

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

*Seminario de Graduación 2010, previo a la obtención del Título de
INGENIERO MECÁNICO*

TEMA:

**“ESTUDIO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN Y SU
APLICACIÓN EN SISTEMAS AGROINDUSTRIALES EN LA CARRERA
DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
AMBATO.”**

AUTOR: Velasco Bautista Marco Alejandro

TUTOR: Ing. Alejandro Moretta.

AMBATO – ECUADOR

2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, sobre el tema: “ESTUDIO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS AGROINDUSTRIALES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” Elaborado por el Señor MARCO ALEJANDRO VELASCO BAUTISTA, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo.

Ambato, Agosto 15 del 2011

Ing. Alejandro Moretta

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “ESTUDIO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS AGROINDUSTRIALES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Ambato, Agosto, 15 del 2011.

Egdo. Marco Velasco

CI. 1500658990

DEDICATORIA

Todo esfuerzo realizado con amor y dedicación tiene su recompensa; la misma que siempre tiene una inspiración:

- El presente trabajo es dedicado con mucho amor a mi gran creador, a mi Dios por permitirme la vida y con ella cumplir mis metas y sueños, pues estoy totalmente convencido que por su infinita bondad y amor he podido día a día seguir adelante lleno de sabiduría y paso a paso ir cumpliendo mis sueños.
- A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, a ellos les debo ser la persona profesional que en algún momento anhele y que gracias a su esfuerzo, dedicación amor y sacrificio hoy en día se cumple, por esta razón este trabajo va dedicado con todo el cariño del mundo a ellos.
- A los reyes de mi corazón, a mis dos hermosos hijos; Samari y Nicolás, y a mi adorada esposa Rocío, por quienes siempre saldré adelante, pues ellos son mi más grande inspiración y mi fuerza espiritual para que pueda lograr todos mis sueños y anhelos.
- A mis hermanos por el apoyo incondicional en todo momento, por la confianza que me supieron brindar, gracias por su cariño y comprensión.
- Y a todas aquellas personas que en algún momento de mi vida fueron parte importante y se involucraron para que este sueño profesional por fin se cumpla.

Velasco Bautista Marco Alejandro

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento profundo y reiterativo a mi Dios por haber hecho posible en mí el sueño profesional anhelado.

- Un agradecimiento profundo a mis padres, hermanos y demás familiares por el apoyo incondicional y por la confianza en mí brindada, para que pueda realizarse esta meta en mi trazada.

- A mi amada esposa por estar siempre a mi lado y ser el apoyo en la lucha para conseguir mi sueño anhelado.

- Como no mencionar el gran agradecimiento que tengo a la Universidad Técnica de Ambato y a mi tan apreciada Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por haber sido mi segundo hogar de formación y por haberme abierto las puertas para llenarme de conocimientos, gracias a todos aquellos profesores que fueron parte de mi formación profesional, por sus sabias enseñanzas, estoy seguro que me serán muy útiles en mi vida profesional.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
A.- PÁGINAS PRELIMINARES	
PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
RESUMEN EJECUTIVO	XXI
SUMARY.....	XXII
B.- TEXTO	
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	2
1.2.3 Prognosis.....	2
1.2.4 Formulación del problema.....	2
1.2.5 Preguntas directrices.....	3
1.2.6 Delimitación.....	3
1.2.6.1 Espacial.....	3

1.2.6.2 Temporal.	3
1.2.6.3 Contenido.	3
1.3 Justificación.	3
1.4 Objetivos.	4
1.4.1 General.	4
1.4.2 Específicos.	4
CAPÍTULO II.	5
MARCO TEÓRICO.	5
2.1 Antecedentes investigativos.	5
2.2 Fundamentación filosófica.	6
2.3 Fundamentación legal.	6
2.4 Categorías fundamentales.	7
2.4.1 Banco de Pruebas de Refrigeración.	7
2.4.1.1 Presostato.	8
2.4.1.1.1 Tipos de Presostatos.	8
2.4.1.2 Termostato.	9
2.4.1.2.1 Tipos de termostato.	9
2.4.1.3 Línea de baja y alta presión.	11
2.4.1.4 Manómetros de baja y alta presión.	12
2.4.1.5 Filtro.	13
2.4.1.5.1 Tipos de filtros.	13
2.4.1.6 Indicador de líquido y humedad (o mirilla, o visor).	15
2.4.1.7 Válvula de expansión termostática.	16
2.4.1.7.1 Ventajas.	17

2.4.1.7.2 Desventajas.....	17
2.4.1.8 Tubo capilar.....	17
2.4.1.8.1 Ventajas.....	18
2.4.1.8.2 Desventajas.....	18
2.4.1.9 Separador de aceite.....	18
2.4.1.10 Acumuladores de Succión.....	19
2.4.1.11 Compresor.....	20
2.4.1.12 Condensador.....	21
2.4.1.13 Evaporador.....	22
2.4.1.14 Tuberías.....	23
2.4.1.14.1 Tipos y tamaños de tuberías.....	24
2.4.1.14.2 Ventajas del tubo de cobre.....	24
2.4.1.14.3 Aislamiento de tuberías.....	25
2.4.1.14.4 Corte de tuberías.....	26
2.4.1.14.5 Soldadura.....	26
2.4.1.14.6 Ventajas y desventajas de la soldadura.....	27
2.4.1.14.7 Tipos de Soldadura.....	28
2.4.1.15 Uniones abocinadas.....	29
2.4.1.16 Uniones soldadas.....	30
2.4.1.16.1 Tee de Cobre.....	30
2.4.1.16.2 Codo de Cobre de 90°.....	30
2.4.1.17 Válvulas para control.....	31
2.4.1.17.1 Tipos de válvulas.....	31
2.4.2 Refrigeración y aire acondicionado.....	34
2.4.2.1 Refrigeración.....	34
2.4.2.1.1 Aplicaciones.....	35

2.4.2.1.2 Refrigeración por compresión mecánica.....	36
2.4.2.1.3 Refrigeración por absorción.....	37
2.4.2.1.4 Refrigerantes y tipos.....	38
2.4.2.1.5 Ciclo real de refrigeración.....	39
2.4.2.2 Aire acondicionado.....	40
2.4.3 Energía Térmica.....	40
2.4.4 Ingeniería Mecánica.....	41
2.4.5 Sistemas Agroindustriales.....	41
2.4.6 Conservación de alimentos.....	41
2.4.6.1 Tipos de conservación de alimentos.....	42
2.4.6.2 Clases de alimentos.....	42
2.4.6.3 Selección y preparación de los alimentos a congelar.....	43
2.4.6.4 Cambios durante la congelación.....	44
2.4.6.5 Factores de influencia en la conservación de carnes.....	45
2.4.6.6 Características y tipos de carnes a conservar.....	45
2.4.6.7 Condiciones para una buena conservación.....	46
2.4.7 Prácticas de Laboratorio.....	46
2.4.8 Tecnología Industrial.....	47
2.5 Hipótesis.....	48
2.6 Señalamiento de variables.....	48
CAPÍTULO III.....	49
METODOLOGÍA.....	49
3.1 Enfoque.....	49
3.2 Modalidad básica de la investigación.....	49

3.3 Nivel o tipo de investigación.....	50
3.4 Población y Muestra.....	50
3.5 Operacionalización de Variables.....	50
3.6 Recolección de la información.....	53
3.7 Procesamiento y análisis.	53
3.7.1 Plan de procesamiento de la información.	53
3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.....	53
 CAPÍTULO IV.....	 54
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	54
 4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	 54
4.2 Interpretación de datos.	63
4.3 Verificación de hipótesis.....	64
 CAPÍTULO V.....	 65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
 5.1 CONCLUSIONES.	 65
5.2 RECOMENDACIONES.....	66
 CAPÍTULO VI.....	 67
PROPUESTA.....	67
 6.1 Datos informativos.....	 67
6.1.1 Título.....	67

6.1.2 Institución ejecutora.....	67
6.1.3 Beneficiarios.....	67
6.1.4 Ubicación.....	67
6.1.5 Tiempo estimado para la ejecución.....	67
6.1.6 Equipo técnico responsable.....	67
6.1.7 Costo.....	68
6.2 Antecedentes de la Propuesta.....	68
6.3 Justificación.....	68
6.4 Objetivos.....	69
6.4.1 General.....	69
6.4.2 Específicos.....	69
6.5 Análisis de factibilidad.....	69
6.6 Fundamentación científico – técnica.....	70
6.6.1 Ejercicio demostrativo de conservación de alimentos.....	71
6.6.1.1 Dimensiones de la nevera existente en el Banco de Pruebas de Refrigeración.....	71
6.6.1.2 Cálculo del Volumen de la cámara para la conservación de alimentos.....	71
6.6.1.3 Ejercicio planteado.....	72
6.6.2 Selección del refrigerante.....	74
6.6.2.1 Propiedades de Seguridad de Impacto Ambiental.....	75
6.6.3 Selección del compresor.....	76
6.6.4 Selección de la soldadura.....	77
6.6.5 Selección de tubería de cobre.....	77
6.6.6 Selección de contactores.....	77
6.6.7 Selección de cable de alimentación.....	78
6.6.8 Selección de elementos de protección.....	79

6.6.9 Selección de termostato (Controlador digital).	79
6.6.10 Selección de válvulas solenoides.	80
6.7 Modelo operativo.	81
6.7.1 Tableros de montaje.	81
6.7.2 Ubicación de elementos y accesorios.	83
6.7.2.1 Elementos básicos que constituye el Banco de Pruebas de Refrigeración.	84
6.7.2.2 Accesorios complementarios del sistema del Banco de Pruebas de Refrigeración.	84
6.7.2.3 Elementos constituyentes del Tablero de Control.	84
6.7.2.4 Accesorios para maniobra de funcionamiento.	85
6.7.3 Preparación de la tubería de cobre de acuerdo a lo requerido.	87
TABLA 6.3. Tubería y accesorios de cobre.	87
6.7.3.1 Dimensionamiento de tuberías.	87
6.7.3.2 Corte.	88
6.7.3.3 Eliminaciones de rebabas.	88
6.7.3.4 Doblado.	89
6.7.3.5 Uniones abocinadas.	90
6.7.3.6 Suelda.	90
6.7.4 Diseño del sistema de control eléctrico.	94
6.7.4.1 Colocación de los elementos que constituyen el tablero de control.	95
6.7.4.2 Sistema de protección del compresor.	95
6.7.5 Ensamblaje de los elementos y accesorios del Banco de Pruebas de Refrigeración.	99
6.7.5.1 Carga de los compresores con refrigerante ISCEON M049 Plus (reemplazo del R-12) y calibración de equipos.	108
6.7.5.1.1 Carga de compresores.	108
6.7.5.1.2 Calibración de elementos de control.	109

6.7.5.2. Pruebas de Funcionamiento y Resultados de la Propuesta	111
6.7.5.2.1. Pruebas de funcionamiento y simulación de fallas	112
a. SECCIÓN 1. CUARTO FRÍO	112
4.1.1.1.2 Pruebas de funcionamiento y conservación de alimentos.....	125
b. SECCIÓN 2. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA.	125
6.8 Administración de la propuesta.....	127
6.8.1. Tableros para la colocación de los accesorios.....	127
6.8.2. Ciclo del sistema de Refrigeración.	128
6.8.3. Tablero de control.	129
6.8.4 Mano de obra.....	130
6.8.5 Costo total del desarrollo de la propuesta.	130
6.9 Plan de monitoreo y evaluación de la propuesta.....	131
6.9.1 Manual para el usuario del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	131
6.9.1.2 Puesta en marcha del Banco de Pruebas de Refrigeración.	133
6.9.1.3 Para la simulación de fallas.....	135
6.9.2. Manual de Mantenimiento.	137
6.9.3 Plan de Mantenimiento Preventivo del Banco de Pruebas de Refrigeración...	137
 C.- MATERIALES DE REFERENCIA	
 BIBLIOGRAFÍA	 139
 ANEXOS	 141

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Presostato de alta y baja presión combinado.....	8
FIGURA 2.2. Termostato Electromecánico.....	9
FIGURA 2.3. Termostato digital.....	10
FIGURA 2.4. Elementos fundamentales de un sistema de refrigeración.....	11
FIGURA 2.5. Manómetros de alta y de baja presión.....	12
FIGURA 2.6. Filtro hermético.....	13
FIGURA 2.7. Filtro Deshidratador soldable.....	14
FIGURA 2.8. Visor.....	15
FIGURA 2.9. Válvula de expansión termostática.....	16
FIGURA 2.10. Tubo capilar.....	17
FIGURA 2.11. Separador de aceite.....	18
FIGURA 2.12. Acumulador de succión.....	19
FIGURA 2.13. Compresor hermético.....	20
FIGURA 2.14. Condensador.....	21
FIGURA 2.15. Evaporador.....	22
FIGURA 2.16. Tubos al tresbolillo.....	23
FIGURA 2.17. Tamaños de tuberías.....	24
FIGURA 2.18. Tubería con aislante.....	25
FIGURA 2.19. Forma correcta de utilización de un cortador de tubos.....	26
FIGURA 2.20. Soldadura.....	27
FIGURA 2.21. Procedimiento para realizar una unión abocinada.....	29
FIGURA 2.22. Tee de Cobre.....	30
FIGURA 2.23. Codo de cobre a 90°.....	30
FIGURA 2.24. Válvula de paso tipo globo típica.....	31
FIGURA 2.25. Válvula de paso tipo globo sin empaque (tipo diafragma).....	32
FIGURA 2.26. Diferentes tipos de conexiones de válvulas de paso.....	33
FIGURA 2.27. Partes de una válvula solenoide.....	34
FIGURA 2.28. Componentes básicos de la instalación frigorífica por compresión.....	37
FIGURA 2.29. Refrigerantes HFC HidroFluorocarbonados.....	38

FIGURA 2.30. Diagrama p-h correspondiente al Ciclo Real.....	40
FIGURA 2.31. Conservación de alimentos.....	42
FIGURA 2.32. Rueda de alimentos.....	43
FIGURA 2.33. Condiciones recomendadas para un almacenamiento en refrigeración.....	44
FIGURA 2.34. Aspecto de la Tecnología Industrial.....	47

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 4.1. Verificación de las instalaciones eléctricas.....	56
IMAGEN 4.2. Verificación de los compresores.....	56
IMAGEN 4.3. Verificación de ventiladores.....	57
IMAGEN 4.4. Verificación de elementos de expansión.....	57
IMAGEN 4.5. Verificación de evaporadores.....	58
IMAGEN 4.6. Verificación de condensadores.....	58
IMAGEN 4.7. Verificación de tuberías.....	59
IMAGEN 4.8. Verificación de acumulador de aceite y refrigerante.....	59
IMAGEN 4.9. Verificación de resto de accesorios.....	60
IMAGEN 4.10. Banco de Pruebas De Refrigeración sección cuarto frío en el estado encontrado.....	60
IMAGEN 4.11. Banco de Pruebas De Refrigeración sección Refrigeración doméstica en el estado encontrado.....	62
IMAGEN 6.1. Cámara de refrigeración (nevera).....	71
IMAGEN 6.2. Montaje de los tableros de MDF en la estructura.....	82
IMAGEN 6.3. Rollo de tubería de cobre ASTM de 3/8 y de 1/2 pulgada.....	87
IMAGEN 6.4. Medición de longitudes requeridas de tubería de cobre.....	88
IMAGEN 6.5. Corte de la tubería de cobre.....	88
IMAGEN 6.6. Eliminación de rebabas en la tubería de cobre.....	89
IMAGEN 6.7. Doblado de la tubería de cobre.....	89
IMAGEN 6.8. Proceso para realizar una unión abocardada con expansor y tuercas de aseguramiento.....	90
IMAGEN 6.9. Suelda de propano y fundente.....	91

IMAGEN 6.10. Codo de 90° soldado.....	91
IMAGEN 6.11. Unión en T y Codo de 90° soldados.....	92
IMAGEN 6.12. Manómetro de alta soldado en la tubería de cobre.....	93
IMAGEN 6.13. Codo de 90° y manómetro soldados.....	93
IMAGEN 6.14. Kit capacitor de arranque para motor de 1/2 hp.....	96
IMAGEN 6.15. Presostatos de alta y de baja presión (Ranco).....	96
IMAGEN 6.16. Termostato digital MT – 512Ri, 110V.....	97
IMAGEN 6.17. Colocación de accesorios del tablero de control.....	98
IMAGEN 6.18. Tablero de control (vista posterior).....	98
IMAGEN 6.19. Tablero de control (vista frontal).....	99
IMAGEN 6.20. Tablero de control.....	99
IMAGEN 6.21. Ubicación del evaporador y condensador en el tablero frontal..	100
IMAGEN 6.22. Instalación del compresor y Kit capacitor de arranque.....	100
IMAGEN 6.23. Ajuste del filtro.....	101
IMAGEN 6.24. Línea de alta, salida del compresor-entrada de la solenoide 1...	102
IMAGEN 6.25. Línea de alta, salida de la solenoide 1-entrada de la solenoide 3.....	112
IMAGEN 6.26. Línea de baja, salida de evaporador - entrada de compresor....	103
IMAGEN 6.27. Soldadura en la unión en T.....	104
IMAGEN 6.28. Línea de flujo para tubo capilar, unión en T - salida del visor 2.....	104
IMAGEN 6.29. Tablero superior ensamblado.....	105
IMAGEN 6.30. Ubicación de Unidad Condensadora y evaporador.....	105
IMAGEN 6.31. Manómetros alta y baja presión de la unidad condensadora.....	106
IMAGEN 6.32. Conexión para sistema de arranque refrigeración doméstica....	106
IMAGEN 6.33. Control de encendido-apagado y de temperatura de la unidad condensadora.....	107
IMAGEN 6.34. Banco De Pruebas De Refrigeración Repotenciado y Automatizado.....	107
IMAGEN 6.35. Vaciado del compresor con la utilización de otro compresor.....	108

IMAGEN 6.36. Carga de compresores con refrigerante ISCEON M049 Plus (reemplazo del R-12).....	109
IMAGEN 6.37. Calibración de los presostatos de baja y de alta presión.....	110
IMAGEN 6.38. Calibración del termostato digital.....	111
IMAGEN 6.39. Funcionamiento del equipo mediante la válvula de expansión..	113
IMAGEN 6.40. Funcionamiento del equipo mediante el tubo capilar.....	115
IMAGEN 6.41. Apagado del ventilador del evaporador para ocasionar la falla en el sistema.....	117
IMAGEN 6.42. Apagado del ventilador del condensador para ocasionar la falla en el sistema.....	119
IMAGEN 6.43. Simulación de falla por alta presión.....	121
IMAGEN 6.44. Simulación de falla por baja presión.....	123
IMAGEN 6.45. Conservación de pollo. (Refrigeración doméstica).....	125
IMAGEN 6.46. Pollo conservado durante 2 días en el Banco de Pruebas de Refrigeración.....	126
IMAGEN 6.47. Elementos constituyentes de Banco De Pruebas De Refrigeración.....	131
IMAGEN 6.48. Presostato de alta seteado.....	134

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 4.1. Estado de instalaciones eléctricas.....	56
TABLA 4.2. Estado los compresores.....	56
TABLA 4.3. Estado de los ventiladores.....	57
TABLA 4.4. Estado de elementos de expansión.....	57
TABLA 4.5. Estado de evaporadores.....	58
TABLA 4.6. Estado de condensadores.....	58
TABLA 4.7. Estado de las tuberías.....	59
TABLA 4.8. Estado del acumulador de aceite.....	59
TABLA 4.9. Estado de demás accesorios del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	60

TABLA 4.10.- Estado general de elementos constituyentes sección cuarto frío del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	60
TABLA 4.11.- Estado general de elementos constituyentes sección Refrigeración Doméstica del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	62
TABLA 4.12.- Elementos averiados del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	63
TABLA 6.1. Materiales para tablero de montaje.....	81
TABLA 6.2. Elementos y accesorios del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	83
TABLA 6.3. Tubería y accesorios de cobre.....	87
TABLA 6.4. Elementos del tablero de control.....	94
TABLA 6.5. Temperaturas calibradas en el controlador.....	111
TABLA 6.6. Condiciones de funcionamiento y equipo apagado con la válvula de expansión.....	114
TABLA 6.7. Condiciones de funcionamiento y equipo apagado con el tubo capilar.....	116
TABLA 6.8. Condiciones de falla en el evaporador.....	118
TABLA 6.9. Condiciones de falla en el condensador.....	120
TABLA 6.10. Condiciones de funcionamiento y equipo apagado del sistema de refrigeración doméstica.....	126
TABLA 6.11. Costo de cambio de tableros.....	127
TABLA 6.12. Costo de elementos del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	128
TABLA 6.13. Costo de elementos del Tablero de control.....	129
TABLA 6.14. Costo de mano de obra.....	130
TABLA 6.15. Costo Total de la Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración.....	130
TABLA 6.16. Proceso para simulación de fallas.....	135

SUMARIO

El presente trabajo investigativo, surge de la necesidad de Repotenciar y Automatizar el Banco de Pruebas de Refrigeración, el mismo que será utilizado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, con el propósito de que se pueda realizar prácticas de Laboratorio en el Área de Refrigeración, mejorando el aprendizaje de los estudiantes. El Banco de Pruebas de Refrigeración como se encontró no contaba con los aditamentos necesarios para poder utilizarlo. La utilización de las herramientas disponibles para el desarrollo de la investigación permitió el cumplimiento de los objetivos planteados.

