigeracion
EndIf

If Button4.BackColor = Color.FromArgb(14, 44, 1) And Button6.BackColor =
Color.FromArgb(14, 44, 1) Then
    e.Graphics.DrawString("Drenaje", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Regular), Brushes.Black, 210, 220) 'Drenaje
EndIf

e.Graphics.DrawString("Presencia de tension= ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 40, 250) 'Presencia de tension
If PictureBox15.Visible = TrueThen
e.Graphics.DrawString("Con energia", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 210, 250) 'Con energia
Else
e.Graphics.DrawString("Sin energia", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 210, 250) 'Sin energia
EndIf

    e.Graphics.DrawImage(My.Resources.descarga, 40, 320, 220, 150) 'Foto del
compresor
    e.Graphics.DrawString("Bloqueo del compresor = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 270, 410) 'Bloqueo del compresor
If Button3.BackColor = Color.Red Then
e.Graphics.DrawString("Bloqueado Contactor = F1T", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Regular), Brushes.Black, 450, 410) 'Bloqueado
Else
e.Graphics.DrawString("Sin bloqueo Contactor = F1T", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Regular), Brushes.Black, 450, 410) 'Sin bloqueo
EndIf

    e.Graphics.DrawString("Bloqueo del termistor = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 270, 380) 'Bloqueo del termistor
If Button7.BackColor = Color.Red Then
e.Graphics.DrawString("Bloqueado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 450, 380) 'Bloqueado
Else

```



```

e.Graphics.DrawString("Sin bloqueo", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 450, 380) 'Sin bloqueo
EndIf

        e.Graphics.DrawString("Estado del compresor = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 270, 350) 'Estado del compresor
If Button2.BackColor = Color.Lime Then
e.Graphics.DrawString("Encendido", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 450, 350) 'Bloqueado
Else
e.Graphics.DrawString("Apagado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 450, 350) 'Sin bloqueo
EndIf

e.Graphics.DrawImage(My.Resources.lp, 40, 480, 100, 150) 'Foto del presostato de
aceite
e.Graphics.DrawString("Presostato de aceite = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 130, 530) 'Presostato de aceite
If Button5.BackColor = Color.Red Then
e.Graphics.DrawString("Bloqueado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 160, 560) 'Bloqueado
Else
e.Graphics.DrawString("Sin bloqueo", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 160, 560) 'Sin bloqueo
EndIf

e.Graphics.DrawImage(My.Resources.images5, 380, 480, 150, 150) 'Foto del
presostato de alta
e.Graphics.DrawString("Presostato de alta = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 530, 530) 'Presostato de alta
If Button1.BackColor = Color.Red Then
e.Graphics.DrawString("Bloqueado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 560, 560) 'Bloqueado
Else
e.Graphics.DrawString("Sin bloqueo", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 560, 560) 'Sin bloqueo
EndIf

        e.Graphics.DrawImage(My.Resources.Ventilador, 40, 670, 200, 200) 'Foto
del ventilador

        e.Graphics.DrawString("Ventilador condensador = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 250, 680) 'Ventilador condensador
e.Graphics.DrawString("Contactor = ", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Bold),
Brushes.Black, 550, 680) 'Contactor
        e.Graphics.DrawString("K5", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 630, 680) 'k5
If PictureBox1.Visible = TrueThen
e.Graphics.DrawString("Encendido", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 680) 'Encendido
Else
e.Graphics.DrawString("Apagado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 680) 'Apagado
EndIf

        e.Graphics.DrawString("Ventilador condensador = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 250, 720) 'Ventilador condensador
        e.Graphics.DrawString("Contactor = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 550, 720) 'Contactor
e.Graphics.DrawString("K6", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 630, 720) 'k6
If PictureBox4.Visible = TrueThen

```

```

e.Graphics.DrawString("Encendido", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 720) 'Encendido
Else
e.Graphics.DrawString("Apagado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 720) 'Apagado
EndIf

e.Graphics.DrawString("Ventilador evaporador = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 250, 770) 'Ventilador evaporador
    e.Graphics.DrawString("Contactor = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 550, 770) 'Contactor
    e.Graphics.DrawString("K8", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 630, 770) 'k8
If PictureBox7.Visible = TrueThen
e.Graphics.DrawString("Encendido", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 770) 'Encendido
Else
e.Graphics.DrawString("Apagado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 770) 'Apagado
EndIf

e.Graphics.DrawString("Ventilador evaporador = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 250, 810) 'Ventilador evaporador
    e.Graphics.DrawString("Contactor = ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 550, 810) 'Contactor
    e.Graphics.DrawString("K9", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 630, 810) 'k9
If PictureBox8.Visible = TrueThen
e.Graphics.DrawString("Encendido", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 810) 'Encendido
Else
e.Graphics.DrawString("Apagado", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular),
Brushes.Black, 430, 810) 'Apagado
EndIf

    e.Graphics.DrawString("Desarrollado por: ", NewFont("Calibri", 12,
FontStyle.Bold), Brushes.Black, 40, 1010) 'Pie de pagina
e.Graphics.DrawString("Javier Buitron y Segundo Shaghñay estudiantes de la ",
NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular), Brushes.Black, 170, 1010)
e.Graphics.DrawString("Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Escuela de
Ingenieria Mecanica ", NewFont("Calibri", 12, FontStyle.Regular), Brushes.Black,
50, 1040)
EndSub

PrivateSub ToolStripMenuItem7_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
ToolStripMenuItem7.Click
WebBrowser1.Navigate(Label16.Text) 'Actualiza la conexion
EndSub
PrivateSub ToolStripMenuItem6_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
ToolStripMenuItem6.Click
PrintPreviewDialog1.Document = PrintDocument1
    PrintPreviewDialog1.ShowDialog()
EndSub