El Banco de pruebas de Refrigeración una vez realizado la Repotenciación y Automatización, el mismo que es capaz de controlar la temperatura del evaporador mediante un control digital de temperatura, la presión del refrigerante tanto en el lado de alta como el de baja indicado por los manómetros. Además de lo anteriormente descrito, el Banco de Pruebas Repotenciado y Automatizado permite desarrollar simulación de fallas que se ocasionan en sistemas de refrigeración industrial reales para dar una noción básica a los estudiantes de cómo funcionan este tipo de sistemas; siempre cuidando al compresor, el mismo que tiene sus respectivas protecciones.

SUMMARY

This research work arises from the need to repower and Automating Testbed Refrigeration, which will be used by students of the School of Mechanical Engineering at the Tchnical University of Ambato, in order that practices can be made Laboratory Refrigeration Area, improving student learning. Test Bench Cooling as found did not have the necessary adjuncts the fulfillment of objectives.

The test stand cooling once the upgrading and automation, it is capable of controlling the evaporator temperature by a digital temperature control, refrigerant pressure in both the high side as indicated by the low pressure gauges. In addition to the above described, the Testbed repowering and Automated simulation can develop faults that cause in real industrial refrigeration systems to provide a basic understanding to students of how such a system, always taking care of the compressor, the same having their protections.

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA.

1.1 TEMA.

“Estudio de un Banco de Pruebas de Refrigeración y su aplicación en Sistemas Agroindustriales en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.

El incremento constante de la investigación en sistemas de refrigeración en el aspecto de la conservación de productos alimenticios, utilizados en múltiples aplicaciones industriales a nivel mundial, hace indispensable que los profesionales de ingeniería y técnicos mantengan actualizados los conocimientos tecnológicos, a la par del desarrollo constante y acelerado en el que vivimos actualmente.

En el Ecuador las industrias aún muestran un elemental grado de utilización de los innovadores sistemas de refrigeración industrial y doméstica, para obtener un mejor tipo de almacenamiento de los diversos productos de carácter alimenticio perecedero que necesitan de un alto grado de refrigeración para que no se vean afectados en sus propiedades al momento de ser almacenados y tener confianza en el producto al momento de ser consumido.

El Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Mecánica cuenta con instrumentos para la realización de prácticas de refrigeración, los mismos que no muestran una aplicación práctica con los requerimientos esperados para un óptimo aprendizaje, lo que ha dejado inservible a varios aparatos y dispositivos existentes y que a vista de los estudiantes no les encuentran interesantes en su proceso de aprendizaje.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.

El limitado proceso de aprendizaje en un Banco de Pruebas de Refrigeración en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se ha visto seriamente afectado a causa de que el Laboratorio no presta condiciones necesarias en las que se puedan realizar prácticas.

Además, la poca implementación en el Laboratorio con los instrumentos necesarios, ha generado que los estudiantes no puedan poner en práctica lo aprendido en el aula de clases ya que esta es la única manera de que puedan ampliar los conocimientos y despejar sus dudas.

1.2.3 PROGNOSIS.

Al no disponer de un Banco de Pruebas de Refrigeración en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, dificultaría el proceso de aprendizaje de los estudiantes, debido a que no se puede realizar prácticas para desarrollar de mejor manera los conocimientos teóricos aprendidos en el aula de clase para despejar cualquier tipo de duda, lo que generaría el desinterés en los estudiantes en realizar prácticas de Laboratorio la cual afectaría directamente en su formación profesional.

El limitado proceso de aprendizaje de los estudiantes en un Banco de Pruebas de Refrigeración formará profesionales con un nivel de competitividad bajo en lo que respecta al área de refrigeración, lo que no les permitirá afrontar con eficiencia y certeza una realidad en campo, generándoles un conflicto donde pueda verse afectada su Carrera.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿El estudio de un Banco de Pruebas de Refrigeración facilitará el proceso de aprendizaje en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES.

- ¿Con un Banco de Pruebas de Refrigeración se podrá complementar los conocimientos teóricos con los prácticos?
- ¿El proceso de aprendizaje mejorará con un Banco de Pruebas de Refrigeración?
- ¿La repotenciación y automatización del Banco de Pruebas contribuirá para facilitar procesos de aprendizaje en el Laboratorio?

1.2.6 DELIMITACIÓN.

1.2.6.1 ESPACIAL.

El estudio de campo se llevará a cabo en el Laboratorio de Neumática de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.2 TEMPORAL.

El presente trabajo investigativo se realizará en los meses de Febrero del 2011 a Julio del 2011, la misma que se lo realizará mensualmente.

1.2.6.3 CONTENIDO.

Campo : Ingeniería Mecánica.

Área : Refrigeración y aire acondicionado, Termodinámica, Automatización.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El interés en el estudio de un Banco de Pruebas de Refrigeración se ha generado debido a que en el Laboratorio no se cuenta con un sistema que permita facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, para complementar los conocimientos teóricos con los prácticos en el área de refrigeración.

Sin duda alguna, la importancia del desarrollo de la presente investigación se basa en buscar generar el interés en los alumnos y en los docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato en realizar prácticas para reforzar sus conocimientos adquiridos en el salón de clase.

La factibilidad de la investigación de un Banco de Pruebas de Refrigeración se lo llevaría a cabo sin ningún inconveniente debido a que existe la suficiente bibliografía relacionada al tema de investigación así como de información técnica, además de contar con el apoyo de docentes de la Carrera.

Al contar con un Banco de Pruebas de Refrigeración en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, los beneficiarios directos son los estudiantes así como los docentes, ya que les facilitará el proceso de aprendizaje en el área de Refrigeración brindando una noción básica de un sistema real, formando profesionales con buen desempeño y competitividad.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 GENERAL.

Realizar el estudio de un Banco de Pruebas de Refrigeración y determinar su aplicación en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4.2 ESPECÍFICOS.

- Realizar un diagrama de procedimiento para la verificación del estado del Banco de Pruebas de Refrigeración.
- Identificar los accesorios y elementos relevantes y aplicables.
- Analizar alternativas de factibilidad para llegar a la mejor solución.
- Verificar la funcionalidad y estado del sistema de refrigeración doméstica del Banco de Pruebas de Refrigeración.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Fuente de información: Internet (Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral).

Autor: Néstor Giovanni Bolaños Anzules.

Año de investigación: 1999.

Lugar: Guayaquil.

Tema: Análisis experimental del R134a en el Banco de Refrigeración del Laboratorio de Conversión de Energía.

CONCLUSIONES:

“Primeramente se alcanzó el objetivo de habilitar completamente el equipo, el mismo que funciona correctamente con los 3 dispositivos de expansión termostática. Cabe indicar que una vez rehabilitado se tomaron pruebas con el refrigerante original R12 para poder tomar los datos y calcular los diferentes parámetros para que luego podamos hacer la comparación con los obtenidos con el nuevo refrigerante”.

“Además, se elaboró la Guía de Laboratorio para que los estudiantes de la Facultad conozcan el funcionamiento del equipo, el procedimiento para su encendido, la toma de los datos requeridos y, finalmente los parámetros estudiados principalmente en Termodinámica y Refrigeración.

Fuente de información: Internet (Repositorio Escuela Superior Politécnica del Litoral).

Autor: Pedro José Vera Alvarado.

Año de investigación: 2003.

Lugar: Guayaquil.

Tema: Cálculo de un sistema de refrigeración para dos cámaras de conservación de alimentos a temperaturas diferentes.

CONCLUSIONES:

“Utilizamos el refrigerante R134a debido a que para ésta clase de aplicación (Refrigeración de productos perecederos) es muy importante la baja toxicidad que presenta este refrigerante en relación a los otros. Aunque éste refrigerante es de costo elevado, actualmente, se está imponiendo principalmente en la refrigeración doméstica.

“Se escogió un condensador enfriado por aire, ya que nuestra instalación es de baja capacidad (24.000 Btu/hr) y el usar un condensador enfriado por agua encarecería el costo total del sistema, además, habría que incorporar una torre de enfriamiento y tratar el agua”.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

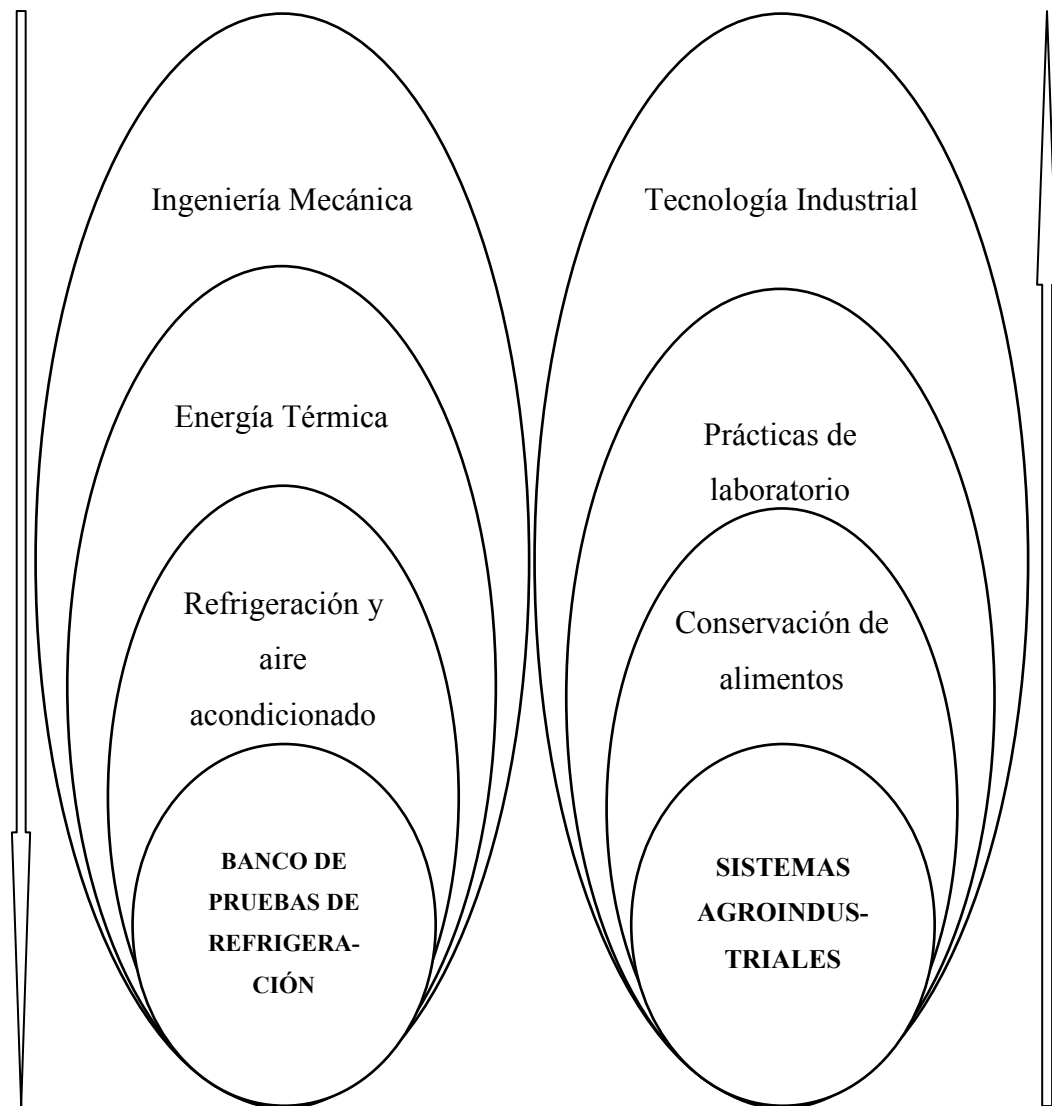
La presente investigación se basará en un paradigma crítico propositivo, pues la realidad que se presenta en el Área de refrigeración, ha involucrado un limitado proceso de aprendizaje en los estudiantes de la Carrera de Mecánica impidiéndoles adquirir el conocimiento básico de cómo es un sistema real el cual se puede desarrollar de manera didáctica y participativa en un Banco de Pruebas de Refrigeración en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

En el presente trabajo de investigación previo a la realización del mismo, en lo que respecta a la conservación de alimentos se seguirán Las Normas Básicas de Conservación de alimentos.

Normas ASTM, Normas AWG.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.



VARIABLE INDEPENDIENTE \longleftrightarrow VARIABLE DEPENDIENTE

Fuente: Marco Velasco.

2.4.1 BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

Tal y como su nombre indica, un Banco de Pruebas, no es más que un equipo para poder comprobar rigurosamente el comportamiento real de un ciclo de refrigeración en cada componente que lo conforma. Un Banco de Pruebas de Refrigeración se compone básicamente de las siguientes partes:

2.4.1.1 PRESOSTATO.

Son unos aparatos que, activados por presión, tienen la función de abrir o cerrar un circuito mediante uno o varios contactos normalmente ya sean abiertos o cerrados. De manera práctica, se puede decir que son unos interruptores eléctricos que funcionan por presión.

2.4.1.1.1 TIPOS DE PRESOSTATOS.

FIGURA 2.1. Presostato de alta y baja presión combinado.



Fuente: http://www.inverprimos.com/refrigeracion_de.php?id=1494&Idd=104.

a. Presostatos de alta presión.

Se conectan a la descarga del compresor es decir en la línea de alta presión, y su función es impedir que en la zona de alta presión, se alcancen valores que afecten al rendimiento de la instalación o a la propia seguridad de las personas. Se regulan a una determinada presión, y cuando la instalación alcanza o supera ese valor calibrado, entonces el presostato actúa y para el compresor.

b. Presostatos de baja presión.

Se conectan a la aspiración del compresor, y su función es evitar que la presión, en la zona de baja, pueda "caer" por debajo de la presión atmosférica y evitar también que la presión descienda por debajo de la normal de funcionamiento, ya que afectaría al rendimiento.

De hecho, su regulación debe estar siempre por encima de la presión atmosférica. Además de las escalas respectivas de alta y baja presión hay una tercera escala llamada diferencial de presiones. En esta se fija la diferencia entre la presión de arranque y la de paro.

2.4.1.2 TERMOSTATO.

Es el elemento que controla la temperatura de la cámara. Abre o cierra un contacto conectado a un circuito eléctrico cuando alcanza la temperatura de regulación. Se puede decir que es un interruptor o conmutador eléctrico que funciona por temperatura.

2.4.1.2.1 TIPOS DE TERMOSTATO.

a. Termostato electromecánico.

FIGURA 2.2. Termostato Electromecánico.



Fuente: http://www.tecnosealmex.com/controles_industriales.html.

Son termostatos para aplicaciones de refrigeración. La línea de productos de controles de aplicación, comprende termostatos electromecánicos y electrónicos libres de CFC para refrigeradores, congeladores y pequeñas aplicaciones comerciales.

Los termostatos para refrigeración comercial e industrial atienden varias aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado, ellos están disponibles para todos los fluidos refrigerantes, así como amoniaco.

Son controles electromecánicos que ofrecen un conmutador de contacto sin voltaje que funciona a la temperatura ajustada y proporciona de esta forma un sencillo control de encendido / apagado.

b. Termostatos digitales.

FIGURA 2.3. Termostato digital.



Fuente: <http://www.fullgauge.com/es/productos/temperatura.htm?2650>.

Controles de temperatura para refrigeración, de diseño compacto; para montaje en tablero. Utilizados donde se requiere un adecuado control de la temperatura combinado con otras funciones como ciclos de deshielo en el evaporador.

Existe en el mercado una gama amplia de estos equipos, que para una selección se tendría muchas opciones, facilitando la misma, para poder seleccionar la opción más óptima de acuerdo a las necesidades requeridas.

Características.

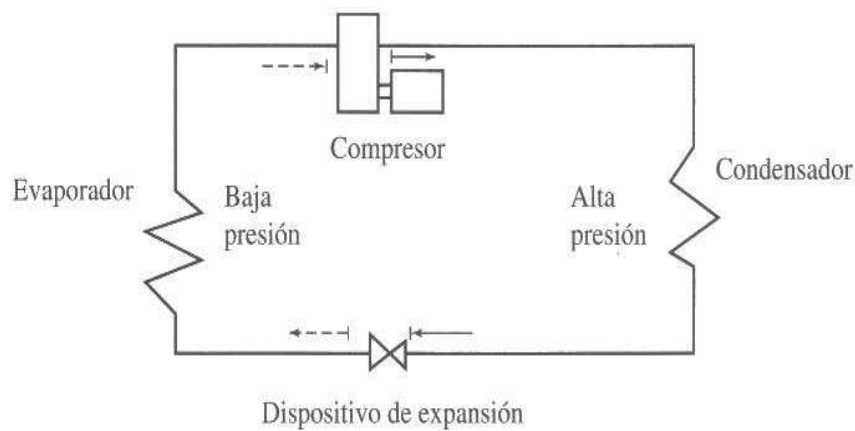
- Diseño compacto para montaje en tablero.
- Pantalla de LEDs que indican la temperatura y el proceso actual.
- Opción para usar uno o dos sensores.
- Controles programables.
- Diferentes voltajes y temperaturas de aplicación.

Aplicaciones.

Cámaras frigoríficas de conservación y congelación, en las que se requiere un diseño compacto, versatilidad en la programación y combinar el control de la temperatura con otros procesos como los deshielos del evaporador.

2.4.1.3 LÍNEA DE BAJA Y ALTA PRESIÓN.

FIGURA 2.4. Elementos fundamentales de un sistema de refrigeración.



Fuente: FRANCO, Juan, (2006). Manual de Refrigeración.

La parte correspondiente a la alta presión está comprendida entre la descarga del compresor y la entrada del dispositivo de expansión.

Hay que resaltar que la temperatura del fluido refrigerante no es la misma en todo ese tramo, entre la salida del compresor y la entrada del condensador el fluido está en estado de gas (vapor recalentado). Se condensa a una temperatura menor y sale del condensador a esa misma temperatura o menor si se subenfía, con lo cual, la temperatura del fluido a la entrada del dispositivo de expansión puede ser igual o menor que la de condensación. La instalación dispone de un manómetro para saber en cada momento la presión.

La parte que corresponde a la baja presión, es la comprendida entre la salida del dispositivo de expansión y la entrada del compresor. La instalación dispone del

manómetro de baja presión para conocer su valor en cada momento. En este tramo, también la temperatura varía (aumenta) desde el evaporador hasta la entrada del compresor.

2.4.1.4 MANÓMETROS DE BAJA Y ALTA PRESIÓN.

FIGURA 2.5. Manómetros de alta y de baja presión.



Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-105473536-manifold-manometro-alta-baja-presion-para-r12-yh12-r22-r502-_JM.

Nos dan una información muy importante del funcionamiento de las instalaciones. Como sabemos, en todo circuito frigorífico hay que distinguir alta y baja presión. Por lo tanto, tenemos un manómetro para alta y otro para baja presión.

Lo que diferencia a un manómetro de alta de uno de baja presión, está en los valores de sus escalas:

- ✓ En el manómetro de baja presión, suele estar comprendida entre -1/+10 bar
- ✓ En el manómetro de alta presión, va de 0 a 35 bar

Se distinguen por sus colores:

- ✓ El manómetro de baja presión es de color azul
- ✓ El manómetro de alta presión es de color rojo.

En todo manómetro hay que distinguir varias escalas:

- ✓ Una correspondiente a las presiones, y dos o tres más, que corresponden a las temperaturas de otros tantos fluidos refrigerantes.

2.4.1.5 FILTRO.

Los grandes enemigos de una instalación frigorífica son el temido golpe de líquido y la entrada de aire. Esta última implica a su vez una doble problemática ya que, como sabemos, el aire que nos rodea es aire húmedo, con lo cual al entrar en el circuito lo hace junto con su humedad.

La humedad puede originar serios problemas tales como bloquear los dispositivos de expansión (congelación de esas gotas del aire húmedo) o bien producir problemas en los compresores herméticos o semiherméticos, oxidaciones, etc.

2.4.1.5.1 TIPOS DE FILTROS.

a. Filtro deshidratador hermético.

FIGURA 2.6. Filtro hermético.



Fuente: <http://www.equiposyrefacciones.com/productos/?cat=14&paged=5>.

Este tipo de filtro es un filtro deshidratador comercial con extraordinaria capacidad de retención de humedad e impurezas, permitiendo reparaciones más confiables. Compatible con refrigerantes R12, R22, R134a y R404a/507. Apropriados para los aceites POE, PAG y AB.

Características.

- Máxima remoción de humedad y filtración de impurezas sólidas.
- Desecante 100% tamiz molecular.
- Compatible con los refrigerantes R12, R22, R134a, R404a/507 y mezclas.

- Para equipos de refrigeración de 1/12 hasta 1/2 Hp.
- Apropriados para los aceites POE, PAG y AB.
- Fabricado en acero.
- Conexiones Flare y Soldar.
- Pintura electrostática en polvo, resistente a la corrosión.

b. Filtros Deshidratador domésticos y comerciales soldables de Cobre.

FIGURA 2.7. Filtro Deshidratador soldable.



Fuente:

http://typrefrigeracion.mx/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=428&category_id=218&option=com_virtuemart&Itemid=41.

Filtros deshidratadores soldables con alta capacidad de remoción de humedad. Compatible con los refrigerantes R12, R22, R134a, R404a/507 y mezclas. Apropriados para los aceites POE, PAG y AB. Diseñados para sistemas de refrigeración comercial y doméstica.

Características.

- Alta remoción de humedad.
- Desecante 10% tamiz molecular.
- Compatible con los refrigerantes R12, R22, R134a, R404a/507 y mezclas.
- Apropriados para los aceites POE, PAG y AB.
- Para equipos de refrigeración de 1/12 a 1 Hp.
- Fabricado con tubo de cobre de alta calidad y resistencia.
- Filtros cedazo en la entrada y la salida.

Aplicaciones.

Filtros deshidratadores para uso en refrigeradores y congeladores domésticos, servibares, sistemas de refrigeración con equipos fraccionarios.

2.4.1.6 INDICADOR DE LÍQUIDO Y HUMEDAD (O MIRILLA, O VISOR).

FIGURA 2.8. Visor.



Fuente: <http://spanish.emersonclimate.com/espanol/art-sp-accesorios-refrigeracion.pdf>.

El indicador de líquido y humedad es un accesorio ampliamente utilizado en los sistemas de refrigeración, principalmente en refrigeración comercial y aire acondicionado. Es un dispositivo de metal con una mirilla de vidrio, que permite observar la condición del refrigerante.

El indicador de líquido y humedad elimina la incertidumbre, de que el contenido de humedad del sistema pueda estar abajo de un nivel seguro, o lo suficientemente alto para causar problemas. También indica si falta refrigerante al sistema, o si hay alguna caída de presión en la línea de líquido.

Características.

- Totalmente hermético para evitar fugas.
- Máxima visibilidad del visor.
- Alta sensibilidad y precisión a la humedad.

- Dos únicas tonalidades para indicación precisa de los mínimos niveles de humedad.
- Cuerpo de forja de latón resistente a la corrosión.
- Apropriados para los aceites POE, PAG y AB.
- Compatible con los refrigerantes HFC, CFC y HCFC.

2.4.1.7 VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA.

FIGURA 2.9. Válvula de expansión termostática.



Fuente:

http://4.bp.blogspot.com/_1cD3KRP9Wi8/TJZRZX72UDI/AAAAAAAAADs/l0cN98FZ5IE/s1600/valvula-de-expansion-termostatica-227603.jpg.

Es un tipo de restricción que se coloca en la tubería de líquido entre el condensador y el evaporador, con el fin de producir un diferencial de presión entre el lado de alta y baja del sistema de refrigeración y también para regular el flujo de refrigerante. El tamaño de la restricción sirve para mantener una temperatura de condensación lo suficientemente alta encima del medio condensante (aire o agua) a fin de condensar el vapor de alta presión proveniente del compresor.

El dispositivo de expansión debe alimentar al evaporador el refrigerante líquido en la misma proporción en que el compresor lo bombea desde el evaporador, para evitar una sobrealimentación o subalimentación del mismo.

Conforme la temperatura del gas que sale del evaporador varía, el bulbo de la válvula de expansión registra variación y actúa para modular la alimentación a través de la válvula de expansión, y así adaptarse a las nuevas necesidades.

2.4.1.7.1 VENTAJAS.

- Varía la restricción de acuerdo con las restricciones del sistema.
- Proporciona el mejor rendimiento del sistema.
- Facilidad de selección de modelo y aplicación.
- Necesarias en sistemas de gran tamaño.

2.4.1.7.2 DESVENTAJAS.

- Instalación compleja.
- Ocupa espacio mayor.
- No equaliza las presiones del sistema en la parada del compresor.

2.4.1.8 TUBO CAPILAR.

FIGURA 2.10. Tubo capilar.



Fuente: http://e-ciencia.com/recursos/enciclopedia/Tubo_capilar.

Es el caso más sencillo de dispositivo de expansión, pues consiste únicamente en un tubo de pequeño diámetro que actúa reteniendo el flujo de líquido refrigerante, la expansión se realiza a su salida al conectarlo al tubo que va hacia el evaporador.

Este estrechamiento añade una pérdida de carga tal en ese punto del circuito frigorífico que, antes de él, la descarga del compresor crea una alta presión y, a su salida, la aspiración determina la baja presión. La pérdida de carga que origina el capilar en este punto se define en función de la longitud del mismo, y corresponderá a la caída de presión del sistema entre el condensador y el evaporador.

2.4.1.8.1 VENTAJAS.

- Barato.
- Instalación simple.
- Compacto.
- Ecuilización de las presiones del sistema en la parada del compresor.

2.4.1.8.2 DESVENTAJAS.

- Restricción al pasaje de refrigerante constante.
- No proporciona el mejor rendimiento del sistema.
- Difícil de determinar dimensiones definitivas.
- No recomendados para sistemas de gran tamaño.

2.4.1.9 SEPARADOR DE ACEITE.

FIGURA 2.11. Separador de aceite.



Fuente: <http://www.antartic.cl/Pdf/ID-3.pdf>.

Se instala en la tubería de descarga, después del compresor.

El fluido refrigerante sale del compresor mezclado con el aceite de lubricación y éste debe retornar al cárter principalmente por dos razones:

1. Porque el nivel de aceite del cárter iría disminuyendo.
2. Porque el aceite, cuando llegue al circuito de baja presión, podría tener problemas de retorno (deja de ser miscible y crea problemas en los evaporadores).

2.4.1.10 ACUMULADORES DE SUCCIÓN.

FIGURA 2.12. Acumulador de succión.



Fuente:

http://typrefrigeracion.mx/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=427&category_id=217&option=com_virtuemart&Itemid=41.

Acumuladores de succión para proteger al compresor, evitando el regreso de refrigerante líquido al mismo. Compatible con los refrigerantes CFC, HCFC y HFC comerciales y aceites correspondientes.

Características.

- Protege al compresor contra golpes de líquido, evitando el retorno de refrigerante o aceite líquido.
- Orificio dosificador para el adecuado retorno de aceite y líquido al compresor.

- Compatible con los refrigerantes CFC, HCFC y HFC comerciales y aceites correspondientes.
- Diseñado para operar en un rango de -40 a +4.5°C de evaporación.
- Conexiones de cobre soldar.

Aplicaciones.

Acumuladores de succión recomendados en sistemas de refrigeración que operan bajo amplias variaciones de carga térmica y en sistemas de refrigeración de baja temperatura, sujetos a deshielos. Para todos aquellos sistemas riesgosos o propensos al regreso de líquido al compresor.

2.4.1.11 COMPRESOR.

FIGURA 2.13. Compresor hermético.



Fuente: http://alan-refrigeracion.blogspot.com/2009_11_01_archive.html.

La principal función del compresor es aumentar la presión de evaporación hasta la presión de condensación (la presión debe ser la de saturación a la temperatura de condensación).

El aumento de la presión produce algunas funciones secundarias:

- La elevada presión de descarga proporciona la energía necesaria para hacer que el refrigerante circule a través de la tubería y el equipo, venciendo la resistencia de fricción.

- El gran diferencial de presión creado causa la expansión súbita en el dispositivo de expansión, causando una caída de temperatura.

El compresor bombea el vapor cargado de calor del evaporador, esto provoca la baja presión que es mantenida en el evaporador por el compresor y la limitación del flujo en el evaporador ejercida por el control del refrigerante líquido del lado de entrada al evaporador. Así la temperatura y presión resultante del refrigerante saturado se ve reducida, el refrigerante hierve y se vaporiza absorbiendo calor latente a baja presión y temperatura. El vapor cargado de calor es comprimido por el compresor, incrementando la presión y la temperatura del vapor.

2.4.1.12 CONDENSADOR.

FIGURA 2.14. Condensador.



Fuente:

<http://www.empresaeiciente.com/es/catalogo-de-tecnologias/intercambiador-de-calor-sistemas-de-recuperacion#ancla>

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

La temperatura del líquido a la salida del condensador puede ser:

- a. La temperatura de condensación.
- b. Temperatura inferior a la de la condensación, es decir que salga subenfriado.

Este subenfriamiento se puede producir en el mismo condensador y es positivo para el rendimiento de la instalación, o bien, se puede conseguir fuera del condensador, como por ejemplo mediante el intercambiador de calor.

2.4.1.13 EVAPORADOR.

Los evaporadores son intercambiadores de calor al igual que los condensadores, estos aseguran el paso de flujo calorífico a enfriar hacia el refrigerante, vaporizando así al refrigerante líquido que circula para el evaporador.

Entre los tubos y aletas del evaporador se hace fluir aire por medio de un motor ventilador, dicho aire es enfriado por el refrigerante el cual se encuentra en estado gaseoso dentro de los tubos.

FIGURA 2.15. Evaporador.



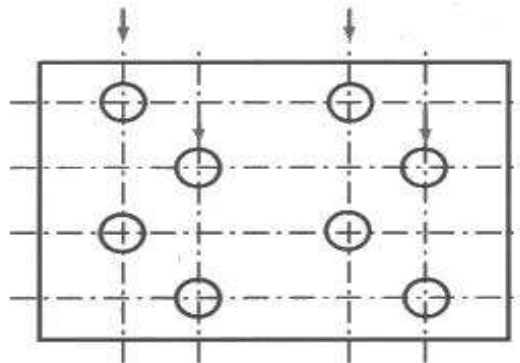
Fuente:

<http://www.ortegarefrigeracion.com.ar/web/ver/nuevos/resultado.php?Id=5>.

La disposición de los tubos es al tresbolillo, con ello se garantiza que todo el aire que pasa a través del evaporador, se enfría, ya que está en contacto con todo el tramo del serpentín. El aire que no está en contacto con los tubos de la primera fila, lo consigue con los de la segunda fila.

Los materiales que se empleen para los tubos y aletas, deben ser muy buenos conductores de calor; pero al mismo tiempo han de ser compatibles con los fluidos refrigerantes. Con amoníaco se emplean tubos y aletas de acero, y con fluidos clorofluorados, tubos de cobre y aletas de aluminio.

FIGURA 2.16. Tubos al tresbolillo.



Fuente: FRANCO, Juan, (2006). Manual de Refrigeración.

2.4.1.14 TUBERÍAS.

Las tuberías de cobre para refrigeración a diferencia del que se usa para otros fines se sirven limpio de impurezas y cerrado por los dos extremos. Se puede encontrar en rollos o en barras:

- El que va en rollos se denomina recocado, esta clase de tubo permite ser doblado y suele venir en rollos de 25m. Estos tubos no deben estirarse o curvarse más de lo necesario ya que se endurecerá.
- El que va en barras se denomina estirado, no tiene ductilidad por lo tanto no se puede doblar, se utiliza sólo en tramos rectos.

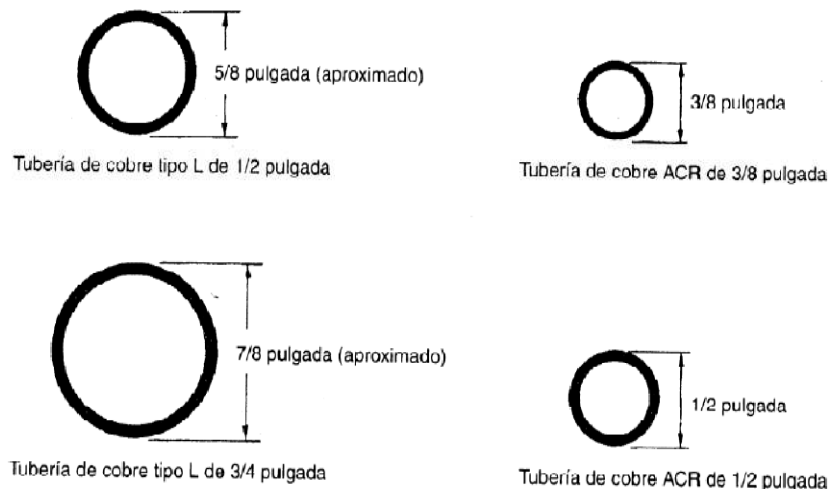
El dimensionamiento, disposición e instalación correctos de las tuberías y accesorios ayuda a mantener los sistemas de refrigeración en condiciones adecuadas de funcionamiento y evitan las pérdidas de refrigerante.

El sistema de tuberías permite el paso del refrigerante hacia el evaporador, el compresor, el condensador y la válvula de expansión. También proporciona el modo para que el aceite se drene de vuelta hacia el compresor. Las tuberías y

accesorios utilizados deben ser del material correcto y del tamaño adecuado; el sistema debe ser dispuesto apropiadamente e instalado de forma correcta.

2.4.1.14.1 TIPOS Y TAMAÑOS DE TUBERÍAS.

FIGURA 2.17. Tamaños de tuberías.



Fuente:

http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1197/5/T%2011062%20CAP_2.pdf

2.4.1.14.2 VENTAJAS DEL TUBO DE COBRE.

- **El cobre es económico.** La combinación del manejo, maleabilidad y fácil unión permiten ahorrar tiempo, material y costos a largo plazo. Su desempeño y confiabilidad a largo plazo representan menos reclamaciones y convierte al cobre en el material ideal y económico para tuberías.
- **El cobre es ligero.** En instalaciones, la tubería de cobre que se requiere es de un espesor mucho menor que los tubos de hierro o roscados del mismo diámetro interior, por lo que cuesta menos transportarlo, es más fácil de manejar y ocupa menos espacio.
- **El cobre es maleable.** Ya que el tubo de cobre se puede doblar y formar a la medida, se pueden evitar, muchas veces los codos y uniones y se puede ajustar a cualquier contorno o ángulo. Con tubos flexibles se requiere mucho menos

espacio en pared y techo, esto es muy importante en proyectos de renovación o modernización.

- **El cobre es fácil de unir.** Los tubos de cobre se pueden unir con conexiones capilares, las cuales permiten ahorrar material y producir uniones lisas, limpias, fuertes y libres de fugas.
- **El cobre es seguro.** El tubo de cobre no se quema ni mantiene la combustión, además de que no produce gases tóxicos. Por lo tanto, no propaga el fuego a través de pisos, muros y techos. No producen compuestos orgánicos volátiles en la instalación.
- **El cobre es confiable.** El tubo de cobre se fabrica con una composición bien definida de acuerdo a las normas y se marca con una identificación indeleble para que el usuario sepa el tipo de tubo y quién lo fabricó. El tubo de cobre es aceptado prácticamente por cualquier reglamento para sistemas hidráulicos.
- **El cobre es resistente a la corrosión.** Su excelente resistencia a la corrosión y a la formación de depósitos, asegura que el tubo de cobre ofrezca un servicio sin problemas, que se refleja en la preferencia de los clientes.

2.4.1.14.3 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS.

FIGURA 2.18. Tubería con aislante.



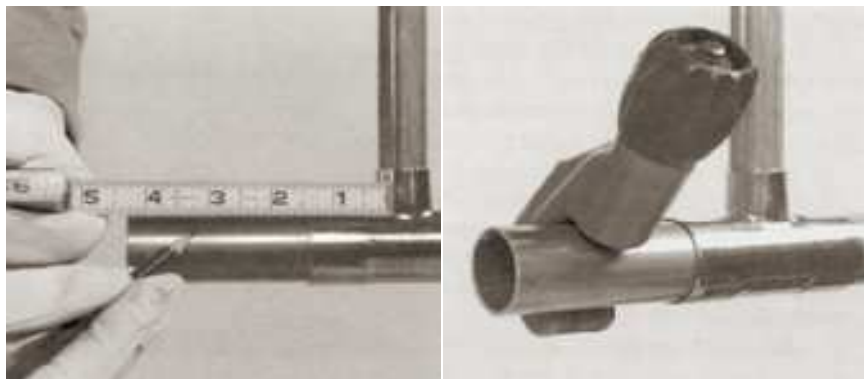
Fuente: <http://raaaispuopeinadoezequiel.blogspot.com/2011/04/aislamiento.html>.

Las tuberías ACR se aíslan a menudo en el lado de baja presión de un sistema de aire acondicionado o refrigeración, entre el evaporador y el compresor, para evitar que el refrigerante absorba calor. El aislamiento también evita que se forme condensación en los conductos.