EndClass

```

Figura 63. Informes



Fuente: Autores

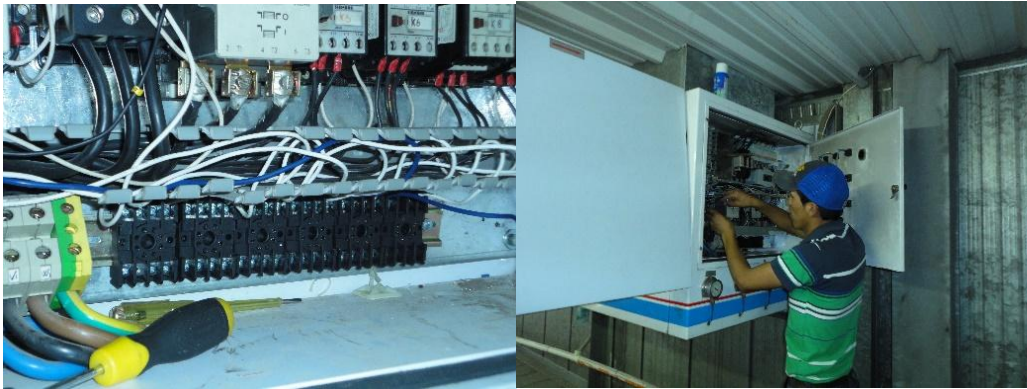
4.7 Implementación de la adquisición de alerta de fallas del panel de control

Para la implementación de la adquisición de datos del panel de control se tomó en cuenta algunos aspectos como: la utilización de relés auxiliares para la obtención de las señales de los diferentes equipos y así enviar esas señales mediante cable a la tarjeta Arduino, voltaje de las señales VA 220V, voltaje de alimentación de las tarjetas VCC 5V.

4.7.1 Conexión de relés auxiliares. Los relés auxiliares se conectan tomando en cuenta que su bobina se conectara a 220 V y cada uno de sus contactos a 5 V ya que esta será la señal que reciba la tarjeta Arduino.

El número de relés auxiliares que se conectaron fueron 6 ya que para las 6 señales restantes se tenía contactos libres en el mismo panel de control.

Figura 64. Conexión relés auxiliares



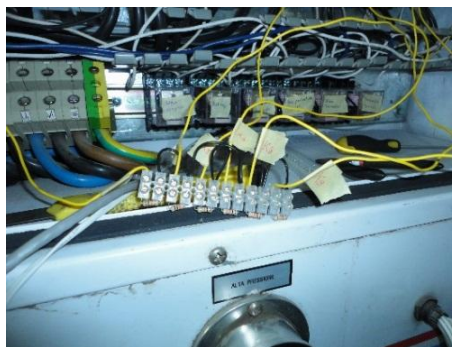
Fuente: Autores

4.7.2 *Cableado de las señales.* La conexión de las señales de cada uno de los equipos se realiza a partir de los contactos de los relés auxiliares conectados.

La conexión se basa en conectar dos cables para la señal el uno que será los 5V y el otro que será la conexión a tierra en esta conexión también se debe conectar con resistencias de 10 kΩ.

En la tabla siguiente se indica el origen de las señales y el tipo de color de cada cable para cada señal.

Figura 65. Cableado de las señales



Fuente: Autores

Tabla 7. Codificación de los colores de cables de cada señal

Nombre	Origen de la	Color del cable
--------	--------------	-----------------

	señal	
Encendido del compresor	K 1	Tomate
Bloqueo del compresor	F 1 T	Tomate-blanco
Descongelamiento	K 6	Verde
Refrigeración	Relé auxiliar	Verde-blanco
Ventilador condensador 1	K 5	Café
Ventilador condensador 2	K 6	Café-blanco
Ventilador evaporador 1	K 8	Azul
Ventilador evaporador 2	K 9	Azul-blanco
Bloqueo alta presión	Relé Auxiliar	Tomate
Bloqueo presostato de aceite	Relé Auxiliar	Tomate- blanco
Bloqueo termistor	Relé Auxiliar	Azul
Presencia de tensión	Relé Auxiliar	Azul-blanco

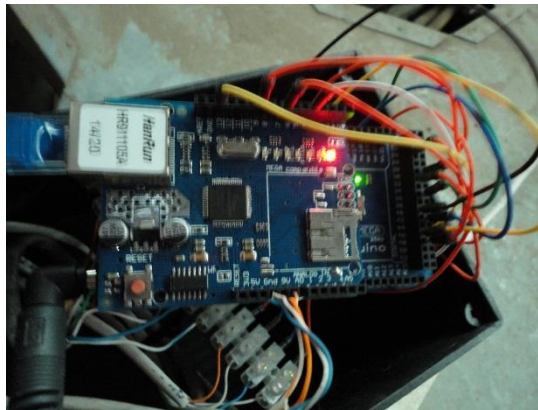
Fuente: Autores

4.7.3 Conexión de la tarjeta Arduino. La tarjeta Arduino se la debe energizar a 6 V en nuestro caso para esto se optó por la conexión de un transformador el mismo que nos arroja el voltaje requerido para la tarjeta Arduino.

La conexión de las diferentes señales se las realizó con mucho cuidado ya que cada cable tiene una señal de un equipo y las entradas de la tarjeta Arduino están ya programadas para las distintas señales del equipo.

La tarjeta Arduino se la colocó en una área donde se encuentra expuesta a mucho polvo por lo que se vio necesario la utilización de una caja en donde se instaló la tarjeta para poder protegerla de cualquier aspecto que la pueda dañar.

Figura 66. Conexión de la tarjeta Arduino



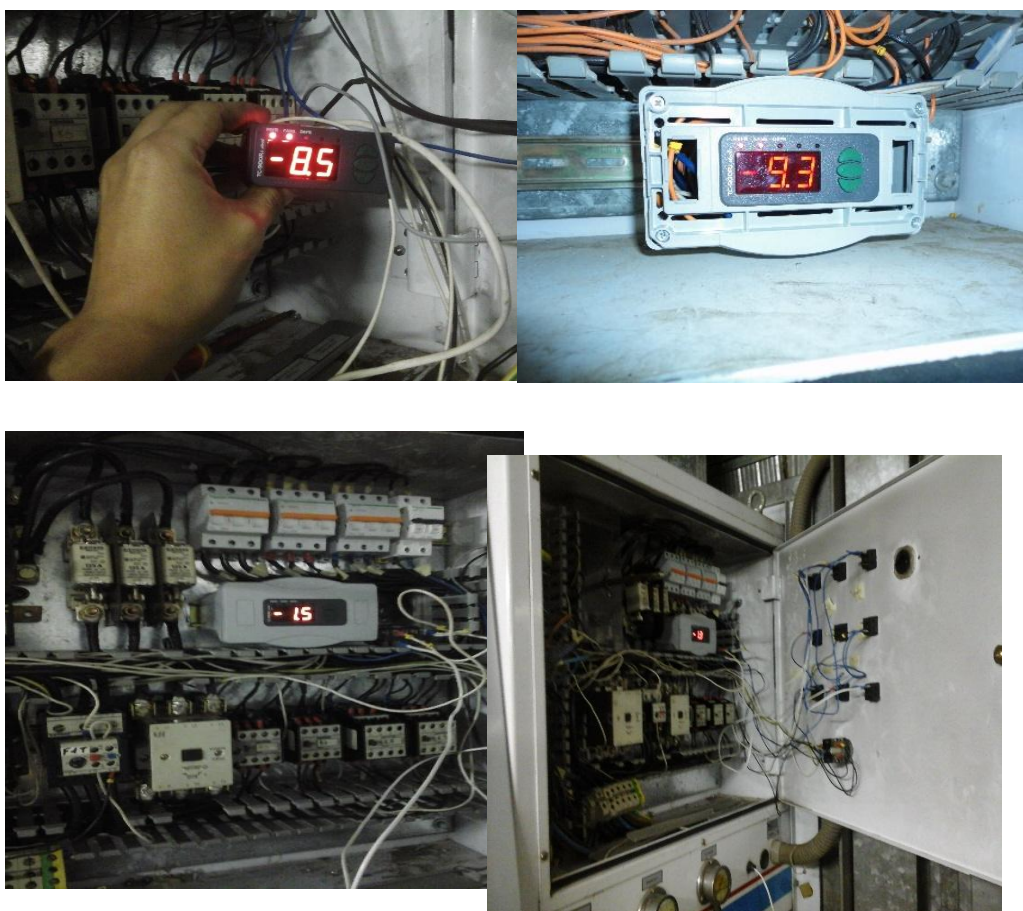
Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. PRUEBAS DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA CÁMARA DE REFRIGERCAIÓN

5.1 Pruebas del controlador instalado

Figura 67. Pruebas del controlador



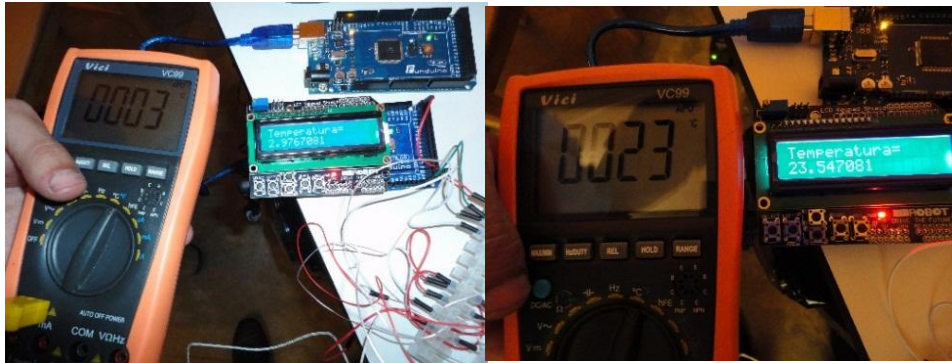
Fuente: Autores

Una vez instalado el controlador y el panel de alerta se procede a realizar las pruebas del controlador como se pudo observar en la figura al encender el equipo entra en un estado de refrigeración donde la temperatura debe bajar hasta una temperatura seteada de -15°C esta temperatura es la que los productos requieren en el cuarto frío para poder mantenerse de mejor manera, se puede observar en el controlador una vez que el equipo ingresa en refrigeración se encienden los ventiladores del evaporador, una vez que el controlador le indique al equipo que debe entrar en el ciclo de descongelamiento donde los ventiladores deben apagarse y entrar a funcionar las resistencias eléctricas del evaporador.

5.2 Pruebas del visor y de la automatización de las luminarias.

Las pruebas del visor de temperatura se realizaron antes y después de la instalación.

Figura 68. Pruebas del visor de temperatura



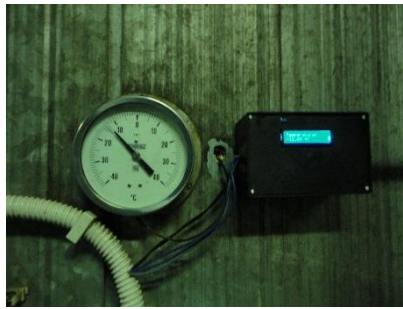
Fuente: Autores

La prueba antes de instalar el sensor y la tarjeta Arduino se realizó la comparación con las lecturas de multímetro al cual fue adaptado una termocupla, donde el sensor PT 100 así como la termocupla fue puesta en un envase que contenía hielo donde la temperatura rodeaba los $3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

También fueron expuestas al ambiente como se observa en la figura donde la temperatura ambiente como se puede observar media $23\text{ }^{\circ}\text{C}$, tenemos una variación en los decimales ya que el programa realizado para la visualización de datos de temperatura medidos por el sensor PT100 indica con muchos decimales, pero la diferencia es que el multímetro que indica los datos de temperatura de la termocupla no indica con muchas cifras decimales.

Se observa que los dos indicadores muestran temperaturas parecidas entre ellas con la ventaja de que el digital nos brinda mayor cifras y menor tiempo de lectura a cambios de temperatura además que no tiene partes mecánicas que se puedan deteriorar con el tiempo.

Figura 69. Pruebas finales

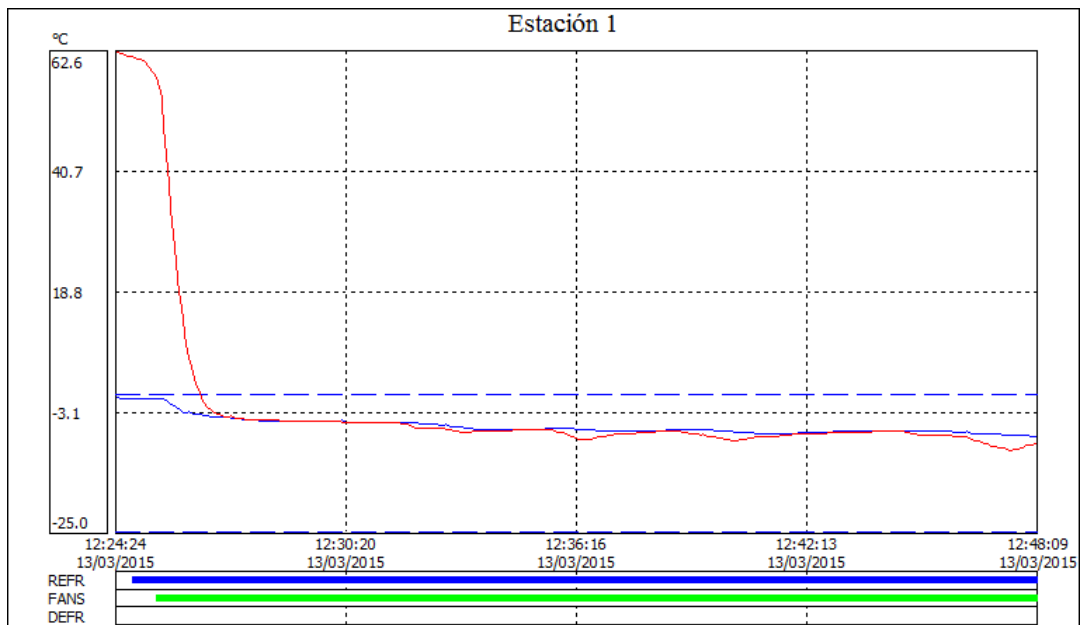


Fuente: Autores

5.3 Pruebas y reportes del programa a Sitrad.

El programa una vez puesto en marcha el equipo empieza a recibir los datos de temperatura y a generar reportes de cada uno de los ciclos de la cámara de refrigeración. Ver anexo K.

Figura 70. Reporte generado



Fuente: Autores

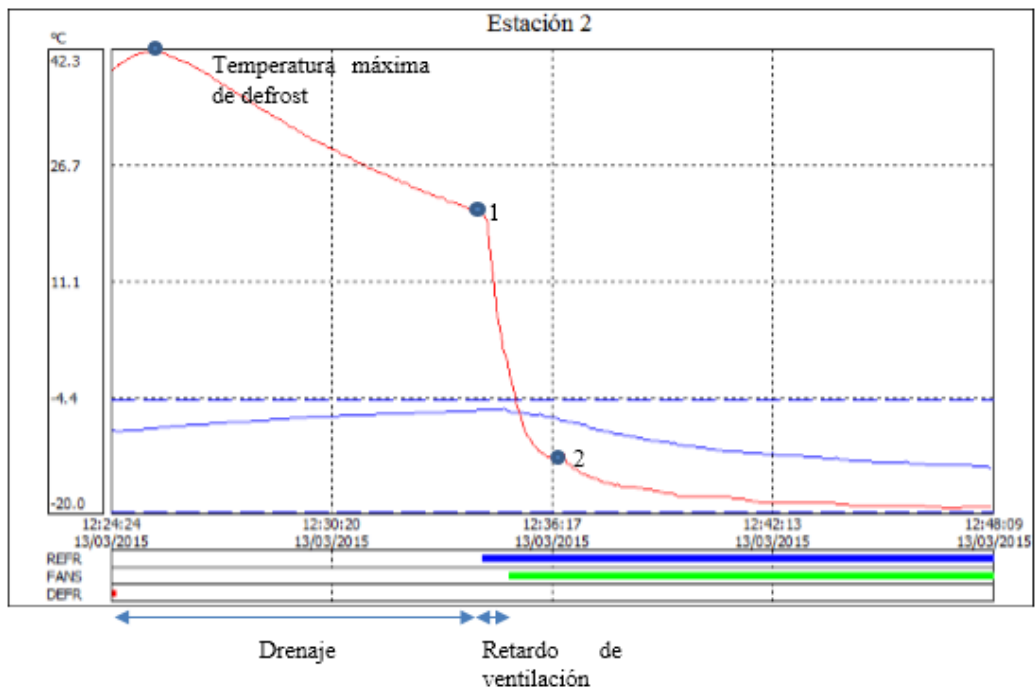
En la figura anterior se puede observar que el programa nos arroja su reporte con respecto al ciclo de refrigeración. Donde se observa que una vez que inicia el ciclo de

refrigeración tiene un tiempo de espera para que los ventiladores del evaporador pasen a funcionar.

La curva de color rojo de la figura 70 nos indica la temperatura a la cual se encuentra el evaporador mientras el equipo entra al ciclo de refrigeración la temperatura del evaporador disminuye. Así mismo la temperatura del cuarto frío mientras el evaporador disminuye su temperatura el cuarto disminuye simultáneamente como nos indica la curva de color azul.

La temperatura ambiente se mantiene entre dos límites de temperatura configurados en el controlador que son de -2 y -25°C, estos límites nos permiten mostrar alarmas si superan estos valores.

Figura 71. Reporte del ciclo de descongelamiento



Fuente: Autores

En la figura anterior el equipo se encuentra finalizando el ciclo de descongelamiento, en el cual la temperatura del evaporador sube a su temperatura máxima configurada en el controlador de 45 °C como se puede observar la curva de color rojo, mientras que la curva de color azul nos indica la temperatura ambiente. Se observa que antes de entrar

en ciclo de refrigeración se tiene un tiempo de 10 minutos de drenaje que permite evacuar el agua producida por el deshielo.

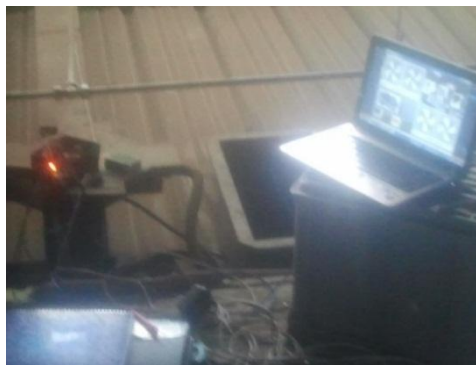
Se puede observar el cambio del ciclo de descongelamiento al de refrigeración en la variación de temperatura de cada una de las curvas.

Se observa un caída de temperatura brusca desde el punto 1 hasta el 2 debido a que el equipo entra en el ciclo de refrigeración.

5.4 Pruebas de la adquisición de datos del panel de control.

Se comprueba antes de instalar definitivamente la tarjeta Arduino si la adquisición de datos funciona de manera correcta.

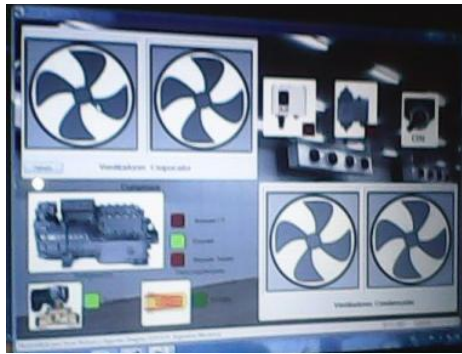
Figura 72. Pruebas de la adquisición de datos



Fuente: Autores

Como se puede observar en la grafica la interfaz de usuario programado en el software visual se encuentra funcionando.

Figura 73. Pantalla principal de la adquisición de datos



Fuente: Autores



INFORME PANEL DE CAMARA DE REFRIGERACION 1

Estado de conexion = Conectado

Fecha= 03-25-2015

Hora 20:27:17

Ciclo de refrigeracion = Refrigeracion

Presencia de tension= Con energia



Estado del compresor = Apagado

Bloqueo del termistor = Sin bloqueo

Bloqueo del compresor = Sin bloqueo Contactor = F1T



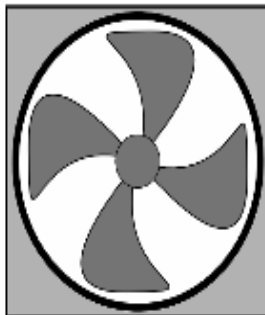
Presostato de aceite =

Sin bloqueo



Presostato de alta =

Sin bloqueo



Ventilador condensador = Encendido

Contactor = K5

Ventilador condensador = Encendido

Contactor = K6

Ventilador evaporador = Encendido

Contactor = K8

Ventilador evaporador = Encendido

Contactor = K7

Desarrollado por: Javier Buitron y Segundo Shaghñay estudiantes de la

Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Escuela de Ingenieria Mecanica

INFORME PANEL DE CAMARA DE REFRIGERACION 1

Estado de conexion = Conectado

Fecha= 03-75-2015

Hora 20:29:31

Ciclo de refrigeracion = Defrost

Presencia de tension= Con energia



Estado del compresor = Apagado

Bloqueo del termistor = Sin bloqueo

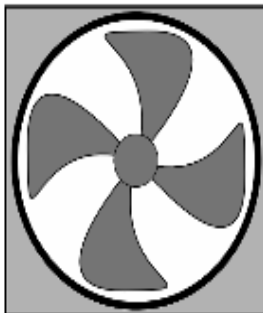
Bloqueo del compresor = Sin bloqueo Contactor = F1T



Presostato de aceite =
Sin bloqueo



Presostato de alta =
Sin bloqueo



Ventilador condensador = Apagado

Contactor = K5

Ventilador condensador = Apagado

Contactor = K6

Ventilador evaporador = Apagado

Contactor = K8

Ventilador evaporador = Apagado

Contactor = K7

Desarrollado por: Javier Buitron y Segundo Shaghñay estudiantes de la

Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Escuela de Ingenieria Mecanica:

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS

6.1 Costos de los equipos adquiridos.