Aislamiento para tubería con y sin recubrimiento que funciona con temperaturas de 0°F (-18°C) a 850°F (454°C), con aislamientos térmicos ideales para tuberías de proceso y servicio, que conducen vapor, agua caliente, agua helada, refrigerantes, gases y toda clase de fluidos en que se requiera ahorrar energía.

2.4.1.14.4 CORTE DE TUBERÍAS.

FIGURA 2.19. Forma correcta de utilización de un cortador de tubos



Fuente:

http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/manual_tuberias.pdf

Las tuberías se cortan normalmente con un cortador de tuberías o una sierra de corte para metales. Los cortadores de tuberías suelen emplearse normalmente con tubos blandos y con las tuberías estiradas en frío de más pequeño diámetro.

Cada vez que se requiere tubería de cobre para ser utilizada en la reparación de unidades refrigeradoras será necesario tomar el rollo o bien parte excedente de tubería, la cual se supone ha estado guardada con los extremos sellados o cubiertos para impedir que se deterioren o contaminen de suciedad y humedad.

2.4.1.14.5 SOLDADURA.

La soldadura es un proceso de unión de materiales, en el cual se funden las superficies de contacto de dos o más partes mediante la aplicación de calor o presión. La integración de las partes que se unen mediante soldadura se llama

ensamble soldado. Muchos procesos de soldadura se obtienen solamente por el calor sin aplicar presión. Otros, únicamente por presión sin aportar calor externo, y otros se obtienen mediante una combinación de calor y presión.

En algunos casos se agrega un material de aporte o relleno para facilitar la fusión. La soldadura se asocia con partes metálicas, pero el proceso también se usa para unir plásticos.

FIGURA 2.20. Soldadura.



Fuente:

http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/manual_tuberias.pdf

2.4.1.14.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SOLDADURA.

Ventajas.

- Proporciona una unión permanente y las partes soldadas se vuelven una sola unidad.
- La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales si se usa un material de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a la de los metales originales y se aplican las técnicas correctas de soldar.
- La soldadura es la forma más económica de unir componentes. Los métodos alternativos requieren las alteraciones más complejas de las formas. El ensamble mecánico es más pesado que la soldadura.

Desventajas.

- La mayoría de las operaciones de soldadura se hacen manualmente, lo cual implica alto costo de mano de obra. Hay soldaduras especiales y la realizan personas muy calificadas.
- La soldadura implica el uso de energía y es peligroso.
- Por ser una unión permanente, no permite un desensamble adecuado. En los casos cuando es necesario mantenimiento en un producto no debe utilizarse la soldadura como método de ensamble.
- La unión soldada puede tener defectos de calidad que son difíciles de detectar. Estos defectos reducen la resistencia de la unión.

2.4.1.14.7 TIPOS DE SOLDADURA.

a. Soldadura oxiacetilénica.

La soldadura con soplete de gas, llamada vulgarmente soldadura autógena, se puede efectuar con distintos combustibles como el gas acetileno que se quema con oxígeno.

Consta de:

- Una botella cargada de oxígeno con sus válvulas de cierre y reducción con manómetros de alta y baja presión.
- Las tuberías necesarias para la conducción de ambos gases con una válvula de seguridad en la de acetileno.
- Sopletes con varias boquillas que permite la soldadura de piezas de distintos espesores y estarán destinados a mezclar íntimamente los gases oxígeno y acetileno para lograr una perfecta combustión.

b. Soldadura en cobre.

Es por tanto imprescindible el secado concienzudo del tubo a soldar. El agua en forma de vapor acudirá al lugar de la soldadura mientras se suelda si no se ha

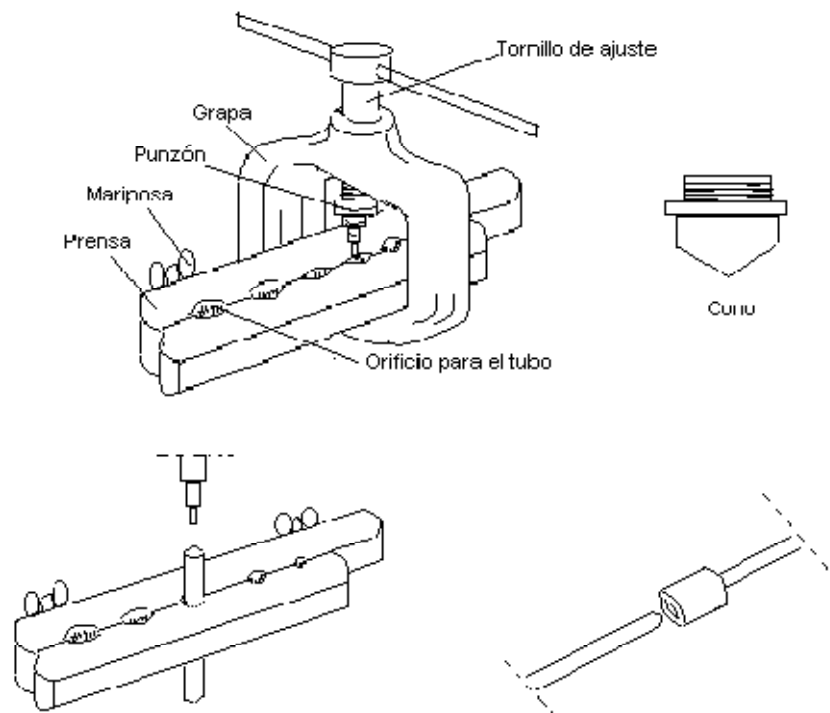
secado totalmente. Un truco para evitar esto es poner un poco de pan blanco (sin cortezas) en el tubo. Esto evitará que la humedad alcance el empalme mientras se está soldando. Posteriormente las migas se disolverán dentro del tubo, saliendo inofensivamente a través del grifo o por el sistema de alcantarillado.

2.4.1.15 UNIONES ABOCINADAS.

Las tuberías de refrigeración algunas veces se conectan a accesorios abocardados. Este cono que se forma en el extremo de la tubería, se llama "abocinado" o abocardado con el propósito de permitir una fácil reposición del elemento conectado cuando este se daña.

El ensanchamiento en forma de bocina de la tubería puede realizarse con un aparato especial de tipo tornillo, denominado abocardador.

FIGURA 2.21. Procedimiento para realizar una unión abocinada.



Fuente:

http://www.eletrdomesticosforum.com/es/cursos/heladeras/Curso_Refrigeracion_Domiciliaria.pdf

2.4.1.16 UNIONES SOLDADAS.

2.4.1.16.1 TEE DE COBRE.

FIGURA 2.22. Tee de Cobre.



Fuente:

http://typrefrigeracion.mx/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=260&category_id=287&option=com_virtuemart&Itemid=41.

Tee de cobre soldable, se utiliza para unir tubería de cobre con una tercera salida para otra unión de tubería de cobre.

2.4.1.16.2 CODO DE COBRE DE 90°.

Codo de 90° radio corto fabricado en cobre se utiliza para unir tubería de cobre con tubería de cobre (soldar-soldar).

FIGURA 2.23. Codo de cobre a 90°.



Fuente:

http://typrefrigeracion.mx/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=263&category_id=287&option=com_virtuemart&Itemid=41

2.4.1.17 VÁLVULAS PARA CONTROL.

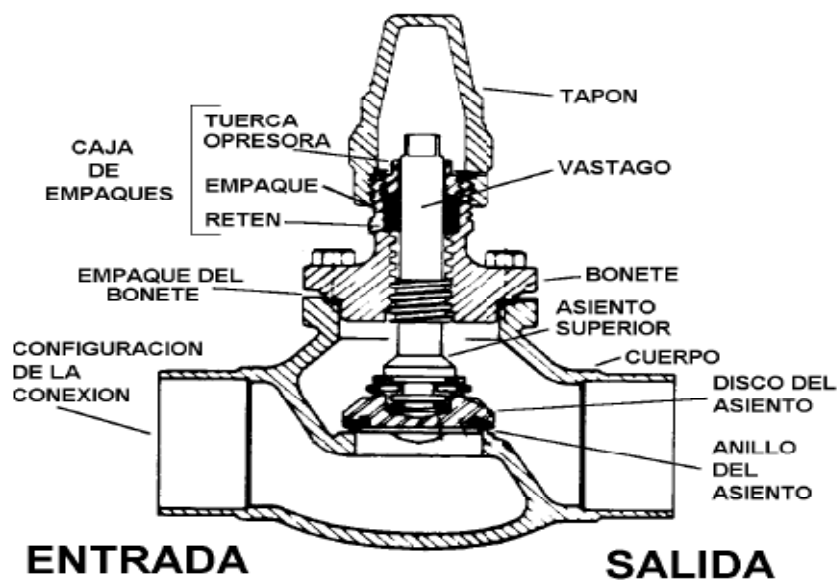
En la regulación de los distintos procesos de una planta industrial tendrán un papel fundamental las válvulas. Con ellas podremos controlar los caudales de las distintas corrientes implicadas en el proceso, además de las condiciones internas de presión de depósitos y recipientes.

Cabe decir que el cuerpo de la válvula debe estar realizado en un material resistente, capaz de resistir la presión máxima posible en la línea a la vez que garantiza la hermeticidad del dispositivo. El cuerpo de la válvula deberá estar dotado de algún elemento, tal como bridas o rosca, para su conexión a la línea.

2.4.1.17.1 TIPOS DE VÁLVULAS.

a. Válvulas de Paso.

FIGURA 2.24. Válvula de paso tipo globo típica.



Fuente: http://www.emersonclimatemexico.com/mt/mt_cap_08.pdf.

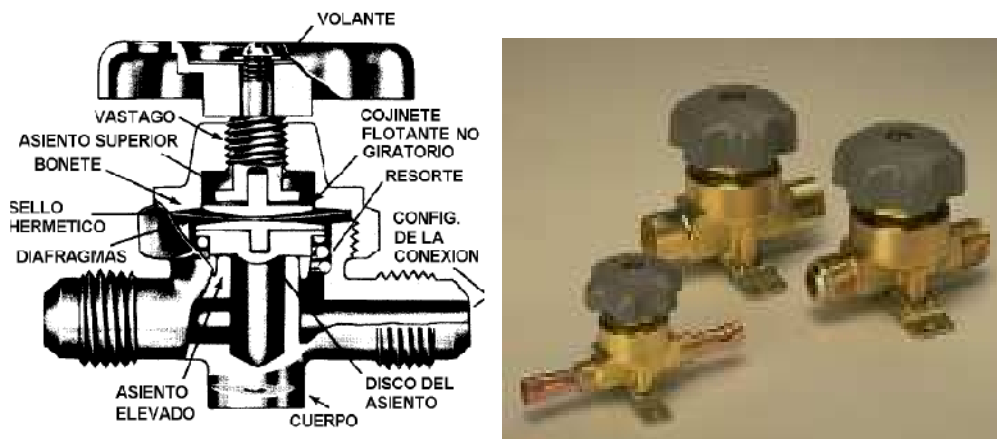
Su función principal es controlar el flujo de líquido y la presión. Las válvulas de paso que más comúnmente se utilizan en refrigeración, son las de tipo globo.

Existen dos tipos de válvulas de globo: con empaque y sin empaque. Las válvulas de paso deben ser de un diseño que evite cualquier fuga de refrigerante.

Puesto que los refrigerantes son difíciles de retener, las válvulas con empaque generalmente están equipadas con tapones de sellamiento. Algunos de estos tapones están diseñados para que al quitarlos, sirvan de herramienta para abrir o cerrar la válvula.

En la figura siguiente, se muestra una válvula de paso con diseño de globo sin empaques, normalmente conocidas como válvulas de diafragma. A continuación, examinaremos con más detalle los componentes de las válvulas de globo.

FIGURA 2.25. Válvula de paso tipo globo sin empaque (tipo diafragma).



Fuente: http://www.emersonclimatemexico.com/mt/mt_cap_08.pdf

Configuración de la Conexión.

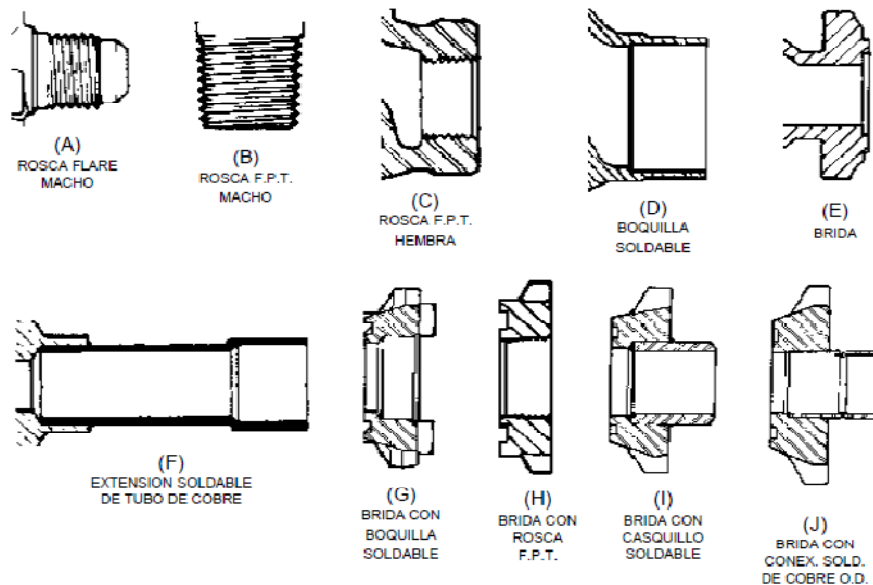
Este es un término general que designa cómo se va a fijar la válvula a la tubería del sistema. Estas configuraciones varían con el diseño de la válvula. En la figura siguiente se muestran diferentes tipos de configuraciones de conexiones, tanto para refrigerantes halogenados, como para amoníaco.

Las conexiones integrales son las que llevan maquinados los extremos del cuerpo de la válvula, figura de la figura anterior literales A, B, C, D, y E. En esta última,

a la conexión para brida se le pueden unir bridas removibles por medio de tornillos y tuercas, literal G, H, I y J. Las extensiones soldables de tubo de cobre, se utilizan generalmente en válvulas de paso soldables, en las que un exceso de calor pudiera dañar alguna de las partes internas literal F.

Las válvulas de paso convencionales pueden ser de diseño integral o con bridas. La gran mayoría de válvulas de paso son de globo. Donde sea posible y lo permita la configuración de la tubería, se puede usar una válvula angular. El tipo de válvula de ángulo recto ofrece menos resistencia al flujo (menor caída de presión).

FIGURA 2.26. Diferentes tipos de conexiones de válvulas de paso.



Fuente: http://www.emersonclimatemexico.com/mt/mt_cap_08.pdf.

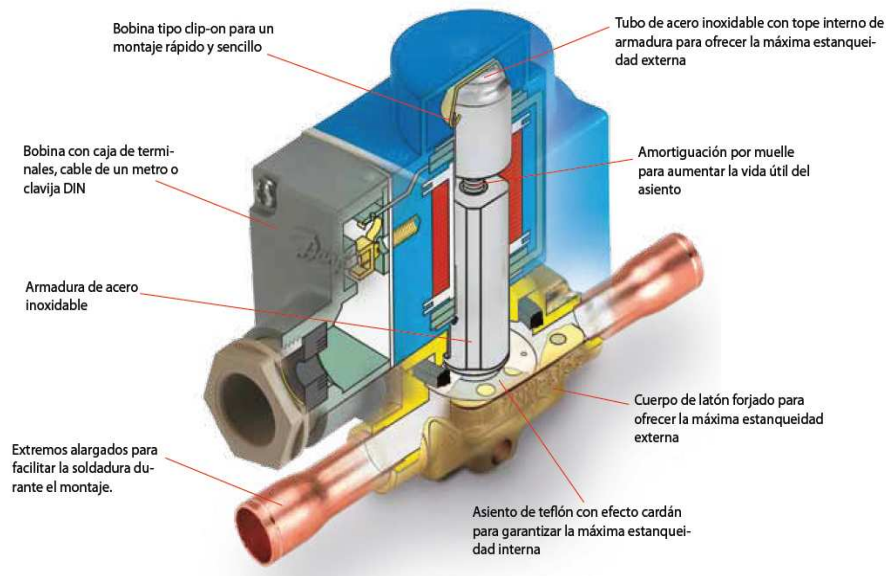
b. Válvula solenoide.

La función de este tipo de válvulas es cortar o permitir el flujo eléctricamente, lo que permite el control automático remoto del flujo de refrigerante.

Su aplicación es fundamentalmente en la línea de líquido, tanto para control de operación, como para protección contra golpes de líquido, También en la línea de gas caliente para deshielo del evaporador, o para control de capacidad, y en la

línea de succión para servicio y/o control en sistemas de refrigeración en paralelo. La forma de selección para las aplicaciones de gas es diferente. La localización es en cualquier lugar del sistema de refrigeración donde se requiera.

FIGURA 2.27. Partes de una válvula solenoide.



Fuente:

http://www.indubel.com.ar/pdf/repuestos/valvulas_filtros_controles/danfoss/valvulas-solenoide.pdf?PHPSESSID=69f7709355b0d89c0d6a83a0e909246e.

2.4.2 REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.

2.4.2.1 REFRIGERACIÓN.

Es producir y mantener una temperatura por debajo de la del medio ambiente que nos rodea. Esto significa, remover o quitar el calor de una sustancia.

La refrigeración puede utilizarse para tres fines, principalmente:

- Refrigeración para CONSERVACIÓN.
- Refrigeración para CONGELACIÓN.
- Refrigeración para CLIMATIZACIÓN.

2.4.2.1.1 APLICACIONES.

Las dos primeras se aplican generalmente a alimentos, mientras que la última se refiere a la refrigeración de locales o vehículos para animales, personas o plantas. Además de las aplicaciones más conocidas, tales como el acondicionamiento de aire para comodidad, así como el proceso de congelación, almacenamiento, transporte y exhibición de productos, se usa actualmente en el proceso de manufacturas de casi todos los artículos que se encuentran en el mercado, las aplicaciones de refrigeración se pueden agrupar en las siguientes categorías:

a. Refrigeración doméstica.

Tiene un campo de aplicación relativamente limitada y trata principalmente de refrigeradores y congeladores domésticos. Sin embargo, debido a la cantidad de unidades en servicio, la refrigeración doméstica representa una porción muy significativa de la industria de la refrigeración. Las unidades domésticas son generalmente de tamaño pequeño, con potencias entre 40 W y 400 W.

b. Refrigeración comercial.

Trata del diseño, instalación y mantenimiento de aparatos de refrigeración del tipo usado por almacenes y tiendas, restaurantes, hoteles e instituciones, para el almacenaje, exhibición, procesado y expedición de artículos de todos los tipos que estén sujetos a deterioro.

c. Refrigeración industrial.

Se confunde frecuentemente con la refrigeración comercial ya que la división de las dos áreas no se ha definido claramente. Por regla general, las aplicaciones industriales son de mayor tamaño y tienen la característica de requerir un operario para su atención.

Entre las aplicaciones industriales típicas se encuentran: plantas de hielo, plantas empacadoras de alimentos (carne, pescado, aves, alimentos congelados, etc.),

cervecerías, cremerías y plantas industriales tales como: refinerías de aceite, plantas químicas, plantas de hule, etc.

d. Refrigeración marina y de transporte.

Las aplicaciones que caen dentro de esta categoría, se pueden clasificar particularmente bajo refrigeración comercial e industrial. Sin embargo ambas áreas han crecido lo suficientemente para requerir mención especial.