Como hoy en día existen innumerables marcas de los equipo por ende se analiza exhaustivamente los costos de las diferentes marcas reconocidas, por tanto se decidió adquirir los equipos de la marca FULLGAUGE por la facilidad, versatilidad, confiabilidad, flexibilidad y por características técnicas y un costo apropiado.

6.1.1 Costos de equipos para el sistema de control

Tabla 8. Costos de los equipos para el sistema de control

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Total (USD)
Repuestos controlador temperatura			
1	Control de temperatura marca FULLGAUGE	79,52	79,52
2	Relé auxiliar de 220VAC	19,04	38,08
30	Cable multipar cat 6	0,84	25,02
1	Canaletas plásticas	39,45	39,45
1	Modem de temperatura FULLAGUE	230,85	230,85
Repuestos motoventiladores			
4	Aspas de 20 in de diámetro 4 aletas para ventiladores	58,8	235,2
4	Adaptador de eje ½ para aspa	9,74	38,9
4	Motor de ¾ Hp trifásico marca US MOTOR	451,58	1806,32
		Total	2493,4

Fuente: Autores

6.1.2 *Costos de los equipos para adquisición de datos*

Tabla 9. Costo de los equipos para adquisición de datos

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
1	Arduino Mega 2560	69,50	69,50
1	Ethernet Shield	20,99	20,99
10	Relé auxiliares de 220V	10,00	100,00
2	Cables para protoboard	6,00	12,00
300 m	Cable de red cat. 6	0,68	206,00
1	Fuentes de alimentación	20,00	20,00
1	Caja de plástico para Arduino	15,00	15,00
1	Cinta doble fase	1,50	1,50
2	Borneras 12 polos 10A	2,00	4,00
1	Amarra cable 15 x 3 cm	3,50	3,50
1	Amarra cable 25 x 4 cm	7,50	7,50
15 m	Cable gemelo	0,35	5,25
15 m	Cable multipar de 2 pares	0,40	6,00
2	Conectores RJ45	0,23	0,46
12	Resistencias de 10 kΩ	0,05	0,60
15 m	Cable de timbre	0,20	3,00
1 m	Rail dim	5,00	5,00
		Total	480,3

Fuente: Autores

6.1.3 *Costos de los equipos para el control automático de las luminarias y visor de temperatura. (Ver tabla 10)*

Tabla 10. Costos de equipos para el visor de temperatura

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
1	Arduino Mega 2560	69,50	69,50
1	LCDShield 16 x2	16,50	16,50
1	Sensor PT100	15,00	15,00
1	Relé de 5V. 2 canales	7,50	7,50
1	Sensor infrarrojo	12,00	12,00
1	Fuentes de alimentación	20,00	20,00
1	Caja de plástico para Arduino	15,00	15,00
15 m	Cable gemelo	0,35	5,25
15 m	Cable multipar de 3 pares	0,50	7,50
2	Borneras 12 polos 10A	2,00	4,00
1	Cables para protoboard	6,00	6,00
		Total	178,25

Fuente: Autores

6.1.4 Costos de mano de obra. En este punto del análisis de costos es necesario y primordial dar a conocer el salario o sueldo que recibe el trabajador que interviene directamente en la implementación de los equipos, por cuanto a la instalación de control digital de temperatura, Cableado, configuración de circuitos de automatismos de tablero, programación de controladores para eventos de refrigeración, puesta en marcha y pruebas del trabajo del sistema, se cobrará 750,00 USD.

Además la colaboración del asesor y el director del proyecto de tesis que intervienen directamente.

6.2 Análisis de costos

El objetivo del análisis de costo es identificar cada uno de los costos para verificar cuan factible y rentable es realizar la implementación de este sistema de control y adquisición de datos.

6.2.1 *Determinación de los costos totales.* Para determinar los costos totales de la implementación del sistema de control y adquisición de datos se debe analizar lo siguiente:

- Costo Directos o costos de equipos
- Sueldo y salarios de mano de obra directa

6.2.1.1 *Costos directos o costos de equipos.* El costo primo se refiere a todos los equipos y materiales empleados en la instalación del sistema de control y adquisición de datos. El cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 11. Costos de equipos

Costos de equipos para el sistema de control. (USD)	2493,4
Costos de los equipos para adquisición de datos. (USD)	480,3
Costos de los equipos para el control automático de las luminarias y visor de Temperatura. (USD)	178,25
Total	3151,95

Fuente: Autores

6.2.1.2 *Sueldo y salarios de mano de obra directa.* El salario y el costo de mano de obra directa como se analizó anteriormente tienen un costo total de 750,00 USD

Por tanto los costos totales de producción serán la suma de todos los gastos antes descritos que se da a conocer a continuación:

Tabla 12. Costos de mano de obra

Nombre	Costo (USD)
Costos directos o costos de equipos	3151,95
Sueldo y salarios de mano de obra directa	750,00
TOTAL	3901,95

Fuente: Autores

6.3 Resultados del análisis de los costos.

Los resultados de nuestro proyecto al analizar los costos de los diferentes equipos y materiales adquiridos con las múltiples empresas que elaboran dispositivos de características apropiadas y semejantes, está en las funciones adecuadas que nos brinda, con el fin de elaborar un ambiente competitivo de nuevos proyectos con la flexibilidad, fiabilidad y factibilidad, de una alta eficacia y a un costo razonable que nos ofrece las diferentes empresa.

Por tanto la demanda de los diferentes equipos que ofrece FULLGAUGEya sea en las industrias a nivel mundial es amplia en comparación con equipos de diferentes marcas, la tecnología que ofrecen para la manipulación del controlador, son muy fáciles de comprender. Además ofrecen un servicio técnico especializado para las diversas dificultades que se presentan al momento de utilizar el controlador utilizado.

Además de otras consideraciones que se menciona a continuación:

La necesidad de automatizar,

La cantidad de variables internas que se necesita,

Velocidad de monitoreo,

La capacidad de ampliación,

Comunicación, programas que ofrecen,

Programación entre otros.

Por todos los aspectos indicados, los costos adecuados y las características precisas para nuestras necesidades, los equipos adquiridos son muy apropiados para la implementación y automatización de nuestro sistema de control.

CAPÍTULO VII

7. MANUAL DE OPERACIÓN, ANÁLISIS DE FALLAS DE LOS EQUIPOS, TUTORIALES DE LOS SOFTWARE Y PLAN DE MANTENIMIENTO.

7.1 Manual de funcionamiento de los equipos

El manual que se realiza a continuación es con fin de que el operador encargado de los equipos sea capaz de manipular y ponerlo en marcha el equipo de manera segura, y así dar un funcionamiento sin que se presenten inconvenientes en el equipo de refrigeración.

7.1.1 Puesta en marcha del equipo de refrigeración. Para la correcta puesta en marcha el operador deberá seguir una serie de pasos que se describen a continuación:

Verificar si existe continuidad, estén apretados los tornillos de las terminales, revisar que en los terminales no existan cables fundidos, los fusibles de alimentación estén correctamente conectados.

Figura 74. Fusibles de alimentación de 100A



Fuente: Autores

Energizar la perilla principal de la fuente de alimentación. Siempre observando que no estén flojos los tornillos de las borneras de alimentación, para así evitar chispas que fundan el cable y pueda producirse corto circuitos.

Figura 75. Perilla principal



Fuente: Autores

Observar que no exista ninguna alerta de bloqueo en el panel de control.

Verificar que todos los breakers estén alzados y girar la perilla selectora a la posición de marcha.

Figura 76. Perilla selectora



Fuente: Autores

7.1.2 *Uso de las luminarias automatizadas.* El sistema de manejo de las luminarias se las debe realizar de la siguiente manera.

Al encender las luminarias con el interruptor deberá el operador apagarlas ya que el sistema automático está conectado en paralelo y no funcionará si entra en funcionamiento el control manual.

El control automático entra a funcionar una vez que el operador abra la puerta de la cámara de refrigeración y se apagará una vez que éstas son cerradas.

7.2 Análisis de posibles fallas en los equipos y adquisición de datos

Los diferentes elementos que tiene la cámara de refrigeración se las debe revisar y si existe algún problema en uno de los elementos se les debe dar el mantenimiento respectivo.

7.2.1 Análisis de fallas en la válvula de expansión. En la siguiente tabla se describe los problemas que se pueden dar en la válvula de expansión.

Tabla 13. Análisis de fallas en la válvula de expansión

Problema	Causa Posible	Solución
Temperatura de la cámara demasiado alta.	Caída de presión alta a través del evaporador	Cambiar la válvula de expansión por una válvula con igualación de presión externa. Regular en caso necesario, del sobrecalentamiento en la válvula de expansión
	Falta de subenfriamiento delante de la válvula de expansión	Controlar el subenfriamiento del refrigerante delante de la válvula de expansión. Crear un mayor subenfriamiento.
	La caída de presión a través de la válvula de expansión es menor que la caída de presión para la cual la válvula está diseñada.	Controlar la caída de presión en la válvula de expansión. Reemplazar, en caso necesario, el conjunto de orificio y/o la válvula.
		Ajustar, en caso necesario, el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.

	<p>El bulbo instalado inmediatamente detrás de un intercambiador de calor o demasiado cerca de válvulas grandes, bridas, etc</p>	<p>Examinar la ubicación del bulbo. Situar el bulbo lejos de válvulas grandes, bridas, etc.</p>
	<p>La válvula de expansión esta obstruida por hielo, cera u otras impurezas</p>	<p>Limpiar la válvula del hielo, cera u impurezas.</p> <p>Controlar el color en el visor de líquido (color verde indica demasiada humedad).</p> <p>Cambiar, en caso necesario, el filtro secador. Controlar el aceite en el sistema.</p> <p>Limpiar el filtro de impurezas.</p>