La refrigeración marina se refiere a refrigeración a bordo de barcos e incluye por ejemplo, refrigeración para botes de pesca y embarcaciones de transporte y de cargamento sujeto a deterioro, así como refrigeración de los almacenes del barco, en toda clase de embarcaciones. La refrigeración de transporte se refiere a los equipos aplicados a transportes de cargas y pasajeros.

e. Acondicionamiento de aire.

Generalmente involucra el control no solamente de la temperatura del espacio sino también de la humedad y movimiento del aire dentro mismo, así como el filtrado y limpieza del mismo (Climatización).

f. Conservación de alimentos.

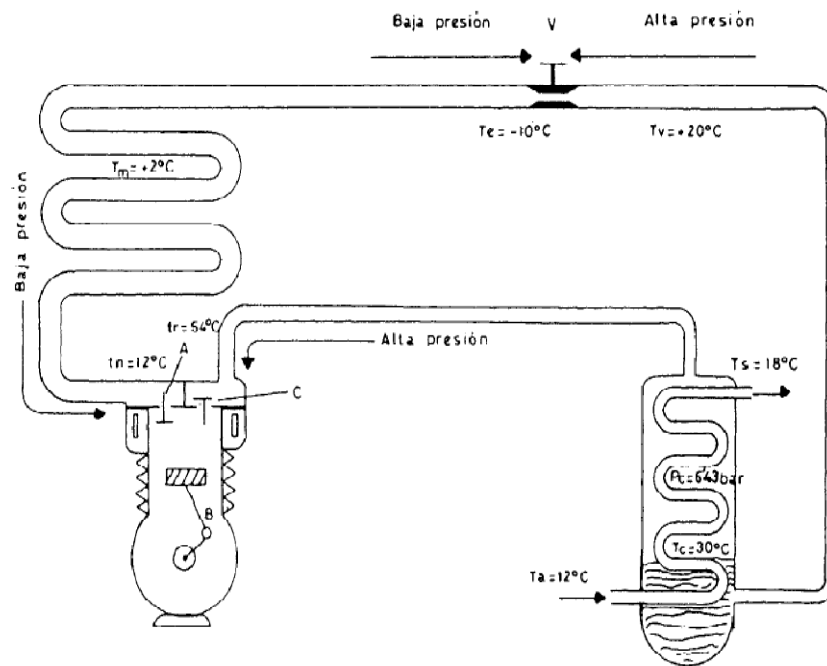
La conservación de artículos sujetos a deterioro, particularmente alimentos, es una de las aplicaciones más comunes de la refrigeración.

2.4.2.1.2 REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.

En la actualidad el frío se produce principalmente mediante sistemas de refrigeración por compresión mecánica, de forma que el calor se transmite desde la cámara de refrigeración hasta una zona en la que pueda eliminarse más fácilmente. La transferencia de calor se realiza mediante un fluido “refrigerante” que cambia de estado, de líquido a vapor, a una temperatura de ebullición muy

baja y con una entalpía o calor latente de vaporización alto. Una vez que el refrigerante está en estado de vapor se comprime mecánicamente (aumentando su presión) de forma que vuelve al estado líquido y vuelve a utilizarse cíclicamente.

FIGURA 2.28. Componentes básicos de la instalación frigorífica por compresión mecánica.



Fuente: <http://onsager.unex.es/Apuntes/Termo/Tema7.pdf>.

2.4.2.1.3 REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN.

Otro método que se está implantando es el de refrigeración por absorción. Se trata, en realidad, de un proceso bien conocido. De hecho la primera máquina de refrigeración, patentada en 1834 por J. Perkins, consistía en una máquina de absorción que utilizaba éter. La idea básica de la refrigeración por absorción consiste en sustituir la compresión mecánica del vapor por una absorción de éste en una disolución.

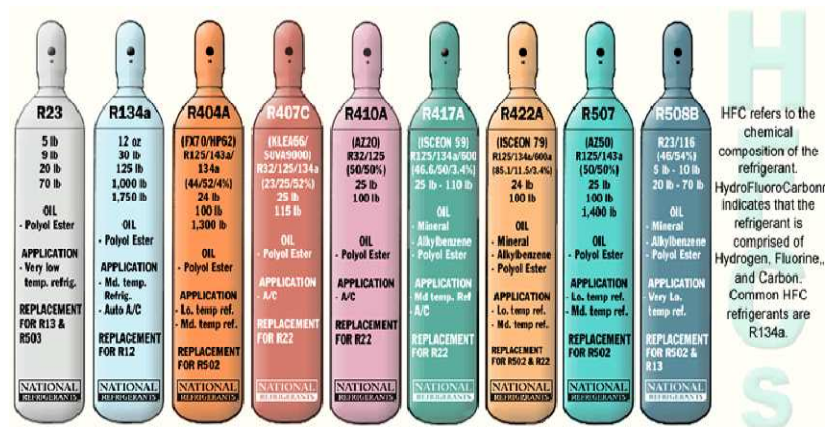
Una de las ventajas de éste método es que el coste energético es mucho menor. Para liberar el vapor de la disolución comprimida debe suministrarse calor. Esto

hace posible el que, por ejemplo, se utilice la energía solar como energía primaria (se consigue enfriar a partir del calor. En cambio, el rendimiento es inferior al conseguido mediante el método de compresión.

2.4.2.1.4 REFRIGERANTES Y TIPOS.

Existe una amplia gama de refrigerantes comerciales que pueden utilizarse en los sistemas de compresión de vapor. La elección de uno de ellos dependerá de sus características, de las temperaturas de trabajo previstas, de su posible influencia en el medio ambiente, etc. En cualquier caso, será necesario conocer sus propiedades termodinámicas y habrá que disponer de tablas o diagramas similares a los utilizados en el caso del agua.

FIGURA 2.29. Refrigerantes HFC HidroFluorocarbonados.



Fuente: <http://www.refrigerants.com/>

➤ Tipos de refrigerantes.

a. Halocarburos. Su nombre indica que son derivados de los hidrocarburos pero además contienen elementos llamados halógenos (como el cloro y el flúor). Los halocarburos tienen por lo general características muy convenientes: baja toxicidad, no son inflamables y tienen buena estabilidad química. Se dispone una gran variedad, con diferentes características de presión y temperatura, por lo que hay disponibilidad de halocarburos para cualquier aplicación. Los refrigerantes

R134a, R-12, R-22 y R-502 son ampliamente utilizados en los sistemas de compresores recíprocos, para las aplicaciones de refrigeración comercial. El R-12 está prohibido por el daño que causa al medio ambiente. El R134a es utilizado en muchas aplicaciones porque es “ecológico”.

b. Amoníaco. Es muy utilizado en instalaciones industriales y comerciales. Es tóxico y corrosivo, por lo que se debe evitar el contacto con cobre o aleaciones de cobre; tiene un alto calor de evaporación y no es miscible en cantidades considerables con el aceite lubricante. Es fácil de detectar fugas porque no es inodoro y su costo es bajo.

c. Hidrocarburos. Algunos hidrocarburos se utilizan como refrigerantes: el propano, metano y etano. Sin embargo, son muy inflamables y explosivos, lo que limita en extremo su utilización. Se utilizan en plantas petroquímicas y refinerías de petróleo debido a su disponibilidad.

d. Cloruro de metilo. Es un anestésico utilizado de un 5 a 10% en volumen en unidades de enfriamiento de tamaño moderado, es miscible con los aceites minerales y no permite que existan en el sistema pequeñas cantidades de humedad porque se congelarían las válvulas de expansión.

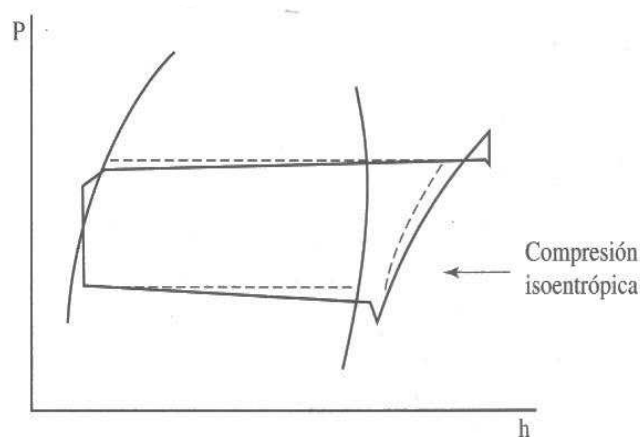
e. Agua. Sus características de disponibilidad, seguridad y costo hacen ideal su utilización. El agua no resulta apropiada como refrigerante en los sistemas de compresión de vapor. Su presencia haría extremadamente difícil de impedir la corrosión, además su volumen específico es muy grande y obligaría a utilizar equipo de tamaño excesivo cuando cambia a su fase gaseosa.

2.4.2.1.5 CICLO REAL DE REFRIGERACIÓN.

Evidentemente el ciclo real está afectado por las pérdidas de carga a lo largo del circuito de alta presión, de baja presión, en línea de líquido y en el compresor, con lo que realmente toma la siguiente forma.

Como las caídas de presión en los circuitos frigoríficos son muy pequeñas (de hecho en las líneas de baja presión son menos toleradas que en alta presión), en general se trabaja con el ciclo práctico. Para que veamos la importancia de lo comentado anteriormente, diremos que cuanto mayor sea el valor de la caída de presión (o sea, menor presión a la entrada del compresor), mayor será el volumen específico y por tanto, menor será el desplazamiento volumétrico del compresor.

FIGURA 2.30. Diagrama p-h correspondiente al Ciclo Real.



Fuente: FRANCO, Juan, (2006). Manual de Refrigeración.

2.4.2.2 AIRE ACONDICIONADO.

Es la creación y mantenimiento de una atmósfera artificial que tenga las condiciones de temperatura, humedad relativa, circulación del aire y pureza del mismo, que produzca los efectos deseados para generar confort. Decimos “Generar el confort”, porque estamos acostumbrados a hablar de aire acondicionado aplicado a lugares en los que habita el hombre, pero es de entenderse que el aire acondicionado con estas características se usa también en espacios en donde son manejados o almacenados diferentes tipos de materiales.

2.4.3 ENERGÍA TÉRMICA.

La energía térmica es la forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos. Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, el

caliente comunica energía al frío; el tipo de energía que se cede de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperaturas es precisamente la energía térmica.

Según el enfoque característico de la teoría cinético-molecular, la energía térmica de un cuerpo es la energía resultante de sumar todas las energías mecánicas asociadas a los movimientos de las diferentes partículas que lo componen. Se trata de una magnitud que no se puede medir en términos absolutos, pero es posible, sin embargo, determinar sus variaciones.

2.4.4 INGENIERÍA MECÁNICA.

La Ingeniería Mecánica es la profesión que aplica los conocimientos científicos y tecnológicos en las áreas de conversión de energía, manufactura y diseño; para desarrollar creativamente productos, maquinaria y sistemas teniendo siempre en mente aspectos ecológicos y económicos para el beneficio de la sociedad.

2.4.5 SISTEMAS AGROINDUSTRIALES.

La articulación del conjunto de las cadenas, conforman el sistema agroindustrial, y éstas pueden ser de carácter agroalimentario o no agroalimentario, dependiendo de la procedencia de las materias primas.

El concepto de agroindustria agrupa a todos los participantes en la industria agraria, que no sólo son los proveedores de tierra, capital y trabajo, sino también a las instituciones del mercado para la comunicación y movimiento de los artículos, así como a las instituciones y mecanismos de coordinación entre sus componentes.

2.4.6 CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

La conservación de los alimentos es un conjunto de procesos realizados en las diferentes partes de la cadena de producción, transporte, venta y consumo,

destinados a garantizar la vida e higiene de los alimentos. Los alimentos son productos perecederos por lo que requieren tratamientos para que sea posible su conservación.

2.4.6.1 TIPOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

FIGURA 2.31. Conservación de alimentos.



Fuente: <http://www.consumoteca.com/alimentacion/alimentos/conservacion-de-los-alimentos>.

a. Por frío: Al disminuir las temperaturas cesa la reproducción bacteriana y la vida de los microorganismos y se detiene la descomposición del alimento. Estos métodos pueden ser: refrigeración, congelación, ultracongelación y liofilización.

b. Por calor: Los métodos empleados para detener las bacterias con: escaldado, cocción, ebullición, pasteurización, uperización o U.H.T., y esterilización.

c. Por curado: Los métodos empleados son: ahumado, fermentación, salazón y deshidratación.

d. Por medios químicos: Mediante la incorporación de agentes antibacterianos, como desinfectantes y fungicidas

2.4.6.2 CLASES DE ALIMENTOS.

a. Clase 1: Productos tales como huevos, mantequilla y queso sin empacar y la mayor parte de las legumbres conservadas durante periodos comparativamente

largos. Estos productos requieren una humedad relativa muy alta, ya que durante el almacenamiento es necesario que ocurra un mínimo de evaporación de la humedad.

b. Clase 2: Alimentos tales como cortes de carne, frutas y productos similares. Estos requieren humedades relativas altas, pero no tan altas como los de clase 1.

c. Clase 3: Las carnes en canal y frutas, como melones, con piel o con envoltura resistente. Estos productos sólo necesitan humedades relativas moderadas porque tienen superficies cuya tasa de evaporación de humedad es moderada.

d. Clase 4: Productos enlatados, embotellados y otros productos, con un recubrimiento protector. Productos que sólo necesitan humedades relativas bajas o que no son afectados por la humedad. Los productos cuya superficie tiene una tasa muy baja de evaporación de humedad, o ninguna, entran en esta clase.

FIGURA 2.32. Rueda de alimentos.



Fuente: <http://www.gastronomiaycia.com/2009/01/17/grupos-de-alimentos/>

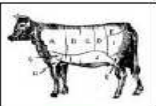




2.4.6.3 SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS ALIMENTOS A CONGELAR.

La calidad del alimento a congelar es de gran importancia, ya que esta no disminuirá tras la congelación, hay que seleccionar los alimentos basándose en su

estado de madurez o en que se adapten adecuadamente a la congelación en casos de frutas o verduras.

La carne, los pescados y los mariscos se seleccionan teniendo en cuenta su calidad y con una mínima manipulación. Muchos alimentos se empaquetan antes de ser congelados. El escaldado se realiza para inactivar enzimas, reducir los microorganismos, resaltar los caracteres organolépticos, eliminar aire para conservar de mejor manera.

FIGURA 2.33. Condiciones recomendadas para un almacenamiento en refrigeración.

PRODUCTO	Tª (°C)	HR (%)	Vida útil
 Carne de vaca	-2-1.1	88-92	1-6 semanas
 Carne de cerdo	-2-1.1	85-90	5-12 días
 Aves	-2-0	85-90	1 semana
 Pescado fresco	0.5-4.4	90-95	5-20 días
 Naranjas	-1.1-1.1	85-90	8-10 semanas

Fuente: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r38423.PDF>

2.4.6.4 CAMBIOS DURANTE LA CONGELACIÓN.

La congelación rápida retrasa las reacciones químicas y enzimáticas de los alimentos, deteniendo el crecimiento microbiano. El volumen del alimento congelado aumenta formándose cristales de hielo que aumentan de tamaño. Los cristales son mayores en la congelación lenta, acumulándose más hielo entre las células tisulares que en el caso de la congelación rápida.

2.4.6.5 FACTORES DE INFLUENCIA EN LA CONSERVACIÓN DE CARNES.

La refrigeración, como medio de conservación de las carnes a corto plazo, esta influenciada por varios factores tanto intrínsecos (como son las características de las carnes) como los extrínsecos (temperatura, humedad, tipo de embalaje principalmente).

2.4.6.6 CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE CARNES A CONSERVAR.

Existe una serie de parámetros que influye y determina variaciones en los tiempos de refrigeración y conservación de las carnes. Estos parámetros empiezan desde la edad, raza, alimentación, cantidad de grasa y estado fisiológico que haya tenido la res antes de conservación.

Al comienzo de un periodo de almacenamiento el PH se mantiene bajo, a causa de el desarrollo de los lacto bacilos y por tanto la carne se encuentra en buenas condiciones, pero con el paso del tiempo las bacterias anaerobias se superponen a las aerobias, subiendo el PH, con lo que se liberan olores anormales y comienza la descomposición.

Las bacterias son muy susceptibles a la acidez y no pueden vivir en un medio como este, por eso requieren ambientes ya sea neutros o ligeramente alcalinos.

Para mantener las carnes en buenas condiciones sin disminuir su calidad original, es necesario usar métodos que destruyan las bacterias ya sea aplicando calor, sustancias químicas o radiación.

La conductividad térmica es otra propiedad termodinámica a tener en cuenta ya que varia ampliamente con la temperatura en que se encuentra la carne, es así que al disminuir la temperatura la conductividad térmica aumenta, esto se debe a que el hielo formado en la carne tiene mayor conductividad que el agua. La velocidad de enfriamiento de la carne también está afectada por la conductividad.

Algunas veces es factible usar métodos para inhibir el crecimiento bacteriano y para esto se usan sustancias químicas, ingredientes del curado, deshidratación, fermentación, refrigeración y congelación.

La variación de la entalpía es otra propiedad que influye en la conservación del alimento en general, la cual consiste en el calor extraído para el enfriamiento de la carne y depende la temperatura inicial y de la temperatura final de refrigeración.

La temperatura es el factor ambiental que más afecta el crecimiento de los microorganismos. Por esta razón es uno de los factores a considerar en la conservación de los alimentos.

2.4.6.7 CONDICIONES PARA UNA BUENA CONSERVACIÓN.

Una buena conservación no es eterna, ni es gratis. Para aplicar una correcta técnica de conservación hay que saber:

- Duración de la conservación: debemos saber qué tiempo queremos mantener el alimento saludable.
- Coste que eso nos conlleva.
- ¿Nos interesa mantener las cualidades del alimento? esto depende de las exigencias del consumidor y de la imagen que la empresa quiera dar del producto.

2.4.7 PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

En general se refiere a toda experiencia que se guía por principios, objetivos y procedimientos apropiados o pautas aconsejables que se adecuan a una determinada perspectiva normativa o a un parámetro consensuado, así como también toda experiencia que ha arrojado resultados positivos, demostrando su eficacia y utilidad en un contexto concreto con la aplicación de ciertos conocimientos y bajo la dirección de un maestro o profesor.

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos fundamentales que los alumnos adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina mediante la experimentación.

2.4.8 TECNOLOGÍA INDUSTRIAL.

La Tecnología es una característica propia del ser humano consistente en la capacidad de éste para construir, a partir de materias primas, una gran variedad de objetos, máquinas y herramientas, así como el desarrollo y perfección en el modo de fabricarlos y emplearlos con vistas a modificar favorablemente el entorno o conseguir una vida más segura.

El ámbito de la Tecnología está comprendido entre la Ciencia y la Técnica propiamente dichas, Por tanto el término "tecnológico" equivale a "científico-técnico". El proceso tecnológico da respuesta a las necesidades humanas; para ello, recurre a los conocimientos científicos acumulados con el fin de aplicar los procedimientos técnicos necesarios que conduzcan a las soluciones óptimas. La Tecnología abarca, pues, tanto el proceso de creación como los resultados.

FIGURA 2.34. Aspecto de la Tecnología Industrial.



Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~msanch2/tecnoweb/introduc.htm>.

2.5 HIPÓTESIS.

El estudio de un Banco de Prueba de Refrigeración permitirá generar el interés en los docentes y estudiantes para desarrollar prácticas en el área de Refrigeración, de tal forma que se complementen los conocimientos teóricos.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.

Variable Independiente: Estudio de un Banco de Pruebas de Refrigeración.

Nexo: Y.