	<p>La válvula de expansión es demasiado pequeña.</p>	<p>Controlar la capacidad del evaporador comparando con la capacidad de la válvula de expansión.</p> <p>Cambiar la válvula u orificio por un tamaño mayor.</p> <p>Ajustar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.</p>
	<p>La válvula de expansión ha perdido su carga.</p>	<p>Controlar si la válvula de expansión ha perdido su carga.</p> <p>Cambiar la válvula de expansión.</p> <p>Ajustar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.</p>
	<p>Se ha producido una migración de carga en la válvula de expansión.</p>	<p>Controlar si la carga de la válvula de expansión es la adecuada.</p> <p>Identificar y subsanar la causa de la migración de la carga.</p>

		Ajustar, en caso necesario, el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.
	El bulbo de la válvula de expansión no tiene buen contacto con la tubería de aspiración.	Controlar si el bulbo está bien sujeto a la tubería de aspiración. Aislar el bulbo, en caso necesario
La instalación frigorífica tiene un funcionamiento inestable.	El evaporador esta total o parcialmente escarchado.	Descachar el evaporador, en caso necesario.
	El sobrecalentamiento de la válvula de expansión está regulado a un valor demasiado pequeño.	Ajustar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.
	La válvula de expansión tiene una capacidad demasiado grande.	Cambiar la válvula de expansión o el orificio por un tamaño menor.
		Ajustar, en caso necesario, el sobrecalentamiento de la válvula de expansión.
La instalación de refrigeración tiene un funcionamiento inestable a una temperatura demasiado alta.	El bulbo de la válvula de expansión está instalado en un lugar inapropiado, como por ejemplo, en el colector de aspiración, tubo vertical después de una trampa de aceite o en las cercanías de válvulas grandes, bridas o lugares parecidos.	Controlar la ubicación del bulbo. Situar el bulbo de tal modo que pueda recibir una buena señal. Asegúrese de que el bulbo está bien sujeto a la tubería de aspiración. Ajustar, en caso necesario, el sobrecalentamiento de la válvula.
La presión de aspiración es demasiado alta.	Paso de liquido	Aumentar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.
	Válvula de expansión demasiado grande	Controlar la capacidad de la válvula de expansión.

	Ajuste defectuoso de la válvula de expansión	<p>Cambiar la válvula o el orificio por un tamaño menor.</p> <p>Ajustar, en caso necesario, el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.</p>
La presión de aspiración es demasiado baja.	La caída de presión a través del evaporador es demasiado grande.	<p>Cambiar la válvula de expansión por una válvula con igualación de presión externa.</p> <p>Regular en caso necesario, del sobrecalentamiento en la válvula de expansión</p>
	Falta de subenfriamiento delante de la válvula de expansión.	Controlar el subenfriamiento del refrigerante delante de la válvula de expansión. Crear un mayor subenfriamiento.
	El sobrecalentamiento del evaporador es demasiado grande.	Controlar el sobrecalentamiento. Ajustar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.
	La caída de presión a través de la válvula de expansión es más pequeña que la caída de presión para la cual la válvula está dimensionada.	Verificar la caída de presión a través de la válvula de expansión.
		Cambiar el conjunto de orificio o la válvula.
	El bulbo está situado en un lugar demasiado frío, como por ejemplo, expuesto a corriente de aire frío o cerca de válvulas grandes, bridas o similares.	Verificar la ubicación del bulbo. Aislar el bulbo en caso necesario. Situar el bulbo lejos de válvulas grandes, bridas o similares.
	La válvula de expansión es demasiado pequeña.	Controlar la capacidad de la planta refrigeradora y comparar con la capacidad de la válvula de expansión.
		Cambiar la válvula u orificio por un mayor tamaño.

		Ajustar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.
	La válvula de expansión esta obstruida por hielo, cera u otras impurezas	Limpiar la válvula del hielo, cera u impurezas.
		Controlar el color en el visor de líquido (color verde indica demasiada humedad).
		Cambiar, en caso necesario, el filtro secador. Controlar el aceite en el sistema.
		Limpiar el filtro de impurezas
	La válvula de expansión ha perdido su carga.	Controlar si la válvula de expansión ha perdido su carga.
		Cambiar la válvula de expansión.
		Ajustar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.
	Se ha producido una migración de carga en la válvula de expansión.	Controlar la carga de la válvula de expansión.
		Ajustar, en caso necesario, el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.
	El evaporador esta total o parcialmente escarchado.	Descachar el evaporador, en caso necesario.
Golpes de líquido en el compresor.	La válvula de expansión tiene una capacidad demasiado grande.	Cambiar la válvula de expansión o el orificio por un tamaño menor.
		Ajustar, en caso necesario, el sobrecalentamiento de la válvula de expansión.
	El sobrecalentamiento de la válvula de expansión está ajustado a un valor demasiado	Aumentar el sobrecalentamiento en la válvula de expansión.

	pequeño.	
	El bulbo de la válvula de expansión no tiene buen contacto con la tubería de aspiración.	Controlar si el bulbo está bien sujeto a la tubería de aspiración. Aislar el bulbo, en caso necesario
	El bulbo está situado en un lugar demasiado caliente o cerca de válvulas grandes, bridas o similares.	Controlar la ubicación del bulbo en la tubería de aspiración.
		Cambiar el bulbo a una mejor posición.

Fuente: Manual de buenas prácticas en refrigeración-fondo de reconversión industrial

(BOHN) FONDO IN Jorge Alberto Puebla-Cap. V sistemas de refrigeración

7.2.2 Análisis de fallas en la válvula solenoide. En la siguiente tabla se describe las posibles fallas de las válvulas solenoides, y también sus respectivas causas que lo producen y sus soluciones a cada una de las fallas que se producen.

Tabla 14. Análisis de fallas en válvulas solenoides

Síntoma	Causas posibles	Soluciones
La válvula solenoide no abre.	Falta de tensión en la bobina.	<p>Verificar si la válvula está abierta o cerrada.</p> <p>1. Utilizar un detector magnético.</p> <p>2. Levantar la bobina y verificar continuidad.</p> <p>Nota: Nunca se debe desmontar la bobina energizada ya que esto puede quemarla.</p> <p>Verificar siempre el diagrama y las conexiones eléctricas.</p> <p>Verificar los contactos del relé.</p> <p>Verificar el cableado.</p> <p>Verificar los fusibles.</p>
	Tensión / frecuencia incorrecta.	<p>Comparar los datos de la bobina con las especificaciones de la instalación.</p> <p>Medir la tensión de funcionamiento de la</p>

		<p>bobina. Tolerancia: +10% - 15% de la tensión nominal.</p> <p>Cambiar la bobina por una de la especificación correcta, si fuese el caso.</p>
	Bobina quemada.	
	Presión diferencial demasiado alta.	<p>Verificar las especificaciones de la válvula.</p> <p>Cambiar por válvula correcta.</p> <p>Reducir, de ser posible la presión diferencial, por ejemplo, la presión de entrada.</p>
La válvula solenoide no abre o se abre parcialmente.	Presión diferencial demasiado baja.	<p>Verificar las especificaciones de la válvula y la presión diferencial.</p> <p>Cambiar por válvula correcta.</p> <p>Verificar la membrana y/o los aros del embolo y cambiar empaquetaduras.</p>
	Tubo de la armadura dañado y curvado.	Cambiar componentes defectuosos.
	Impurezas en la membrana/el embolo	Cambiar componentes defectuosos.
	Impurezas en el asiento de la válvula. Impurezas en la armadura/tubo de la armadura.	<p>Limpiar la válvula.</p> <p>Cambiar partes defectuosas.</p> <p>Cambiar empaquetaduras.</p>
	Corrosión/cavidades.	<p>Cambiar partes defectuosas.</p> <p>Cambiar empaquetaduras.</p>
	Falta de componentes después de desmontar la válvula.	<p>Montar componentes faltantes.</p> <p>Cambiar empaquetaduras.</p>
	Todavía hay tensión en la bobina.	<p>Levantar la bobina y verificar continuidad.</p> <p>Nota: Nunca se debe desmontar la bobina energizada ya que esto puede quemarla.</p> <p>Verificar siempre el diagrama y las conexiones eléctricas.</p> <p>Verificar los contactos del relé.</p> <p>Verificar el cableado.</p> <p>Verificar los fusibles</p>
	No se ha retornado el husillo manual y la válvula está abierta.	Verificar la posición del husillo de apertura manual.
	Pulsaciones en la línea de descarga.	<p>Verificar los datos técnicos.</p> <p>Verificar las condiciones de presión y las</p>

	<p>Presión diferencial demasiado alta en posición abierta.</p> <p>La presión del lado de salida es periódicamente superior a la presión del lado de entrada.</p>	<p>condiciones de flujo.</p> <p>Cambiar por válvula correcta.</p> <p>Verificar la instalación en general.</p>
	<p>Placa de válvula, membrana o asiento de válvula defectuoso.</p>	<p>Verificar las condiciones de presión y las condiciones de flujo.</p> <p>Cambiar partes defectuosas.</p> <p>Cambiar empaquetaduras.</p>
	<p>Montaje equivocado de la membrana o de la placa de soporte.</p>	<p>Comprobar que la válvula este correctamente montada.</p> <p>Cambiar empaquetaduras.</p>
	<p>Impurezas en la placa de la válvula.</p> <p>Impurezas en la tobera del piloto.</p> <p>Impurezas en el tuno de la armadura.</p>	<p>Limpiar la válvula.</p> <p>Cambiar empaquetaduras.</p>
<p>La válvula solenoide emite ruidos</p>	<p>Ruido de frecuencia (zumbido)</p>	<p>La válvula solenoide no es la causa.</p>
	<p>Golpes de ariete cuando la válvula se abre o se cierra.</p>	<p>Cuando se instala delante de una TXV, montarla cerca.</p> <p>Montar un tubo vertical cerrado en una "T" delante de la válvula solenoide.</p>
	<p>Presión diferencial demasiado alta y/o pulsaciones en la línea de descarga.</p>	<p>Verificar los datos técnicos de la válvula.</p> <p>Verificar las condiciones de presión y flujo.</p> <p>Cambiar por válvula correcta.</p> <p>Verificar la instalación en general.</p>
<p>Bobina quemada (la bobina está fría con tensión)</p>	<p>Tensión/frecuencia incorrectas</p>	<p>Comparar los datos de la bobina.</p> <p>Cambiar por una bobina correcta, si es necesario.</p> <p>Verificar el diagrama y la instalación eléctrica.</p> <p>Verificar la máxima variación de tensión en el circuito.</p> <p>Tolerancia: +10% - 15% de la tensión nominal.</p>
	<p>Cortocircuito en la bobina (puede ser causado por la humedad)</p>	<p>Verificar todo el circuito.</p> <p>Verificar las conexiones de cables de alimentación de la bobina.</p>

		Sustituir por una bobina con las especificaciones correctas.
	La armadura no se desplaza por el tubo de la armadura. a) Tubo de la armadura dañado o curvado. b) Armadura dañada. c) Impurezas en el tubo de la armadura.	Cambiar partes defectuosas. Eliminar impurezas. Cambiar empaquetaduras.
	Temperatura del medio demasiado alta.	Comparar datos de la válvula y de la bobina con los datos del sistema. Cambiar por una válvula adecuada.
	Temperatura ambiente demasiado alta.	Cambiar válvula de posición si fuera necesario. Comparar datos de la válvula y de la bobina con la temperatura ambiente. Aumentar la ventilación alrededor de la válvula y de la bobina.
	Pistón o aro del pistón dañado (en válvulas de mando por servo).	Cambiar partes defectuosas. Cambiar empaquetaduras.

Fuente: Manual de buenas prácticas en refrigeración-fondo de reconversión industrial

FONDO IN Jorge Alberto Puebla-Cap. V sistemas de refrigeración

7.2.3 Análisis de fallas en los filtros y visores. En la siguiente tabla se describe las fallas que se pueden producir en los filtros secadores y en los visores de líquido, sus posibles causas por las que se producen y sus soluciones.

Tabla 15. Análisis de fallas en filtros y visores

Síntoma	Causas posibles	Soluciones
El indicador del visor de líquido se ha tornado amarillo	Exceso de humedad en el sistema	Secar el sistema al vacío. Cambiar el filtro secador.
El evaporador no se llena de vapor	Caída de presión excesiva a través del filtro.	Verificar si el tamaño del filtro está de acuerdo con la capacidad del sistema.
La salida del filtro está más fría que la entrada	Filtro de capacidad inferior a la necesaria. Filtro obstruido	Cambiar filtro.
Burbujas en el	Subenfriamiento insuficiente	Comprobar la causa del subenfriamiento

visor de líquido colocado después del filtro.		insuficiente.
	Carga de refrigerante baja	Verificar si hay en el sistema. Si no las hay, completar la carga de refrigerante.

Fuente: Manual de buenas prácticas en refrigeración-fondo de reconversión industrial

FONDO IN Jorge Alberto Puebla-Cap. V sistemas de refrigeración

7.2.4 Análisis de fallas en presostatos

Tabla 16. Análisis de fallas en presostatos

Síntoma	Causas posibles	Soluciones
Presostato de alta desconecta el ventilador. Advertencia: No arranque el sistema hasta que se haya localizado y rectificado la falla.	Presión de condensación demasiado elevada, debido a: <ul style="list-style-type: none"> • Superficies del condensador sucias u obstruidas. • Ventiladores parados/Fallo en el suministro de agua. • Fase/ Fusible o ventilador del motor defectuoso. • Demasiado refrigerante en el sistema. • Aire en el sistema. 	Corrija los fallos mencionados.
Presostato de baja no desconecta el compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de diferencial demasiado alto, por lo que la presión de desconexión queda por debajo de -1bar. • Ajuste de rango demasiado elevado, por lo que el compresor no puede alcanzar la presión de desconexión. 	Incrementar el diferencial o el ajuste del rango.
Tiempo de funcionamiento del compresor demasiado cortó.	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de diferencial del presostatos de baja demasiado bajo. • Ajuste del presostato de alta demasiado bajo, es decir, demasiado próximo a la presión normal de funcionamiento. • Presión de condensación demasiado alta debido 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar el ajuste del diferencial. • Compruebe el ajuste del presostatos de alta. Incrementelo, si lo permiten los datos del sistema. • Corrija las anomalías mencionadas.
La presión de desconexión por alta presión no coincide con el valor de la escala (en sistemas con elevada carga de refrigerante que empleen	El sistema a prueba de fallo del elemento de los fuelles se activa si las desviaciones han sido de más de 3 bar.	Sustituya el presostato.

presostatos de dobles fuelles). El sistema se para si se produce la rotura de uno de los fuelles, sin pérdida de refrigerante.		
El eje del diferencial de la unidad simple se ha doblado y la unidad no funciona.	Fallo en el funcionamiento del mecanismo de volteo debido a que se ha intentado comprobar desde la parte derecha de la unidad.	Sustituya la unidad y evite realizar comprobaciones manuales, excepto como lo recomienda el fabricante del presostato.
Vibraciones en el control de alta presión.	Los fuelles llenos de líquido producen que el orificio de amortiguación de la conexión de entrada no actúe.	Instale el presostato de modo que el líquido no pueda acumularse en el elemento de los fuelles. Elimine el flujo de aire frío que posiblemente circule alrededor del presostato. El aire frío puede crear condensación en el elemento de los fuelles.
Fallo periódico del contacto cuando la regulación se efectúa por computadora, con tensión y corrientes mínimas.	La resistencia de transición de los contactos es demasiado elevada.	Monte un orificio de amortiguación en el extremo de la conexión de control que se encuentra más alejada del presostato. Monte un presostato con contactos de mayor confiabilidad.

Fuente: Manual de buenas prácticas en refrigeración-fondo de reconversión industrial

FONDO IN Jorge Alberto Puebla-Cap. V sistemas de refrigeración

7.2.5 Análisis de fallas en el compresor

Tabla 17. Análisis de fallas en el compresor

Síntoma	Causas posibles	Soluciones
El compresor no arranca	No hay alimentación.	Verificar instalación eléctrica.
	Termostato calibrado muy alto.	Reajustar temperatura.
	Presostato de alta o baja o ambos desajustados.	Reajustar a valores correctos.
	Presostato de aceite o nivel de aceite.	Revisar y ajustar o agregar aceite.

	Contactos sucios o chisporroteados	Limpia r los contactos afectados.
	Cableado en malas condiciones.	Reparar, reconectar o sustituir.
	Bobinados del motor quemados.	Rebobinar o sustituir motor.
	Válvula solenoide cerrada.	Revisar conexión, sustituir bobina.
	Ventilador del evaporador no funciona.	Revisar conexión, sustituir.
	Sistema de protección por sobrecarga del sistema activado.	Inspeccionar el sistema, corregir causa sobrecarga o sustituir componente de protección defectuoso.
	Presostato de alta o baja activados, reglaje correcto.	Identificar causa sobre presión o baja presión, corregir
El compresor funciona intermitentemente.	Presostato de baja actúa intermitentemente	Revisar ajuste de presión de apertura (puede estar muy cerca del rango normal de operación del compresor), Revisar montaje (la vibración puede provocar actuación).
	Insuficiente carga de refrigerante en el sistema.	Verificar fugas, corregirlas, completar carga de refrigerante.
	En compresores dotados de control de capacidad, el ajuste es incorrecto.	Reajustar.
	El diferencial en el termostato es demasiado pequeño.	Ampliar diferencial.
	Válvula de aspiración cerrada o con paso restringido.	Abrir.
El compresor funciona continuamente.	Restricción o estrangulación en línea de conexión del presostato al sistema.	Revisar, corregir, desobstruir o sustituir la tubería de conexión.
	Presostato defectuoso.	Sustituir.
	Insuficiente capacidad de condensación por exceso de carga de refrigerante.	Extraer refrigerante con equipo de recuperación hasta alcanzar la carga correcta.
	Condensación insuficiente por falta de flujo de aire o agua.	Limpia r el condensador. Verificar funcionamiento válvula termostática de control de flujo de agua.
	Las válvulas de servicio de aspiración o descarga parcialmente cerradas.	Abrir totalmente.
	Aire en el sistema.	Purgar (cuidando de minimizar el

		escape de refrigerante).
	Las bombas de agua de enfriamiento no funcionan.	Poner en funcionamiento.
Presión de descarga muy elevada.	Temperatura del condensador muy elevada por deficiencia de intercambio con el medio.	Aumentar el flujo de aire o agua, según corresponda.
	Flujo de agua restringido.	Abrir el paso de la válvula termostática.
	Tubos de agua con incrustaciones u obstrucciones.	Limpiar las tuberías de agua.
	Válvula de control de salida de agua semicerrada.	Abrir la válvula.
	Exceso de carga de refrigerante	Recuperar el exceso con el equipo adecuado.
	Aire en el sistema.	Purgar (cuidando de minimizar el escape de refrigerante.)
Presión de descarga baja	Flujo excesivo de agua en el condensador.	Cerrar el paso de la válvula termostática.
	Válvula de servicio de aspiración parcialmente cerrada.	Abrir la válvula.
	Válvulas de descarga o succión del compresor no sella. Anillos del pistón desgastados. Cilindro rayados.	Hacer mantenimiento mayor al compresor
Inundación.	Sobrecalentamiento mal ajustado en la válvula de expansión o válvula defectuosa.	Corregir el sobrecalentamiento o sustituir la válvula de expansión.