Variable Dependiente: Aplicación en Sistemas Agroindustriales en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

3.1 ENFOQUE.

El desarrollo de la presente investigación se basará en un enfoque experimental, debido a que se puede fundamentar con la ayuda de datos de documentos, citas bibliográficas, tesis y revistas técnicas, en las que se guiará la investigación, con las que se pretende mejorar lo práctico y relacionarlo con lo teórico y de esta manera complementar los conocimientos aprendidos con lo experimentado.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

De campo

Se utiliza esta modalidad ya que la investigación toma contacto directo con el objeto de investigación, en donde se evaluarán cada uno de los componentes.

Experimental

Se usará esta modalidad ya que en campo se desarrolla la verificación y comprobación de los equipos y se interpretará los resultados obtenidos mediante la observación.

Bibliográfica - documental

Por la razón de contar con un fundamento científico en el desarrollo del trabajo investigativo se usará esta modalidad. Estando relacionada por lo tanto toda la bibliografía que tenga relación con el objeto de investigación, en la que podrá

usarse libros, revistas técnicas, tesis e internet, para de esta manera fortalecer dicha investigación y sobrellevarla con el propósito de llegar a su culminación y obtener resultados positivos.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

En la presente investigación en el primer nivel que es de carácter exploratorio se logrará determinar la mejor aplicación de un Banco de Pruebas de Refrigeración y con ellos buscar alternativas de solución.

Además el alcance descriptivo tiene por objeto buscar la mejor solución que ayude a facilitar con el desarrollo de prácticas de laboratorio en el área referente al objeto de investigación y que permita la utilización de equipos acorde a un buen nivel de enseñanza para mejorar el proceso de aprendizaje en un Banco de Pruebas de Refrigeración en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

El estudio de un Banco de Pruebas de Refrigeración aplicado a Sistemas Agroindustriales permitirá facilitar el proceso de aprendizaje, obteniendo una mejor asimilación de lo teórico con lo práctico para de esta manera formar profesionales de gran nivel competitivo.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La realización de la operacionalización de variables se deduce que no se necesita la aplicación tanto de encuestas como de entrevista por lo que se llega a la conclusión que la población llega a ser cero con lo que la muestra tampoco existe, debido a que es un proyecto netamente técnico el que se está desarrollando.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE INDEPENDIENTE: Estudio de un Banco de Pruebas de Refrigeración.

LO ABSTRACTO	LO OPERATIVO			
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El Banco de Pruebas es un equipo que sirve para comprobar lo teórico en la práctica.	Banco de pruebas	¿Qué podemos realizar en un banco de pruebas?	Medir temperatura	Observación Bibliografía Fichas de registro
Refrigeración es proceso de bajar la temperatura a un cuerpo o espacio determinado, quitándole calorías de una forma controlada.	Temperatura Fluido	¿Se puede medir la temperatura en el Banco de Pruebas de Refrigeración? ¿Qué tipo de refrigerante se puede utilizar?	Si Freón R-12 R-34a	Investigación Bibliográfica Observación Bibliográfica Libros, Revistas, Catálogos.

VARIABLE DEPENDIENTE: Aplicación en Sistemas Agroindustriales en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

52

LO ABSTRACTO	LO OPERATIVO			
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Sistemas Agroindustriales es la integración de la agricultura a otras ramas industriales, y éstas pueden ser de carácter agroalimentario o no agroalimentario.	<p>Sistema</p> <p>Materia prima</p>	<p>¿Qué sistemas agroindustriales existe?</p> <p>¿Qué tipos de materia prima existe?</p>	<p>Agroalimentario</p> <p>No agroalimentario</p> <p>Percibles</p> <p>No percibles</p>	<p>Investigación</p> <p>Investigación</p> <p>Investigación</p> <p>Investigación</p>
La Ingeniería Mecánica es la profesión que aplica los conocimientos científicos y tecnológicos en las áreas de conversión de energía, manufactura y diseño.	Campos de aplicación	¿Qué campos de aplicación tiene la Ingeniería Mecánica?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño de maquinaria ✓ Instalaciones frigoríficas y de aire acondicionado ✓ Procesos automatizados y sistemas de control industrial. 	<p>Observación</p> <p>Investigación</p> <p>Guías de práctica</p> <p>Catálogos</p>

3.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

El presente trabajo investigativo se lo llevará a efecto con la realización de la verificación de funcionamiento y con una observación directa y estructurada con el fin de determinar funcionalidad del objeto de investigación para buscar la mejor aplicación del Banco de Pruebas de Refrigeración en el Laboratorio aplicado a un Sistema Agroindustrial.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

3.7.1 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

- ✓ Revisión crítica de la información bibliográfica recogida, es decir escoger la información necesaria y desechar la información impertinente, contradictoria e incompleta, etc.
- ✓ Representación de resultados obtenidos en la verificación de funcionamiento.
- ✓ Analizar e interpretar los resultados con los objetivos y la hipótesis.

3.7.2 PLAN DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

- ✓ Análisis de los resultados de acuerdo a los objetivos y la hipótesis.
- ✓ Interpretación de resultados con la ayuda del marco teórico.
- ✓ Comprobación de la hipótesis.
- ✓ Establecer conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

El diagnóstico del estado de un Banco de Pruebas de Refrigeración servirá para verificar su funcionalidad lo que permitirá facilitar los procesos de aprendizaje en el Área de Refrigeración con lo que ayudará a mejorar la apreciación de las aplicaciones prácticas que se pueden realizar con este tipo de sistema funcionando de manera correcta.

El análisis de resultados se lo realizó desde el punto de vista técnico, utilizando la técnica de la observación directa; este proceso permitió realizar la interpretación adecuada de los resultados obtenidos para determinar el estado actual del equipo y las ventajas que se pueden obtener con el desarrollo de la investigación. Además de que el estudio analítico - crítico permitió establecer las conclusiones y recomendaciones apropiadas, en base a los resultados obtenidos.

4.1.1 DATOS OBTENIDOS.

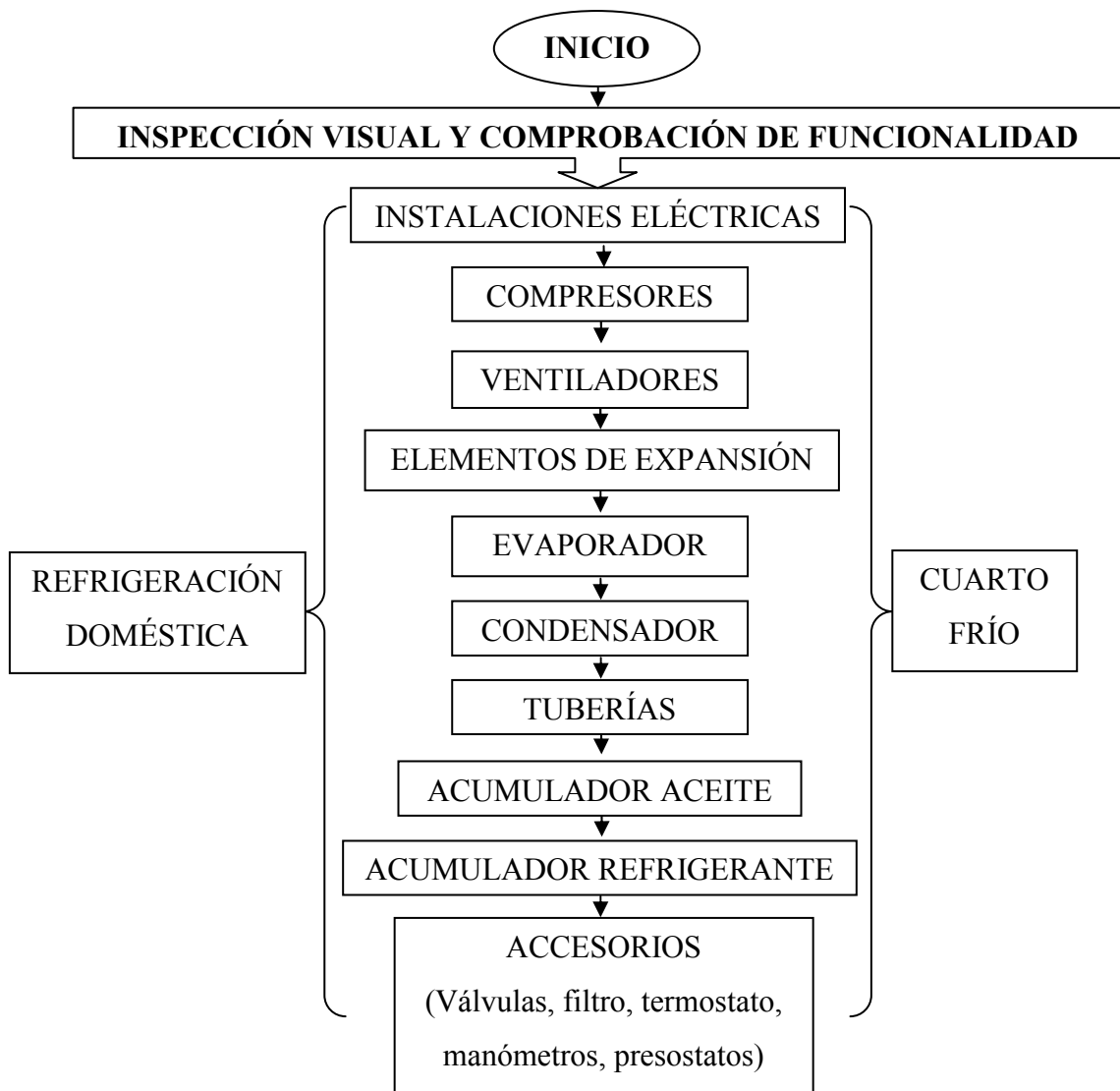
El Banco de Pruebas de Refrigeración existente en el Laboratorio de Neumática de la Carrera de Ingeniería Mecánica, ocupa un área aproximada de 1.12 m^2 , siendo esta una cantidad considerable de espacio, ya que el Laboratorio es relativamente pequeño. Es importante determinar el estado en el que se encuentra cada parte del equipo, a continuación se presenta los resultados que se han obtenido una vez realizada la inspección visual, para verificar el cumplimiento del objetivo principal de la presente investigación.

VERIFICACIÓN INICIAL DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN
Viernes, 15 de julio del 2011	09:00	15:00

DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA LA COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

Fuente. VELASCO Marco.



El estado de cada componente se los evaluará de acuerdo a la siguiente escala:

- **BUENO:** Utilizable no al 100% = B
- **REGULAR:** Presentan avería en un 10 a 30% = R
- **MALO:** Averiado totalmente = M

TABLA 4.1. Estado de instalaciones eléctricas

Fuente: Velasco Marco


<p>IMAGEN 4.1. Verificación de las instalaciones eléctricas</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Aplicando la inspección visual directa, las instalaciones se encuentran en completo deterioro por el pasar del tiempo, debido a que no se le ha dado el cuidado respectivo, y además las uniones están totalmente zafadas.</p>		
<p><u>ESTADO (Ref. Domést. y C. Frío)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>

TABLA 4.2. Estado de los compresores

Fuente: Velasco Marco


<p>IMAGEN 4.2. Verificación de los compresores</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Con la ayuda de un amperímetro se procedió a comprobar la funcionalidad de los compresores, y el consumo de corriente donde se encontró que un compresor recalentaba la bobina por lo que estaba inutilizable.</p>		
<p><u>ESTADO (CF)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>
<p><u>ESTADO (Refrig. Domést.)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R: X</p>	<p>M:</p>

TABLA 4.3. Estado de los ventiladores

Fuente: Velasco Marco


<p>IMAGEN 4.3. Verificación de ventiladores</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Con la ayuda de un amperímetro se procedió a comprobar la funcionalidad de los ventiladores, y el consumo de corriente donde se encontró que un ventilador estaba quemado y debido a eso estaba inutilizable.</p>		
<p><u>ESTADO (CF)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R: X</p>	<p>M:</p>
<p><u>ESTADO (Refrig. Domést.)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>

TABLA 4.4. Estado de elementos de expansión

Fuente: Velasco Marco


<p>IMAGEN 4.4. Verificación de elementos de expansión.</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Aplicando la inspección visual directa, se encontró que la válvula de expansión y el capilar están en buenas condiciones para ser utilizados, no presentando avería alguna.</p>		
<p><u>ESTADO (Válvula de expansión)</u></p>	<p>B: X</p>	<p>R:</p>	<p>M:</p>
<p><u>ESTADO (Capilar)</u></p>	<p>B: X</p>	<p>R:</p>	<p>M:</p>

TABLA 4.5. Estado de evaporadores

Fuente: Velasco Marco

<p>IMAGEN 4.5. Verificación de evaporadores</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Con observación directa se verificó que los evaporadores estaban en buen estado, para su reutilización.</p>		
<p><u>ESTADO (CF)</u></p>	<p>B: X</p>	<p>R:</p>	<p>M:</p>
<p><u>ESTADO (Refrig. Domést.)</u></p>	<p>B: X</p>	<p>R:</p>	<p>M:</p>

TABLA 4.6. Estado de condensadores

Fuente: Velasco Marco

<p>IMAGEN 4.6. Verificación de condensadores</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Con la visualización se encontró que un condensador estaba completamente destrozado y deteriorado, siendo este inservible.</p>		
<p><u>ESTADO (CF)</u></p>	<p>B: X</p>	<p>R:</p>	<p>M:</p>
<p><u>ESTADO (Ventiladores Refrig. Domést.)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>

TABLA 4.7. Estado de las tuberías

Fuente: Velasco Marco


<p>IMAGEN 4.7. Verificación de tuberías</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Con la visualización se encontró que las tuberías estaban presentando fugas por las soldaduras que además también estaban deterioradas y al igual que las uniones por el pasar del tiempo sin haberle realizado algún tipo de mantenimiento.</p>		
<p><u>ESTADO (CF)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>
<p><u>ESTADO (Ventiladores Refrig. Domést.)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>


TABLA 4.8. Estado del acumulador de aceite

Fuente: Velasco Marco

<p>IMAGEN 4.8. Verificación de acumulador de aceite y de refrigerante</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Visualmente se determinó que tanto el acumulador de aceite como el acumulador de refrigerante si prestan las condiciones como para ser reutilizados en el proyecto.</p>		
<p><u>ESTADO (CF)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R: X</p>	<p>M:</p>
<p><u>ESTADO (Ventiladores Refrig. Domést.)</u></p>	<p>B:</p>	<p>R: X</p>	<p>M:</p>

TABLA 4.9. Estado de demás accesorios

Fuente: Velasco Marco

<p>IMAGEN 4.9. Verificación de resto de accesorios</p>  <p>Fuente: VELASCO Marco</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Con la inspección visual se determinó que el resto de accesorios no prestaba condiciones para reutilizarlos.</p> <p>Filtro: Deteriorado.</p> <p>Manómetros: buen estado.</p> <p>Presostatos: regulares.</p> <p>Termostato: averiado en su totalidad.</p> <p>Válvulas de paso: Deterioro razonable.</p> <p>Tableros de monta: deteriorado.</p>		
<p>ESTADO (CF)</p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>
<p>ESTADO (Ventiladores Refrig. Domést.)</p>	<p>B:</p>	<p>R:</p>	<p>M: X</p>

Una vez terminado con la verificación de los componentes del Banco de Pruebas de Refrigeración para determinar la funcionalidad de los mismos, se enlista en una nueva tabla de manera individual los sistemas para poder analizar de mejor manera el resultado que se obtuvo de la realización de la inspección visual del Banco de Pruebas de Refrigeración.

TABLA 4.10.- Estado general de elementos constituyentes sección cuarto frío del Banco de Pruebas de Refrigeración


(Elaborado por: VELASCO Marco)

(Fuente: Guía de observación)

<p align="center">INSPECCIÓN VISUAL DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN</p>
<p align="center">SECCIÓN 1. REFRIGERACIÓN CUARTO FRÍO</p> <p>IMAGEN 4.10. Banco de Pruebas De Refrigeración sección cuarto frío en el estado encontrado</p>

TABLA 4.11.- Estado general de elementos constituyentes sección Refrigeración Doméstica del Banco de Pruebas de Refrigeración
(Elaborado por: VELASCO Marco)

(Fuente: Guía de observación)

SECCIÓN 2. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA				
IMAGEN 4.11. Banco de Pruebas De Refrigeración sección Refrigeración doméstica en el estado encontrado				
				
ELEMENTO	ESTADO			%
	BUENO	REGULAR	MALO	
Tuberías			X	100
Manómetros	X			90
Evaporador (NEVERA)		X		90
Condensador			X	100
Compresor		X		80
Ventilador (condensador)			X	100
Instalaciones eléctricas			X	100
Tornillos de sujeción		X		85
Botoneras, swich			X	100
Termostato			X	100

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS.

De la observación directa y con la información recopilada en las Tablas 4.10 y 4.11, se llega a la conclusión que el Banco de Pruebas de Refrigeración está inutilizable en un 94 % e incompleto y además de tener elementos dañados los mismos que son principales para el funcionamiento del equipo, y las partes que están en buenas condiciones, puedan funcionar, que permita facilitar el aprendizaje práctico y que pueda ser manipulado por los estudiantes con el propósito de llenar sus vacíos y generarles una idea de cómo son estos tipos de sistemas en la realidad.

TABLA 4.12.- Elementos averiados del Banco de Pruebas de Refrigeración
(Fuente: Guía de observación)
(Elaborado por: VELASCO Marco)

Elementos dañados que necesitan ser reemplazados del Banco de Pruebas de Refrigeración tanto de la sección: Cuarto Frío como de Refrigeración Doméstica		
ELEMENTO	SECCIÓN	
	Cuarto frío	Refrig. doméstica
Tuberías	X	X
Uniones (codos, T)	X	
Válvulas de paso	X	
Termostato	X	X
Filtro	X	X
Instalaciones (cableado)	X	X
Compresor	X	
Tableros de montaje	X	X
Condensador		X
Ventilador		X
Tornillos de sujeción	X	X
Botoneras, Swich	X	X

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

Una vez realizado la inspección visual y determinación del estado del Banco de Pruebas de Refrigeración, y posteriormente realizado la repotenciación y automatización con elementos de control se logró rehabilitar y facilitar la utilización del Banco de Pruebas para promover el interés de los estudiantes y docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica hacia un aprendizaje práctico e incentivar y crear una noción básica de cómo es un sistema de refrigeración industrial y doméstica.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- De acuerdo a la investigación realizada en el Banco de Pruebas de Refrigeración se concluyó que este equipo en el estado en el que se lo encontró no presta las condiciones para poder realizar las aplicaciones en sistemas agroindustriales requeridas y además no brinda condiciones para poder realizar prácticas de laboratorio.
- De la investigación realizada se concluyó que para el control de temperatura en el equipo, en la sección de cuarto frío es necesario utilizar un controlador de temperatura programable, ya que estos son los más adecuados para el control de temperaturas en los sistemas de refrigeración.
- Para poder poner en marcha y en un óptimo estado de funcionamiento el Banco de Pruebas de Refrigeración, se concluye que se tiene que reemplazar los elementos que estén inoperables para no tener ningún tipo de inconvenientes en el funcionamiento.
- Una vez realizado la repotenciación y automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración y corregidos todos sus defectos se puede concluir y decir que el Banco de Pruebas se encuentra en un óptimo estado de operatividad tanto en la sección de cuarto frío como en la sección de refrigeración doméstica.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Es necesario realizar la repotenciación y automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración para hacerlo más didáctico y eficiente el funcionamiento de cada sistema de refrigeración (cuarto frío y refrigeración doméstica) el mismo que nos permita realizar la simulación de fallas que podrían ocasionarse en el sistema con el propósito de poder controlar parámetros indispensables como son la temperatura y presión, ya que en las condiciones actuales del equipo este está inoperable e inservible y solo ocupa espacio en el Laboratorio de Neumática de la Carrera de Ingeniería de Mecánica.
- Se recomienda ser cuidadosos al momento de seleccionar los accesorios de control como son: válvulas, reguladores de presión, sensores de temperatura, con el fin de no tener inconvenientes al momento de su utilización y de acuerdo a la tecnología existente en nuestro medio, para obtener como resultado un equipo que brinde condiciones de aprendizaje de un buen nivel educativo.
- Es necesario también que todos los elementos y acoples que se ha agregado al equipo para su funcionamiento presten la facilidad para montar y desmontar y así asegurar una mejor funcionalidad cuando se tenga que revisar o cambiar alguno de estos dispositivos.
- Se recomienda realizar una aplicación experimental de conservación de alimentos en la sección de refrigeración doméstica para determinar la funcionalidad de esta sección y demostrar su aplicación en los sistemas agroindustriales.
- Se recomienda realizar el mantenimiento al Banco de Pruebas de Refrigeración y de todas sus partes de acuerdo al plan de mantenimiento expuesto en el Capítulo VI numeral 6.8 obteniendo la información necesaria para desarrollar un trabajo eficiente.