Presión de succión baja.	Carga de refrigerante insuficiente.	Investigar la presencia de fugas: si las hay, recuperar el refrigerante o acumularlo en el tanque receptor, corregir fugas.
Ruidos en el compresor	Acoplamiento flojo o mal alineado.	Verificar alineación y apretar tornillos de acoplamiento.
	Insuficiente espacio entre cabeza del pistón y plato de válvulas.	Verificar espesor empaquetadura. Sustituir por el espesor correcto. Hacer mantenimiento mayor al compresor.
	Cojinetes del motor o de mecanismos del compresor desgastados.	Hacer mantenimiento mayor al compresor. Sustituir cojinetes.

	Pernos de sujeción a la base o corredera flojos.	Apretar pernos de fijación.
	Bases amortiguadoras de vibración dañadas o bajo tensión.	Sustituir partes dañadas y eliminar tensiones.
	Retorno de líquido al compresor.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar el ajuste del sobrecalentamiento en la válvula de expansión. 2) Verificar posición y ajuste del bulbo termostático. 3) Verificar existencia de bucle de línea de aspiración para impedir retorno cuando el compresor está en el ciclo de desconexión.
	Exceso de aceite en las tuberías que provoca martilleo hidráulico.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Remover el exceso de aceite. 2) Verificar que la válvula de expansión prevenga retorno.
Ruidos en la instalación.	Sujetadores de la tubería sueltos, insuficientes o mal anclados.	Sujetar la tubería firmemente con anclajes que limiten la vibración.

Fuente: Manual de buenas prácticas en refrigeración-fondo de reconversión industrial

FONDO IN Jorge Alberto Puebla-Cap. V sistemas de refrigeración

7.2.6 *Mantenimiento de los evaporadores*

Evaporadores

Todos los evaporadores deben revisarse una vez al mes o más a menudo para obtener un deshielo adecuado, debido a que la cantidad y tipo de escarcha puede variar considerablemente.

Lo anterior depende de la temperatura de la cámara, el tipo de producto almacenado, de la frecuencia de almacenaje del producto nuevo en la cámara y del porcentaje en tiempo que la puerta está abierta. Puede ser necesario cambiar periódicamente el número de ciclos de deshielo o ajustar la duración del deshielo.

Unidades condensadoras/Evaporadores

Bajo condiciones normales, el mantenimiento debe cubrir los siguientes puntos por lo menos una vez cada seis meses.

- Revise y apriete TODAS las conexiones eléctricas.
- Revise todo el cableado y aislamientos.
- Revise el correcto funcionamiento de los contactores y el desgaste de los puntos de contacto.
- Revise todos los motores de los ventiladores. Ajuste los pernos de montaje del motor / tuercas y ajustar los tornillos posicionamiento del ventilador.
- Limpie la superficie del serpentín del condensador.
- Revise el nivel de aceite y refrigerante en el sistema.
- Revise el funcionamiento del sistema de control. Asegúrese de que los controles de seguridad estén funcionando adecuadamente.
- Revise que todos los controles de deshielo estén funcionando adecuadamente.
- Limpie la superficie del serpentín del evaporador.
- Limpie la charola de drenado y revise que se tenga el correcto drenado en la charola y la línea.
- Cheque la resistencia de la tubería dren para una operación adecuada, cortarla del tamaño requerido y fijarla adecuadamente.
- Revise y apriete todas las conexiones tipo flare.

7.2.7 Análisis de fallas en los ventiladores

Tabla 18. Análisis de fallas en los ventiladores

Síntoma	Causas posibles	Soluciones
El o los Ventiladores no Funcionan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interruptor principal abierto. 2. Fusibles fundidos. 3. Motor defectuoso. 4. Reloj o termostato de deshielo defectuoso. 5. Está deshielando el evaporador. 6. El serpentín no se enfría lo suficiente para restablecer el termostato 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cierre el interruptor. 2. Reemplace los fusibles. Revise si hay algún corto circuito o condiciones de sobrecarga. 3. Reemplace el motor. 4. Reemplace el componente defectuoso. 5. Espere a que se complete el ciclo. 6. Ajuste el termostato del retardador del ventilador ,
Temperatura de Cuarto Demasiado Alta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calibración demasiado alta del termostato de cuarto. 2. Sobrecalentamiento demasiado alto. 3. Sistema bajo de refrigerante. 4. Serpentín bloqueado o escarchado. 5. Evaporador colocado muy 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajuste el termostato. 2. Ajuste la válvula de expansión termostática. 3. Agregue refrigerante. 4. Deshiele el serpentín manualmente. Revise que los controles de deshielo funcionen correctamente

	<p>próximo a la puerta.</p> <p>6. Infiltración de aire en grado extremo.</p>	<p>5. Reubicar el evaporador o agregar una cortina de aire en la entrada de la puerta.</p> <p>6. Sellar todos los posibles puntos donde el aire se infiltra en el cuarto</p>
<p>Acumulación de hielo en el techo, alrededor del evaporador y/o guardas del ventilador, venturi y hojas del ventilador.</p>	<p>1. Duración de deshielo demasiado largo.</p> <p>2. El retardador del ventilador no retarda los ventiladores después del período de deshielo.</p> <p>3. Reloj o termostato de deshielo defectuoso.</p> <p>4. Demasiados deshielos.</p>	<p>1. Ajuste el termostato de terminación de deshielo.</p> <p>2. Termostato de deshielo defectuoso o mal ajustado.</p> <p>3. Reemplace el componente defectuoso.</p> <p>4. Reduzca el número de deshielos</p>
<p>Serpentín escarchado o bloqueado durante el ciclo de deshielo.</p>	<p>1. La temperatura del serpentín no alcanza una temperatura superior al punto de congelación durante el deshielo.</p> <p>2. Insuficientes ciclos de deshielos al día</p> <p>3. Ciclo de deshielo demasiado corto.</p> <p>4. Reloj o termostato de deshielo defectuoso.</p>	<p>1. Revise el funcionamiento de la resistencia.</p> <p>2. Ajuste el reloj para más ciclos de deshielo.</p> <p>3. Ajuste el termostato de deshielo o reloj para ciclos más largos.</p> <p>4. Reemplace el componente defectuoso.</p>
<p>Acumulación de hielo en la charola de drenado.</p>	<p>1. Resistencia Defectuosa.</p> <p>2. Inadecuada inclinación de la unidad.</p> <p>3. Línea de drenada tapada.</p> <p>4. Resistencia de la línea de drenado defectuosa.</p> <p>5. Reloj o termostato defectuoso.</p>	<p>1. Reemplace la resistencia.</p> <p>2. Revise y ajuste si es necesario.</p> <p>3. Limpie la línea de drenado.</p> <p>4. Reemplace la resistencia.</p> <p>5. Reemplace el componente defectuoso.</p>
<p>Congelación del serpentín inesperada.</p>	<p>1. Resistencia defectuosa.</p> <p>2. Localización del evaporador muy próxima a la puerta o a la entrada.</p> <p>3. Ajuste del deshielo bajo del tiempo de terminación del deshielo.</p>	<p>1. Cambie la resistencia.</p> <p>2. Reubique el evaporador.</p> <p>3. Suba más alto el ajuste del control de terminación del deshielo.</p>

Fuente: BOHN - instalación del sistema de refrigeración-guía de instalación y mantenimiento

7.2.8 Análisis de fallas en el envío de datos

Tabla 19. Análisis de fallas en el envío de datos

Síntoma	Causas posibles	Soluciones
No enclava los	Esta suelto el cable común en el	Desmontar el controlador y revisar las

contactores de señales del controlador.	controlador. Esta suelto alguna señal del controlador. Está bloqueado el compresor. Fusibles de potencia quemados	conexiones. Apretar los tornillos de las conexiones del controlador y de los contactores. Están sucios los contactos. Revisar porque se bloqueó el compresor. Revisar y cambiar los fusibles.
Datos incorrectos	Esta suelto una señal. Relés de adquisición de datos quemados.	Revise la conexión eléctrica. Apretar las borneras Revisar que estén bien conectados los relés, no está quemada la bobina, cambiar en caso necesario.
No hay datos o son intermitentes	No esta energizada la tarjeta. No hay red de Ethernet Están sueltos las conexiones. Está en cortocircuito la tarjeta. Esta quemada la tarjeta. Dirección IP incorrecta.	Revisar que haya tensión en la tarjeta. Verificar que la tarjeta de Ethernet este enviando datos. Verificar que no exista cortocircuito, corregir. Corregir la dirección IP
Sitrad no lee todas las estaciones	Los controladores están con la misma dirección. No están bien conectado los puentes de red. Está dañado el cable de red.	Configurar en el controlador diferentes direcciones de estación para la red. Conectar de acuerdo al manual del Sitrad la red. Comprobar continuidad en el cable.

Fuente: Autores

7.3 Manual de operación del Sitrad

7.3.1 Instalación del programa Sitrad. La instalación del programa Sitrad que ofrece el controlador para la visualización y control de la temperatura de la cámara de refrigeración se la puede realizar de las siguientes maneras.

Instalación vía CD-ROM

Coloque el CD de instalación del Sitrad en el lector de CD-ROM y el instalador del Sitrad inicializará automáticamente. Caso el instalador no abra automáticamente clic en

iniciar, después en ejecutar y digite "D:\autorun.exe", donde "D:" es la letra de su lector de CD-ROM.

Instalación vía Internet

Realice la descarga de la instalación en el sitio del Sitrad

Ejecute el archivo y siga las instrucciones de la tela de instalación.

7.3.2 De la pantalla principal. Como podemos observar, en la esquina superior izquierda del panel, están las informaciones sobre el estado del instrumento, el tiempo en que él está desempeñando esta función y si el mismo está programado para hacer deshielo (programación en el instrumento). Ver figura 56.

Debajo de las informaciones sobre el estado, encontramos las informaciones referentes a las alarmas del instrumento. Si alguno de ellos estuviera activado, el punto de indicación al lado de la alarma estará con el color amarillo.

Al lado de las informaciones sobre el estado y de la indicación de alarmas, está la representación del display del instrumento que muestra simultáneamente la temperatura de los dos sensores, dando un mayor destaque para la temperatura del sensor 1 (ambiente). El display tiene por función principal mostrar la temperatura de los sensores, sin embargo, él puede indicar también el estado del instrumento. Cuando el display muestre "N/R", él estará indicando que el instrumento en destaque no está respondiendo. Usted podrá observar que el estado del instrumento estará indicando "falla" o "desconectado". Si el estado del instrumento indica "Mantenimiento", el display mostrará solamente: "- - -".

Al lado de la representación del display, están los indicadores del estado de las salidas del instrumento: REFR, FANS y DEFR. Cuando una señalización roja aparece en el espacio correspondiente a la salida, indicará que ésta se encuentra activada. Las salidas activadas indican que:

- REFR: Está en curso un proceso de refrigeración;
- FANS: El ventilador está activado;

- DEFR: Está en curso un proceso de deshielo.

Debajo de la indicación del estado de las salidas del instrumento, podemos visualizar la temperatura de control (setpoint) y el diferencial de control (histéresis).

Luego, debajo de la indicación del estado de las salidas, tenemos demostrado el horario y día corrido en el reloj interno del instrumento. En el lado derecho del panel tenemos la descripción del modelo y debajo de esta, el espacio para el logotipo de su empresa. También en el panel, se encuentran los botones parámetros y deshielo para acceder a las funciones del instrumento y realizar deshielo manual, respectivamente. Para esto, será necesario informar el código de acceso.

7.3.3 Parámetros. Para acceder a los parámetros de un instrumento, déjelo en destaque y después haga clic en el botón parámetros. Así, el sistema solicitará el código de acceso y enseguida, exhibirá las funciones del instrumento.

Figura 77. Parámetros del Sitrad

Función	Descripción	Mínimo	Máximo	Unidad	Valor
SET	Temperatura de control (setpoint)	-50.0	75.0	°C	15.0
F01	Deshielos por programación horaria (agenda semanal)	0 - No	1 - Sí	-	0
F02	Diferencial de control (histéresis)	0.1	20.0	°C	2.0
F03	Mínimo setpoint permitido al usuario final	-50.0	75.0	°C	-50.0
F04	Máximo setpoint permitido al usuario final	-50.0	75.0	°C	75.0
F05	Retardo en la partida (energización) de este instrumento	0	30	min	0
F06	Punto de actuación del alerta de temperatura ambiente baja (S1)	-50.0	75.0	°C	-20.0
F07	Punto de actuación del alerta de temperatura ambiente alta (S1)	-50.0	75.0	°C	40.0

Fuente: http://www.sitrad.com/es/user_guide/index.html

En la pantalla de los parámetros del TC-900 clock, es posible ajustar todas las funciones y la temperatura de control (setpoint) del instrumento.

Para efectuar una alteración, basta hacer clic sobre la función deseada y colocar el valor en el campo Valor. Después, haga clic en Enviar o solamente presione enter para confirmar la función.

Haciendo clic en el botón de ayuda (interrogación azul) el sistema muestra el descriptivo de la función que esté seleccionada.

Aún en la pantalla de los parámetros, es posible ajustar todas las funciones del instrumento enviando una receta previamente creada en el editor de recetas. Para enviar una receta al instrumento selecciónela en la caja combinada al lado del botón visualizar la agenda, el botón tiene un icono semejante a una hoja de calendario.

Para sincronizar el horario del instrumento con su computadora, haga clic en el botón ajustar reloj del RTC, el botón que tiene como icono un reloj rojo. Las programaciones de deshielos del instrumento pueden ser visualizadas y alteradas haciendo clic en el botón leer. Así, surgirá el formulario deshielos.

Figura 78. Ajustes del deshielo

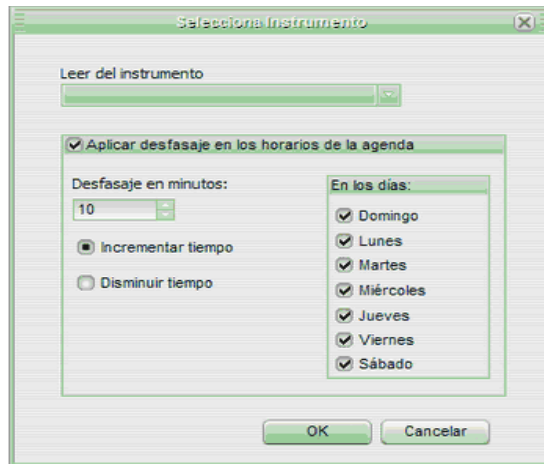
	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	00:00	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00
2	02:00						
3	21:00						
4							
5							
6							
7							
8							

Fuente: http://www.sitrad.com/es/user_guide/index.html

Para informar o alterar una programación, haga clic en la celda correspondiente al día de la semana y al número de la programación e informe el horario deseado.

Para enviar la programación semanal al instrumento, haga clic en el botón enviar y para leer la agenda del instrumento, haga clic en el botón leer. Haciendo clic en la flecha de al lado del botón, leer abrirá las opciones leer y leer de otro instrumento. Haciendo clic en la segunda opción abrirá la pantalla para leer la agenda de otro instrumento.

Figura 79. Agenda de instrumentos



Fuente: http://www.sitrad.com/es/user_guide/index.html

En esta pantalla usted también tendrá las opciones de aplicar una diferencia de tiempo (en minutos), y escoger los días de la semana donde aplicará la diferencia en los valores leídos de otro instrumento. Haciendo clic en OK la agenda del instrumento seleccionado será leída para tabla de horarios.

Haciendo clic en el botón enviar la programación semanal del otro instrumento se enviará al instrumento actual.

7.3.4 Alarmas del Sitrad

Figura 80. Alarmas



Fuente: http://www.sitrad.com/es/user_guide/index.html

Las alarmas número 1 y 2 indican que el respectivo sensor está dañado, en cortocircuito, abierto o incluso, que la temperatura está fuera del rango.

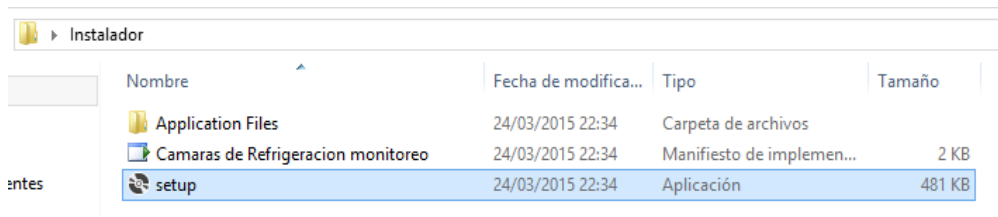
La alarma número 3 indica que la temperatura del sensor 1 está por debajo del valor ajustado en la función F06 del setup y la alarma número 4 indica que la temperatura del sensor 1 está sobre el valor ajustado en la función F07. La alarma número 5 indica que el deshielo terminó por tiempo y no por temperatura, según las funciones ajustadas en los parámetros del instrumento.

7.4 Manual de usuario del software para la adquisición de datos del panel de control

7.4.1 Instalación

1. En la carpeta del instalador, dar doble clic en setup

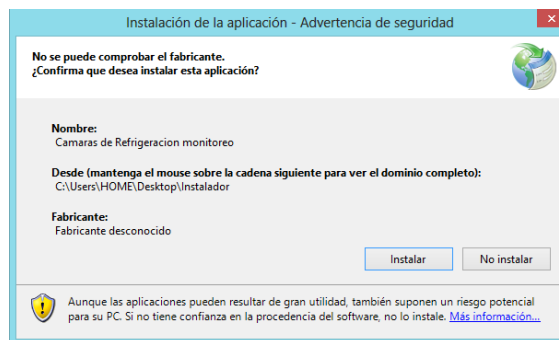
Figura 81. Carpeta de instalación



Fuente: Autores

2. Se abrirá la siguiente ventana, en la cual si se desea continuar con la instalación dar clic en aceptar de lo contrario en cancelar

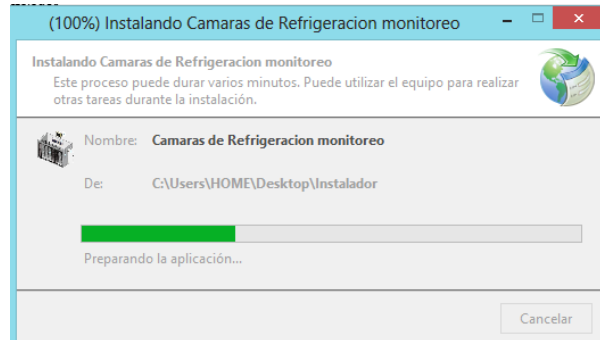
Figura 82. Instalación



Fuente: Autores

3. Si se acepta la instalación, se mostrará el progreso de la misma en una ventana igual a la siguiente

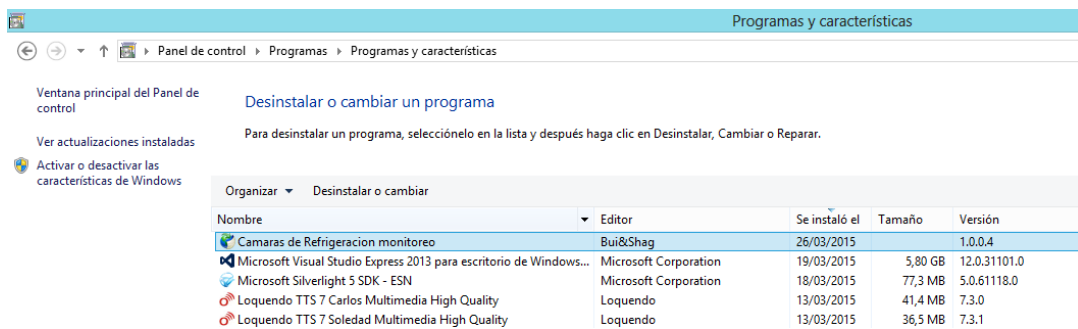
Figura 83. Progreso de instalación



Fuente: Autores

4. La instalación finalizará y se cerrará automáticamente
5. Para comprobar la instalación se puede acceder a panel de control, programas, Desinstalar un programa y se mostrar el nombre del software en la lista que se muestra.

Figura 84. Comprobar la instalación



7.4.2 Pantalla principal

1. Abrir el programa dando doble clic en el icono del software en el escritorio

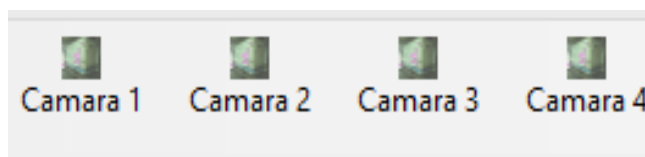
Figura 85. Icono del programa



Fuente: Autores

2. Se muestra la pantalla de inicio. Ver figura 59
3. Se mostrara la ventana de verificación de acceso en la cual se deberá ingresar el nombre del usuario y la contraseña. Si es la primera ejecución no tendrá nombre de usuario ni contraseña se podrá ingresar pulsando aceptar. Ver figura 60
4. Si el nombre de usuario y la contraseña son los correcto se mostrara la pantalla principal de monitoreo. Ver figura 62
5. En la ventana principal podemos monitorear las cuatro cámaras de refrigeración (conectadas para la adquisición solo la cámara 1). Para escoger la cámara que se desea monitorear dar clic en el botón de la cámara respectiva en la barra de menú

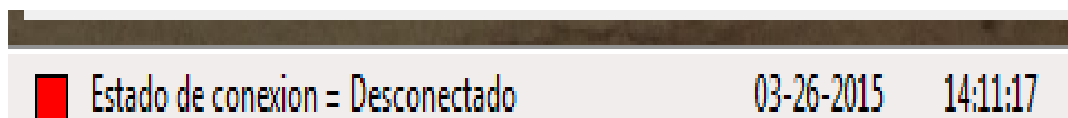
Figura 86. Ventana principal



Fuente: Autores

6. Si se desea imprimir un informe de la cámara de refrigeración de la que se está monitoreando se debe dar clic en imprimir, de la barra de menú
7. Si desea ver un pre visualización del informe se debe dar clic en preview de la barra de menú. Se mostrará la siguiente pantalla. Ver figura 63.
8. En la barra de estado se muestra si existe comunicación con la Cámara de refrigeración además de la fecha y hora

Figura 87. Barra de estado



Fuente: Autores

7.4.3 Cambio de contraseña

1. En la pantalla de verificación de usuario dar clic en cambiar. Se mostrara la siguiente ventana. Ver figura 61.
2. Se debe insertar el nombre de usuario y la contraseña actual, si es la primera ejecución se debe dejarlo en blanco estos dos campos. Luego se debe colocar el nuevo nombre de usuario y la contraseña que tiene coincidir en los dos campos. Si se cumple todas las especificaciones el usuario y la contraseña serán establecidos dando clic en aceptar.

7.5 Manuales de mantenimiento

Tabla 20. Plan de mantenimiento equipos de refrigeración

		PLAN DE MANTENIMIENTO					
Empresa:		PLANHOFAS.A		Vigencia	Ene-dic	Año:	2015
Equipo:		Cámara de refrigeración 1			Encargado:	Tlgo. Balladares V.	
N.-	ACTIVIDAD	ACCION	RECURSO	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERV.	
<i>Equipos de refrigeración</i>							
1	Ventiladores	Limpeza	Encargado	30 min	Mensual	Usar equipo adecuado	

2		Pintura	Encargado	120 min	Annual	Lijar bien la superficie
3		Cambio de rodamientos	Encargado	120 min	Annual	Usar extractor de rodamientos