CAPÍTULO VI.

PROPUESTA.

6.1 DATOS INFORMATIVOS.

6.1.1 TÍTULO.

“Repotenciación y Automatización de un Banco de Pruebas de Refrigeración para facilitar procesos de aprendizaje en el Área de Refrigeración de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”.

6.1.2 INSTITUCIÓN EJECUTORA.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

6.1.3 BENEFICIARIOS.

Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

6.1.4 UBICACIÓN.

Ambato – Ecuador (Campus Huachi).

6.1.5 TIEMPO ESTIMADO PARA LA EJECUCIÓN.

Inicio: Enero 2011.

Fin: Julio 2011.

6.1.6 EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE.

Marco Alejandro Velasco Bautista, egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

6.1.7 COSTO.

El costo para la realización de Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración es de 1.518,69 dólares.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

La Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración resulta de:

- En la Carrera de Ingeniería Mecánica, generaciones anteriores y actuales no se ha podido desarrollar prácticas en laboratorio para reforzar sus conocimientos.
- Es indispensable que los estudiantes adquieran una noción básica de cómo funcionan los sistemas industriales de refrigeración.

En la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato no existe un equipo de este tipo, por lo que es de mucho interés para que los estudiantes de las futuras generaciones puedan reforzar los conocimientos adquiridos en el aula de clases, desarrollando destrezas prácticas y adquiriendo una idea básica del funcionamiento real de un sistema de refrigeración y detección de fallas existentes en el sistema.

Este proyecto tiene como objeto generar el interés en los docentes y estudiantes en realizar prácticas en el área de refrigeración y comprometer a las Autoridades en crear un laboratorio específico para esta área dentro de la Facultad, donde exista un ambiente de trabajo y compañerismo la misma que engrandecerá a la Institución.

6.3 JUSTIFICACIÓN.

El desarrollo del presente trabajo encierra aspectos importantes en los cuales buscan favorecer a las futuras generaciones de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Primeramente se busca generar el interés en los Docentes a realizar prácticas con sus alumnos en el área de refrigeración reforzando sus conocimientos y aclarando sus dudas.

El segundo es desarrollar una noción básica en los estudiantes del funcionamiento de sistemas de refrigeración y la detección de fallas en los mismos.

La tercera es contribuir con el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica, ampliándolo con equipos de similares características de funcionamiento de sistemas reales, donde se puedan desarrollar prácticas.

6.4 OBJETIVOS.

6.4.1 GENERAL.

Repotenciar y Automatizar el Banco de Pruebas de Refrigeración para su utilización en el proceso de aprendizaje de los Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

6.4.2 ESPECÍFICOS.

- Mejorar la funcionalidad del equipo haciéndolo más didáctico para su utilización en el aprendizaje de los estudiantes.
- Seleccionar los equipos adecuados para la optimización de recursos.
- Realizar pruebas de funcionamiento para obtener los resultados esperados.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

La Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración se lo realiza debido a que con generaciones anteriores de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica no lo han podido utilizar, y además se cuenta con la información necesaria para realizar dicho proceso.

Por otra parte se puede contar en nuestro medio con los instrumentos necesarios e indispensables que se aplicarán para la Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración como por ejemplo: las válvulas solenoides que serán utilizadas para la realización de la simulación de fallas en el ciclo de refrigeración, el refrigerante con el que funciona el sistema ISCEON M049 plus que el reemplazo del R12 que es un elemento indispensable dentro del sistema para su funcionamiento, tubería de cobre que transportará el refrigerante, filtro entre otros elementos que se utilizarán.

En lo que se refiere al aspecto tecnológico se puede decir que se ha utilizado elementos que están acordes a un sistema real de refrigeración industrial, lo que encaminará a los estudiantes a obtener una idea verdadera de estos sistemas.

Se puede afirmar que es factible siempre y cuando se tenga la certeza y firmeza de concluir con dicho proyecto de tal magnitud, a pesar de las circunstancias en las que se encuentre.

6.6 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA.

Como principales factores que entran para la selección de elementos para el Banco de Pruebas de Refrigeración y sus variables que vamos a considerar son:

- Ejercicio demostrativo de conservación de alimentos, para nuestro caso carne de pollo.
- Selección del refrigerante.
- Selección del compresor.
- Selección de la soldadura.
- Selección de tubería de cobre.
- Selección de contactores.
- Selección de cable de alimentación.
- Selección de elementos de protección.
- Selección de termostato (Controlador digital).
- Selección de válvulas solenoides.

6.6.1 EJERCICIO DEMOSTRATIVO DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

6.6.1.1 DIMENSIONES DE LA NEVERA EXISTENTE EN EL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

Para el cálculo de la capacidad de la nevera, para realizar el ejercicio demostrativo de conservación de alimentos, se procedió a calcular su volumen: La dimensión total de la cámara es de largo 40cm por 30 cm de ancho, con una altura de 18 cm. y espesor de pared de 1 mm.

IMAGEN 6.1. Cámara de refrigeración (nevera).



Fuente: Velasco, Marco.

6.6.1.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CÁMARA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

$$Vol = b * a * h \quad \text{Ecu. 1.}$$

Donde:

b = Base

a = Ancho

h = altura

$$Vol = (0.4m * 0.3m * 0.18m)$$

$$Vol = 0.0216m^3$$

Por lo tanto, realizando el cálculo se tiene un volumen total de 0.0216 m^3 , siendo estas las dimensiones exteriores de la cámara, es decir incluyendo el espesor de paredes.

6.6.1.3 EJERCICIO PLANTEADO. Congelación de pollo en una funda.

En la nevera del Banco de Pruebas de Refrigeración en la sección de refrigeración doméstica, se coloca una cantidad de 5 kg de carne de pollo a 6°C contenido en una funda que debe congelarse a -18°C . Determine la cantidad de calor que es necesario eliminar. El calor latente del pollo es de 247 kJ/kg y su calor específico es $3.32 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ antes de congelar y $1.77 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ una vez congelado. Los datos de la funda son despreciables. Además, la temperatura de congelación del pollo es de -2.8°C .

Para empezar a resolver el ejercicio planteado, aplicamos la primera ley de la termodinámica que es en esencia una expresión del principio de conservación de energía, también llamado balance de energía. Es posible expresar los balances generales de masa y energía de cualquier sistema sometido a cualquier proceso como:

$$\underbrace{E_{entra} - E_{sale}}_1 = \underbrace{\Delta E_{sistema}}_2 \quad \text{Ecu. 2.}$$

Donde:

- 1.- Tasa de transferencia neta de energía por calor, trabajo y masa.
- 2.- Cambios en las energías interna, cinética, potencial etc.

RESOLUCIÓN DEL EJERCICIO PLANTEADO.

Tomamos la carne de pollo y la funda como sistema. Se trata de un sistema cerrado ya que la masa es fija (es decir no hay transferencia de masa). Se observa

que la cantidad total de calor que se requiere eliminar (la carga de enfriamiento de en la nevera) es la suma del calor latente y de los calores sensibles de la carne de pollo antes y después de congelado.

Suposiciones para el ejercicio planteado.

1. El cambio de energía del aire existente en la funda se lo considera como despreciable.
2. Las propiedades térmicas de la carne de pollo fresco y congelado son constantes.
3. El contenido total de agua de la carne de pollo se congela durante el proceso.
4. El sistema es estable y, por lo tanto los cambios de energía cinética y potencial son cero, $\Delta EC = \Delta EP = 0$ y $\Delta E = \Delta U$.
5. No existe trabajo eléctrico, de flecha, de frontera ó de cualquier otro tipo.

Análisis para la resolución del ejercicio planteado.

Dadas las suposiciones y observaciones establecidas, el balance de energía del sistema se reduce a:

$$\begin{aligned}
 E_{entra} - E_{sale} &= \Delta E_{sistema} \\
 -Q_{sale} &= \Delta U_{pollo}
 \end{aligned}
 \tag{Ecu. 3.}$$

La cantidad total de calor que se necesita eliminar es la suma de los calores latentes y los calores sensibles del pollo antes y después de congelado.

El enfriamiento del pollo fresco es de 6 a -2.8 °C.

$$\begin{aligned}
 \Delta U_{pollo\ fresco} &= mC\Delta T && \tag{Ecu. 4.} \\
 \Delta U_{pollo\ fresco} &= (5kg)(3.32 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C})(-2.8 - 6)^\circ C \\
 \Delta U_{pollo\ fresco} &= -146.08\ kJ
 \end{aligned}$$

El pollo se congela a -2.8°C :

$$\begin{aligned}\Delta U_{\text{congelado}} &= m u_{\text{latente}} && \text{Ecu. 5.} \\ \Delta U_{\text{congelado}} &= (5\text{kg})\left(-247 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right) \\ \Delta U_{\text{congelado}} &= -1235 \text{ kJ}\end{aligned}$$

Enfriamiento del pollo congelado de -2.8 a -18°C :

$$\begin{aligned}\Delta U_{\text{pollo congelado}} &= m C \Delta T && \text{Ecu. 6.} \\ \Delta U_{\text{pollo congelado}} &= (5\text{kg})\left(1.77 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}\right)[-18 - (-2.8)]^{\circ}\text{C} \\ \Delta U_{\text{pollo congelado}} &= -134.52\text{kJ}\end{aligned}$$

Por lo tanto; la cantidad total de calor que se necesita eliminar es:

$$\begin{aligned}Q_{\text{sale}} &= -\Delta U_{\text{pollo}} \\ Q_{\text{sale}} &= -\Delta U_{\text{pollo fresco}} + \Delta U_{\text{congelado}} + \Delta U_{\text{pollo congelado}} \\ Q_{\text{sale}} &= 146.08 \text{ kJ} + 1235 \text{ kJ} + 134.52\text{kJ} \\ Q_{\text{sale}} &= 1515.6 \text{ kJ}\end{aligned}$$

Valores de propiedades de aves ver **Anexo 1** y eficiencias de algunos sistemas de refrigeración ver **Anexo 2**.

6.6.2 SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE.

Los refrigerantes o fluidos frigoríferos, son sustancias que circulan cíclicamente por las instalaciones frigoríficas, actuando como agente refrigerante del cuerpo ó sustancia a enfriar.

En la actualidad, la industria Ecuatoriana exige que los procesos de embalaje y almacenamiento de alimentos que se realice en cámaras frías se utilicen

refrigerantes que causen un mínimo impacto en el ambiente. Siendo este el aspecto de mayor importancia para su selección. Por otro lado no podemos olvidar las características termo físicas de los refrigerantes que deben ser analizados cuidadosamente para obtener los mínimos consumos de potencia y que los requerimientos de refrigeración sean alcanzados.

6.6.2.1 PROPIEDADES DE SEGURIDAD DE IMPACTO AMBIENTAL.

- Los refrigerantes, deben ser químicamente inertes en su estado puro como cuando están mezclados con humedad del aire en cierta proporción.
- El refrigerante no debe contaminar de ninguna manera los productos alimenticios.
- Baja afectación en el efecto invernadero.
- La inflamabilidad para cualquier concentración de refrigerante con aire debe ser nula.
- El refrigerante no debe alterar las condiciones naturales del medio ambiente, su grado de impacto en la destrucción de la capa de ozono debe ser nula.
- La toxicidad en los refrigerantes tiene que ser nula, es decir de grado 6 ya que en concentraciones muy grandes son nocivos para la persona que esta expuesta.
- La inflamabilidad para cualquier concentración de refrigerante con aire debe ser nula.

Las propiedades termofísicas que influyen en la capacidad y eficiencia del sistema de refrigeración son:

a. El calor latente de vaporización: debe ser alto para que sea mínimo el peso del refrigerante que circule por el sistema.

b. El volumen específico: debe ser bajo para que conjuntamente con el calor latente alto, en condiciones de vapor tenga un incremento en la capacidad y eficiencia del compresor.

c. La diferencia entre la presión de condensación y evaporización: debe ser baja para obtener un consumo menor de potencia y alta eficiencia volumétrica.

d. La temperatura baja en la descarga: Reduce la posibilidad de sobrecalentamiento del compresor y contribuye para el incremento de la vida útil del compresor.

e. Presión condensante razonablemente baja: esto permite usar materiales de peso ligero en la construcción del equipo de condensación así reduce el tamaño y costo del equipo.

f. Consideraciones importantes como: Disponibilidad del refrigerante en el mercado Nacional Costo del refrigerante.

Para nuestro caso, debido a que el sistema del Banco de Pruebas de Refrigeración funciona con refrigerante R-12, el refrigerante a utilizar es el **ISCEON M049 plus (ASHRAE R-437)** que es el refrigerante reemplazo del R-12 para un sistema primario, el mismo que se está imponiendo en las instalaciones modernas de refrigeración doméstica debido a que no influye nocivamente a la capa de ozono, es decir, es un refrigerante "ecológico". Su potencial agotamiento de ozono (ODP) es nulo. El **ISCEON M049 plus** proporciona una capacidad de refrigeración de hasta un 11% mayor y un menor consumo energético que el R-12.

Características del refrigerante ISCEON M049 ver **Anexo 3**.

6.6.3 SELECCIÓN DEL COMPRESOR.

Debido a que el compresor que se encontraba anteriormente en el Banco de Pruebas de Refrigeración estaba dañado, para no alterar el funcionamiento se realizó la adquisición y reemplazo de un compresor de iguales características tomando en cuenta lo siguiente:

- Potencia = 1/2 hp.
- Voltaje y frecuencia = 110 V, 60 Hz.
- Fluido refrigerante = ISCEON M049 plus reemplazo del R – 12.

Certificación de compresores TECUMSHE ver **Anexo 4**.

6.6.4 SELECCIÓN DE LA SOLDADURA.

Para la realización del proceso de soldadura, entre los tipos de soldadura existentes se escogió una suelda de gas propano debido a la comodidad, eficiencia, economía y fácil reposición, la misma que sirve para soldar este tipo de tubería, con la aplicación de suelda de plata sólido con fundente al 10%.

Características de suelda Propano y material de aporte ver **Anexo 5**.

6.6.5 SELECCIÓN DE TUBERÍA DE COBRE.

Es obvio que entre los diferentes elementos que configuran una instalación frigorífica no pueden faltar canalizaciones para llevar el refrigerante de un estado a otro, es por ello que es indispensable la determinación de dichos ductos o tuberías de circulación del fluido frigorífico.

Un método muy aproximado para el cálculo de los diámetros de tubería que simplificarán los mismos, es por medio de los diámetros existentes tanto en el evaporador como en el condensador, y debido a que la tubería anterior estaba deteriorada por el pasar del tiempo y por encontrarse sin funcionamiento, con lo que se selecciona una tubería del mismo diámetro que la anterior siendo esta de 3/8" para las líneas de flujo de refrigerante y de 1/2" para la colocación de la línea a la salida del compresor.

Características de tubería de cobre ver **Anexo 6**.

6.6.6 SELECCIÓN DE CONTACTORES.

Para la selección del contactor se procede a calcular la intensidad (A) de cada uno de los equipos que van a ir conectados a cada contactor, realizando los cálculos tenemos lo siguiente:

Utilizando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{Ecu. 7.}$$

Donde:

I = Intensidad de corriente (A).

P = Potencia (W).

V = Tensión (V).

Contactador 1.

Compresor: P = 1/2 hp; I = 3.24 A. se considera a plena carga de 3 a 8 veces el valor nominal; multiplicamos por 5-----I = 16.20 A.

Controlador digital: ----- I = 8 A.

Tenemos una intensidad de corriente total de Itotal = 24.20 A.

Contactador 2.

Solenoides: P = 10 W como son 4; P = 40 W----- I = 0.34 A.

Ventiladores: P = 18 W, como son 2; P = 36 W----- I = 0.31 A.

Tenemos una intensidad de corriente total de Itotal = 0.65 A.

Las corrientes máximas de arranque y de funcionamiento obtenidos para los contactores son de 24.20 A y 8.65 A respectivamente, dentro de las marcas de contactores utilizadas en refrigeración, se seleccionó el contactor GMC-12 de la marca LS. Éste contactor posee una bobina de 115V AC, una intensidad de 25 A y posee contactos abiertos necesarios para la aplicación, y debido a que se puede usar para compresores desde 1/2 hp.

Características del contactor GMC-12 ver **Anexo 7.**

6.6.7 SELECCIÓN DE CABLE DE ALIMENTACIÓN.

La selección del conductor para la alimentación general del equipo así como para cada uno de los elementos se la efectúa en base al criterio de selección por

corrientes a plena carga. Para el circuito de alimentación de un elemento inductivo se debe aumentar un 25% a la carga, igualmente para lámparas fluorescentes.

Para el circuito de arranque del compresor tenemos una $I = 9.72 \text{ A}$, 115 V, 60Hz, lo que seleccionamos un cable sucre # 3*16.

Para el circuito de control de solenoides, ventiladores entre otros equipos tenemos una $I = 3 \text{ A}$, 115 V, 60Hz, lo que seleccionamos un cable sucre # 2*14.

Capacidades de corriente de conductores ver **Anexo 8**.

6.6.8 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan seguros, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ella conectada, como de las personas que han de trabajar con ella.

En el caso del Banco de Pruebas de Refrigeración se optó por la utilización de un Kit capacitor de arranque para un compresor de 1/2 hp, que en funcionamiento circula de 7 a 9 amperios (A) en donde dicho kit está compuesto de:

- Relay Amperimétrico para compresor de 1/2 hp, 115 V.
- Protector térmico para compresor de 1/2 hp, 115 V.
- Capacitor de arranque 115V.

Características de los elementos de protección ver **Anexo 9**.

6.6.9 SELECCIÓN DE TERMOSTATO (CONTROLADOR DIGITAL).

El controlador a seleccionar deberá tener salidas específicas para el mando de sistemas de refrigeración; las mismas que deben ser programables que deben cumplir con el requerimiento y operación, que tengan sensores de humedad y temperatura que operen en los rangos de: 10 a 40 °C en temperatura y 40 a 90% en humedad relativa.

De la gama de controladores de la marca Full Gauge el controlador cuyas características satisfacen los requerimientos en cuanto a entradas, salidas y aplicación, es el MT-512Ri plus, debido a que tiene 1 sola salida para control de temperatura, además poseer sensores de humedad y temperatura ensamblados en un único bulbo, disminuyendo el espacio de cableado de la instalación, tienen una precisión de 0.02°C y de 0.5% HR con rangos de temperatura de 0°C a 50°C y en humedad de 10 a 90%HR.