4		Ajuste de tuercas	Encargado	10 min	Mensual	Apagar el equipo
5	Condensador	Limpieza	Encargado	60 min	Mensual	Usar equipo adecuado
6	Evaporador	Limpieza	Encargado	60 min	Mensual	Usar equipo adecuado
7	Tuberías	Cambio de empaques	Encargado	60 min	semestral	Ajustar adecuadamente
8	Visor	Limpieza	Encargado	10 min	Mensual	Usar equipo adecuado
9		Cambio	Encargado	60 min	Annual	Revisar que no exista fugas
10	Electroválvula	Ajuste	Encargado	10 min	Trimestral	
11		Limpieza contactos	Encargado	10 min	Semestral	Usar limpia contactos
12	Compresor	Limpieza	Encargado	30 min	Trimestral	Usar equipo adecuado
13		Limpieza contactos	Encargado	10 min	Semestral	Usar limpia contactos
14		Cambio de rodamientos	Encargado	2 horas	2 años	Usar extractor de rodamientos
15	Techo	Limpieza	Encargado	2 horas	semestral	Usar equipo adecuado

ELEMENTOS A UTILIZAR

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES	REPUESTOS
Taladro	Destornillador	Guantes protección	Rodamientos
	Alicate	Franela	Empaques
	Llave hexagonal	Guaípe	
	Llave de tubo	Tiñer	
	Pico de loro	Pintura	
		Lijas	
		Detergente	

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre:	Egrd. Shagñay, Buitrón	Ing. Ángel Silva	Ing. Jorge Lema
Firma:			
Fecha:	09/04/2015	09/04/2015	09/04/2015

Fuente: Autores



Tabla 21. Plan de mantenimiento sistema de control y adquisición de datos

		PLAN DE MANTENIMIENTO				
Empresa:	<i>PLANHOFA S.A</i>	Vigencia	<i>Ene-dic</i>		Año: 2015	
Equipo:	<i>Cámara de refrigeración 1</i>		Encargado:	<i>Tlgo. Balladares V.</i>		
N.º	ACTIVIDAD	ACCION	RECURSO	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERV.
<i>Sistema de control y adquisición de datos</i>						
1	Controlador	Limpieza	Encargado	10 min	Trimestral	Usar equipo adecuado
2		Ajuste de tornillos	Encargado	5 min	Trimestral	Apagar el equipo
3		Limpieza contactos	Encargado	10 min	Trimestral	Usar limpia contactos
4	Contactores y relés	Limpieza	Encargado	30 min	Trimestral	Usar equipo adecuado
5		Ajuste de tornillos	Encargado	45 min	Trimestral	Apagar el equipo

6		Limpieza contactos	Encargado	10 min	Trimestral	Usar limpia contactos
7		Cambio de terminales	Encargado	30 min	Cuando sea necesario	Apagar el equipo
8	Borneras	Ajuste de tornillos	Encargado	45 min	Trimestral	Apagar el equipo
9		Revisar	Encargado	10 min	Semanal	Revisar recalentamiento en cables
10	Breakers	Limpieza	Encargado	10 min	Semestral	Usar equipo adecuado
11		Ajuste de tornillos	Encargado	10 min	Semestral	Apagar el equipo
12	Tarjetas	Limpieza	Encargado	10 min	Trimestral	Usar equipo adecuado
		Ajuste de tornillos	Encargado	5 min	Trimestral	Apagar el equipo
		Limpieza contactos	Encargado	10 min	Trimestral	Usar limpia contactos
		Revisar	Encargado	10 min	Annual	Revisar que estén conectadas todas las señales
ELEMENTOS A UTILIZAR						
EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES		REPUESTOS		
Taladro	Destornillador	Guantes protección		Cables		
	Alicate	Franela		Borneras		
	Llave hexagonal	Guaípe		Terminales		
	Pico de loro			Tornillos		
				Contactador		
				Relé		
	Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:		
Nombre:	Egrd. Shagñay, Buitrón	Ing. Ángel Silva		Ing. Jorge Lem a		
Firma:						
Fecha:	09/04/2015	09/04/2015		09/04/2015		

Fuente: Autores

Tabla 22. Plan de mantenimiento luminarias autom áticas e indicador de temperatura

		PLAN DE MANTENIMIENTO				
Empresa:		<i>PLANHOFA S.A</i>		Vigencia	<i>Ene-dic</i>	Año: 2015
Equipo:		<i>Cámara de refrigeración 1</i>			Encargado:	<i>Tlgo. Balladares V.</i>
N.-	ACTIVIDAD	ACCION	RECURSO	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERV.
<i>Luminarias autom áticas e indicador de temperatura</i>						
1	Sensor infrarrojo	Lim pieza	Encargado	10 m in	Trim estral	U sar equipo adecuado
2		A justar tornillos	Encargado	20 m in	A nual	
3	Lámparas	Cambio	Encargado	2 horas	Cuando sea necesario	Desenergizar
4	Relé	Lim pieza	Encargado	10 m in	Sem estral	U sar equipo adecuado
5		A juste de	Encargado	10 m in	Sem estral	Desenergizar

		tornillos				
6		Limpieza contactos	Encargado	10 min	Semestral	Usar limpia contactos
7		Cambio	Encargado	15 min	Cuando sea necesario	Desenergizar
8	Tarjeta	Limpieza	Encargado	10 min	Trimestral	Usar equipo adecuado
9		Ajuste de tornillos	Encargado	5 min	Trimestral	Desenergizar
10		Limpieza contactos	Encargado	10 min	Trimestral	Usar limpia contactos
11		Revisar	Encargado	10 min	Añual	Revisar que estén conectadas todas las señales
12	Sensor Pt100	Recalibración	Técnico	60 min	Añual	Personal calificado
ELEMENTOS A UTILIZAR						
EQUIPOS		HERRAMIENTAS		MATERIALES		REPUESTOS
Taladro		Destornillador		Guantes protección		Cables
		Alicate		Franela		Borneras
		Llave hexagonal		Guaípe		Terminales
		Pico de loro				Tornillos
						Contactador
						Relé
		Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:
Nombre:		Egrd. Shagñay, Buitrón		Ing. Ángel Silva		Ing. Jorge Lem a
Firma:						
Fecha:		09/04/2015		09/04/2015		09/04/2015

Fuente: Autores

CAPÍTULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

Una vez culminado el proyecto es preciso decir que se cumplió con los objetivos propuestos en el anteproyecto, para implementar la modernización del sistema de control y el envío de datos de temperatura con el fin de mejorar la eficiencia del equipo y facilitar el trabajo del operador.

Para el cambio del sistema de control de la cámara de refrigeración se realizó un análisis total, para obtener información de todos los elementos respectivos que lo componen, y así asegurarnos que los elementos que van a ser sustituidos existan en el mercado.

Mediante un análisis minucioso de la gama de equipos que existen hoy en día en la automatización de las cámaras de refrigeración, la selección del controlador de la marca FULLGAUGE es la más adecuada ya que cumple con los requerimientos óptimos para nuestro proyecto.

La comunicación entre el controlador y el ordenador se realizó por medio del cable de Ethernet, la misma que es apropiada ya que nos permite trabajar con datos en tiempo real, permitiendo una óptima eficiencia en la comunicación de los datos.

Para la adquisición de datos de temperatura se utilizó el programa SITRAD que ofrece el controlador seleccionado, para la visualización del panel de control se realizó un programa en Microsoft Visual Studio EXPRESS

Para un buen funcionamiento del equipo se vio la necesidad de realizar un manual de operación que indica el procedimiento más adecuado para su puesta en marcha.

8.2 Recomendaciones

Con el desarrollo del proyecto se da los conocimientos básicos de refrigeración y de adquisición de datos para poderlos aplicar en la industria.

Las placas Arduino y la adquisición de datos se pueden aplicar para la domótica y varias aplicaciones en la automatización.

Implementar el cambio del control automático como de la adquisición de datos e indicador de temperatura en las cámaras de refrigeración restantes.

La implementación del módulo remoto para poder monitorear las cámaras desde internet en cualquier lugar además de conectarnos a internet con el software de nuestro scada.

Leer, comprender y seguir paso a paso lo establecido en los diferentes manuales de usuario, y mantenimiento para evitar el paro del equipo y posterior deterioro o daño de los elementos y componentes constitutivos.

Realizar una planificación adecuada de los trabajos de mantenimiento del equipo ya que si son muy prolongados ocasionaran que el producto almacenado se descongele produciendo pérdidas en la empresa

Realizar la manipulación o mantenimiento del equipo por personal calificado.

BIBLIOGRAFÍA

- BOHN.** (s.f.). *Instalación del sistema de refrigeración guía de instalación y mantenimiento.*
- CREATIVE ARDUINO.** (3 de Marzo de 2014). *ARDUINO MODULE.* Obtenido de ARDUINO: (<http://creatinueva.com/2014/03/03/curso-leccion4-comunicaciones-con-arduino-modulos-de-radio-frecuencia-cap2/>)
- DANFOSS.** (2008). *Reguladores de Presion de evaporadores.* Dinamarca.
- DOSAT.** (2001). *Principios de Refrigeracion.* Mexico: Continental.
- ETHERNET.** (s.f.). *ETHERNET ARDUINO.* Obtenido de ETHERNET: (https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=BU_vVJ_sFcO4mQGZxoGYDQ&gws_rd=ssl#q=ethernet)
- FERNANDEZ.** (2003). *Termodinamica Termica 2da. edision.* España: Irwin.
- FONDOIN Jorge Alberto.** (s.f.). *Manual de Buenas Practicas en Retrigeracion.* Puebla.
- FRANCO.** (2003). *Manual de Refrigeracion 2da.ed.* España: Madrid.
- GOMEZ.** (25 de Enero de 2010). *SISTEMA DE CONTROL.* Obtenido de GOMEZ.
- PRODUCCION.GOB.EC.** (12 de Noviembre de 2013). *Produccion.gob.ec.* Obtenido de Produccion.gob.ec: (<https://www.google.com.ec/search?q=PLANHOFA&ei=cBQ0Vf-3CoLCggSuy4HQBQ>)
- SITRAD.** (s.f.). *SITRAD FULLGAUGE.* Obtenido de SITRAD: (http://www.sitrad.com/es/user_guide/index.html)
- TESIS ESPOCH.** (2006). *Diseño y contruccion de un Banco de Congelación.* Riobamba.
- TESIS ESPO L.** (2000). *Diseño de dos Camaras de Conservación y Congelación.* Guayaquil.

TESIS UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. (1988). *Diseño de una Cámara de Refrigeración para Zanahoria.*

VALENZUELA. (2002). *Apuntes Refrigeración 2da.ed.* Riobamba.

VISTRONICA. (2012). *VISTRONICA.* Obtenido de **VISTRONICA:**
(<https://www.vistronica.com/modulo-rel%C3%A9-de-2-canales-detail.pdf?tmpl=component>)

WIKIPEDIA. (s.f.). *WIKIPEDIA.* Obtenido de **WIKIPEDIA ETHERNET:**
(<http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>)

ZANOTTI. (s.f.). *ZANOTTI.* Obtenido de **ZANOTTI:**
<http://www.zanotti.com/es/empresa/quienes-somos>