También pertenece a la línea plus que ofrecen una conectividad con el computador mediante un software desarrollado por Full Gauge llamado Sitrad a través del cual monitorea, controla las variables y permite ver los históricos de dichas variables por medio de gráficos.

Las características del controlador seleccionado se encuentran en el **Anexo 10**.

6.6.10 SELECCIÓN DE VÁLVULAS SOLENOIDES.

La selección de una válvula de solenoide para una aplicación de control en particular, requiere la siguiente información:

Para nuestro caso, el propósito de adquirir estas solenoides es de poder simular fallas (cortar o permitir el flujo eléctricamente de refrigerante mediante swichs), en el sistema mediante un tablero de control. Para la selección se ha considerado lo siguiente:

- Fluido a controlar (refrigerante) = Refrigerante ISCEON M049 plus, reemplazo del R12.
- Capacidad del equipo = De acuerdo a que es un motor de 1/2, según ASHRAE es de 4000 Btu/h.
- Temperatura del evaporador = Rangos entre -5 a 9 °C.
- Conexión (tamaño y estilo). = Tubería de cobre de 3/8, uniones abocinadas y roscadas.
- Características eléctricas (voltaje y hertz) = 115 V ac, 60 Hz.
- Opciones = controladas mediante swichs.

De la gama de las válvulas solenoides existente en la marca DANFOSS, se seleccionó las válvulas solenoides BF115BS, debido que es la que mejor se ajusta de acuerdo a los requerimiento de funcionamiento.

Las características de las válvulas solenoides seleccionados se encuentran en el **Anexo 11.**

6.7 MODELO OPERATIVO.

El desarrollo de la presente propuesta; la misma que se encuentra sustentado en la investigación realizada en los capítulos anteriores, principalmente en el marco teórico en el capítulo II, de donde se obtienen las bases y principios referenciales que nos permiten la realización de la misma.

Para la realización de la propuesta se ha subdividido el trabajo, tomando en cuenta los diferentes accesorios y elementos del que se compone el sistema de refrigeración.

Para seguir de una forma secuencial y no tener complicaciones en el desarrollo de la propuesta se la ha planeado de la siguiente manera:

1. Tableros de montaje.
2. Reubicación de elementos y accesorios.
3. Preparación de la tubería de cobre de acuerdo a lo requerido.
4. Diseño del sistema de control eléctrico.
5. Ensamblaje de los elementos y accesorios del Banco de Pruebas de Refrigeración.

6.7.1 TABLEROS DE MONTAJE.

TABLA 6.1. Materiales para tablero de montaje.

Fuente: VELASCO, Marco.

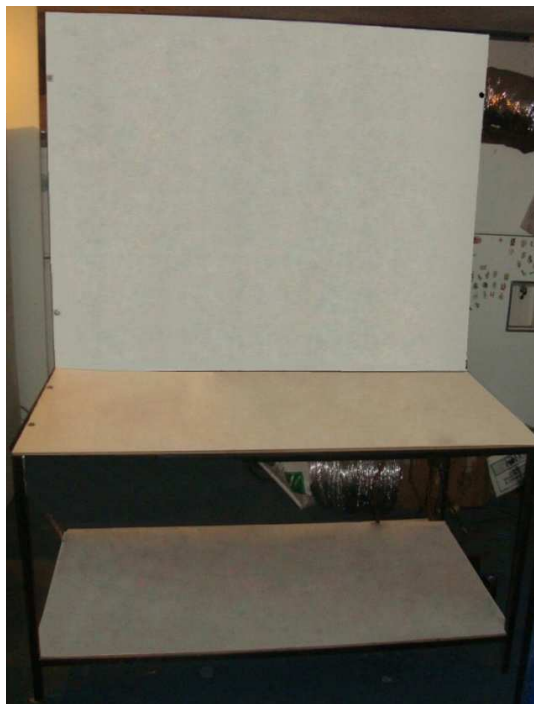
MATERIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
Plancha de MDF (Fibrakor) cara blanca	(7 * 8) m, e = 9 mm	1
Tornillos	3/8	12

De acuerdo a la realización de vista previa para la colocación de los accesorios. Se adquirió la plancha de MDF de cara blanca para la colocación de los accesorios constituyentes del Banco de Pruebas, con el fin de mejorar el aspecto visual del mismo, previo a una cotización en los diferentes proveedores locales de este tipo de materiales, se acogió a la empresa que tenía el precio más conveniente siendo esta CODISA.

Para el cambio de los tableros del Banco de Pruebas, se inició con el corte de la plancha de MDF en 3 tramos (tableros) de medidas distintas, siendo estos los siguientes:

- **Tablero frontal:** Para este tablero se procedió a cortar de las siguientes medidas: (1.5 * 1.2) m.
- **Tablero Superior:** Para este tablero se procedió a cortar de las siguientes medidas: (1.5 * 0.715) m.
- **Tablero Inferior:** Para este tablero se procedió a cortar de las siguientes medidas: (1.5 * 0.75) m.

IMAGEN 6.2. Montaje de los tableros de MDF en la estructura.



Fuente: VELASCO, Marco.

Una vez cortados los tableros en las dimensiones requeridas se procedió a la colocación de los mismos en sus respectivas ubicaciones en la estructura del Banco de Pruebas de Refrigeración, se fijaron con los pernos de 3/8 pulgada para después proceder a la colocación de los demás accesorios y elementos que lo constituyen.

6.7.2 UBICACIÓN DE ELEMENTOS Y ACCESORIOS.

TABLA 6.2. Elementos y accesorios del Banco de Pruebas de Refrigeración.

Fuente: VELASCO, Marco.

ELEMENTOS	CAPACIDAD/POTENCIA	CANTIDAD
Evaporador	1/2 hp	1
Condensador	1/2 hp	1
Compresor	1/2 hp, 110V	1
Válvula de Expansión	1/2	1
Tubo Capilar	-	1
Ventiladores	18 W, 110 V	2
Acumulador de Aceite	20 oz	1
Acumulador de Refrigerante	2 lbs.	1
Filtro	667 Psi – 1.73 oz	1
Contactores	GMC-12, 110 V	2
Swichs	110 V	6
Luces piloto	110 V	10
Botonera ON - OFF	110 V	1
Manómetros de alta	500 Psi	1
Manómetros de baja	250 Psi	2
Presostato de alta	150 a 450 Psi	1
Presostato de baja	-12 a 50 Psi	1
Termostato digital	MT-512Ri plus, 110 V	1
Válvula bypass	-	1
Válvulas solenoides	40 a -80°C, 10W, 110 V	4
Visor de alta	-	1
Visor de baja 1	-	1
UNIDAD CONDENSADORA		
Compresor	1/5 hp, 110 V	1
Condensador	-	1
Evaporador	-	1
Ventilador	18 W, 110 V	1
Manómetro de alta	500 Psi	1
Manómetro de baja	250 Psi	1
Swich ON – OFF	110 V	1
Controlador de temperatura	0 a 7 (-2 a -15 °C)	1

El Banco de Pruebas, como se expuso anteriormente, consta de los siguientes elementos que son fundamentales para su funcionamiento:

6.7.2.1 ELEMENTOS BÁSICOS QUE CONSTITUYE EL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

1. Evaporador.
2. Condensador.
3. Compresor.
4. Válvula de expansión (dosificador de refrigerante).
5. Tubo capilar (dosificador de refrigerante).
6. Ventiladores.
7. Unidad Condensadora (compresor, condensador, evaporador)

6.7.2.2 ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS DEL SISTEMA DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

8. Acumulador de aceite.
9. Acumulador de refrigerante.
10. Filtro.
11. Bulbo sensor de válvula de expansión.

6.7.2.3 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL TABLERO DE CONTROL.

12. Contactores.
13. Swichs para válvulas solenoides y ventiladores.
14. Luces piloto indicadoras de fallas.
15. Botonera ON-OFF.
16. Manómetro de alta presión 1.
17. Manómetro de baja presión 1.
18. Manómetro de baja presión 2.
19. Presostato de alta y baja presión.
20. Termostato digital Mt-512Ri Plus.

6.7.2.4 ACCESORIOS PARA MANIOBRA DE FUNCIONAMIENTO.

21. Válvula bypass (Válvula tipo globo).
22. Válvula solenoide BF115BS 1.
23. Válvula solenoide BF115BS 2.
24. Válvula solenoide BF115BS 3.
25. Válvula solenoide BF115BS 4.
26. Visor de lado de alta 1.
27. Visor de lado de baja (1).

Se los ha ubicado de la siguiente manera:

- La Unidad Condensadora se la situó en el tablero inferior con el propósito de aislarlo lo más posible del ambiente.
- Los elementos de dosificación de refrigerante siendo estos el tubo capilar y la válvula de expansión se los ha colocado en una posición lo más cercana al evaporador con el propósito de que este tenga la mayor caída de temperatura para obtener un óptimo funcionamiento del equipo.
- Las válvulas solenoides y la válvula de bypass, se las colocó de acuerdo a lo requerido para la simulación de fallas de un sistema de refrigeración industrial, siendo estas situadas de la siguiente manera:
 - La solenoide 1 se la ubicó en la línea de alta presión después del filtro y del visor de alta 1 con el propósito de simular una falla por baja en el sistema.
 - La solenoide 2 de igual manera se la colocó en la línea de alta presión después de la entrada a la línea que conduce hacia el tubo capilar con el propósito de cuando esta se la accione cierre el paso del refrigerante hacia la válvula de expansión y pueda circular el refrigerante por el tubo capilar.
 - La solenoide 3 se la situó a lado de la válvula de expansión con el propósito de simular una falla de la misma. dependerá de la señal que envíe el controlador digital una vez que haya regulado las presiones.

- La solenoide 4 se la situó después de la válvula de expansión con el propósito de simular que existe una obstrucción a la entrada del evaporador y tener una falla por baja presión.
 - La válvula de bypass se la situó antes de la entrada del tubo capilar con el fin de que mediante esta se pueda cerrar el paso del refrigerante por el mismo y circule por la válvula de expansión.
- La ubicación de los visores se los situó de la siguiente manera:
- El visor de alta (1) se lo colocó después del filtro para poder visualizar la circulación del refrigerante dentro del sistema.
 - El visor de baja (2) se lo colocó después de la válvula solenoide 4 con el propósito de que cuando se simule la falla de obstrucción a la entrada del evaporador se visualice la falta de refrigerante.
- Los manómetros, tanto de alta como de baja presión se han situado en distintos lugares con el fin de poder visualizar las presiones existentes en el ciclo de refrigeración.
- El acumulador de aceite y separador de aceite se los ha colocado a la salida del condensador y salida del evaporador respectivamente con el propósito de que realicen la acción para los cuales fueron diseñados.
- El compresor se lo ha colocado en el tablero inferior para ampliar el espacio en el tablero superior.
- Al evaporador se lo ubicó en el tablero frontal al lado izquierdo. El condensador de igual manera se lo situó debajo del evaporador a una distancia de 35 cm, cada uno con sus respectivos ventiladores ubicados en la parte posterior del tablero frontal.
- Para el tablero de control, se lo ha colocado al costado derecho del tablero superior del Banco de Pruebas de Refrigeración.

La ubicación de los elementos constituyentes del Banco de pruebas ver **Anexo 12**.

6.7.3 PREPARACIÓN DE LA TUBERÍA DE COBRE DE ACUERDO A LO REQUERIDO.

TABLA 6.3. TUBERÍA Y ACCESORIOS DE COBRE.

Fuente: VELASCO, Marco.

MATERIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
Tubería de cobre	3/8 pulg.	1 (rollo)*15 m
Tubería de cobre	1/2 pulg.	1(rollo) * 15 m
Codos de cobre	90 °, 3/8 pulg.	10
Uniones de cobre	3/8 pulg	6
Uniones de cobre	1/2 pulg	6
Unión en T de cobre	3/8 pulg.	1

6.7.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS.

Se hizo la adquisición de la tubería de cobre de acuerdo a los diámetros seleccionados y necesarios.

IMAGEN 6.3. Rollo de tubería de cobre ASTM de 3/8 y de 1/2 pulgada.



Fuente: VELASCO, Marco.

Se procedió a medir las distancias necesarias que existen entre cada elemento teniendo en cuenta todas las curvaturas que existen para luego proceder a cortarla, con el propósito de optimizar los recursos existentes y al momento de realizar el ensamblaje completo del sistema obtener un buen aspecto visual del Banco del Pruebas.

IMAGEN 6.4. Medición de longitudes requeridas de tubería de cobre.



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.3.2 CORTE.

Una vez medido las longitudes requeridas de tubería, se procedió al corte de la misma utilizando el cortador con el que nos facilitó el trabajo y obtuvimos un corte muy bueno.

IMAGEN 6.5. Corte de la tubería de cobre.



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.3.3 ELIMINACIÓN DE REBABAS.

Una vez finalizado el corte de la tubería con la herramienta correcta, se procede a eliminar las rebabas existentes en la misma, con el propósito de que no se produzcan turbulencias y estas representen un obstáculo para el paso del refrigerante a través del conducto y que al momento de soldar no se generaren agrietamientos y provoque fugas de refrigerante en el sistema debido a las presiones que existen.

IMAGEN 6.6. Eliminación de rebabas en la tubería de cobre.



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.3.4 Doblado.

IMAGEN 6.7. Doblado de la tubería de cobre.



Fuente: VELASCO, Marco.

Después del corte de la tubería de acuerdo a las medidas requeridas, se procede a doblar la misma con una herramienta llamada dobladora de tubería de cobre de acuerdo a lo necesario, teniendo cuidado que sea doblada en el lugar correcto debido a que una vez doblada este tipo de tubería ya no se la puede regresar a la posición inicial debido a que al regresarla se produciría un endurecimiento ocasionado por esta acción (acritud) que produciría grietas y que podría ocasionar fugas del refrigerante en el ciclo, y teniendo en cuenta que no se formen pliegues para no tener pérdidas por fricción en el ducto del ciclo del Banco de Pruebas de Refrigeración y con el propósito de tener una buena eficiencia en el funcionamiento.

6.7.3.5 UNIONES ABOCINADAS.

Una vez cortado y eliminado las rebabas existentes en la tubería, se procede a abocinar las tuberías (es decir realizar un ensanchamiento en forma de bocina del extremo de la tubería con un ángulo situado en el extremo del empalme), necesarias con una herramienta llamada expansor, para la colocación de los accesorios que necesiten acoplarse mediante roscado.

IMAGEN 6.8. Proceso para realizar una unión abocardada con expansor y tuercas de aseguramiento.



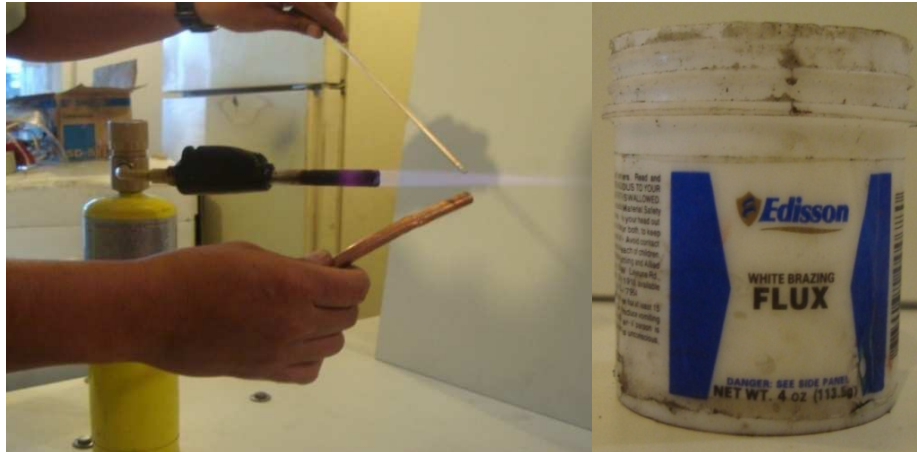
Fuente: VELASCO, Marco.

La unión se asegura mediante una tuerca especial que se coloca detrás del ensanchamiento de la tubería.

6.7.3.6 SUELDA.

Se ha utilizado una suelda de gas propano de acuerdo a lo seleccionado, por brindar comodidad, eficiencia, economía y fácil reposición, la misma que sirve para soldar este tipo de tubería, la que se realizó con la aplicación de suelda de plata sólido con fundente al 10%.

IMAGEN 6.9. Suelda de propano y fundente.



Fuente: VELASCO, Marco.

Para la línea de alta presión.

1. Para el tramo que comprende entre la salida del condensador y entrada al separador de aceite, se toma los pedazos de tubería, una vez de acuerdo a la ubicación de la tubería, se procede a soldar un manómetro para controlar la presión a la salida del condensador y un codo para redireccionar la línea.
2. Siguiendo la línea de alta presión, en el tramo comprendido entre la salida del separador de aceite y el filtro, se toma dos pedazos de tubería, uno sencillo y otro con un extremo abocardado, una vez de acuerdo a la ubicación de la tubería se procede a soldar el codo.

IMAGEN 6.10. Codo de 90° soldado.



Fuente: VELASCO, Marco.

- De igual manera siguiendo la línea de alta presión, en el tramo comprendido entre la salida de la válvula solenoide 1 y entrada de la válvula solenoide 2, se toma dos pedazos de tubería abocardados de acuerdo a las medidas para este tramo y un pedazo de tubería sencillo, una vez de acuerdo a la ubicación de la tubería, se procede a soldar la unión en forma de T la misma que guiará el fluido del refrigerante ya sea hacia el tubo capilar o hacia la válvula de expansión y el codo.

IMAGEN 6.11. Unión en T y Codo de 90° soldados.



Fuente: VELASCO, Marco.

- Para el tramo comprendido entre la salida de la solenoide 2 y entrada a la solenoide 3, se toma dos pedazos de tubería abocardados de acuerdo a las medidas para este tramo, una vez de acuerdo con la ubicación de la tubería, se procede a soldar el codo.

Para la línea de baja presión.

- Para el tramo comprendido entre la salida de la válvula de expansión y entrada a la solenoide 4, se toma dos pedazos de tubería abocardado y un pedazo de tubería sencilla, una vez de acuerdo la ubicación de la tubería se procede a soldar los dos codos.
- Siguiendo la línea de baja presión se toma el pedazo abocardado más grande, para el tramo comprendido entre la salida del visor 2 y entrada del evaporador y se procede a soldar un manómetro con el propósito de poder visualizar la presión a la entrada del mismo.

IMAGEN 6.12. Manómetro de alta soldado en la tubería de cobre.



Fuente: VELASCO, Marco.

7. Se procede a tomar la tubería de cobre cortada de acuerdo a las medidas requeridas, una vez de acuerdo con la ubicación de la tubería se procede a soldar los 3 codos y el manómetro en el tramo comprendido entre la salida del evaporador y entrada del acumulador de refrigerante.
8. De igual manera que lo anterior, se cogió los pedazos de tubería cortada para el tramo que comprende entre la salida del acumulador de aceite y entrada al compresor, una vez de acuerdo a la ubicación de la tubería, se procedió a soldar el codo.

IMAGEN 6.13. Codo de 90° y manómetro soldados.



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO.

TABLA 6.4. Elementos del tablero de control

Fuente: VELASCO, Marco.

ELEMENTOS	POTENCIA	CANTIDAD
Contactores	GMC-12, 110 V	2
Kit de arranque (protección)	1/2 hp, 110 V	1
Swichs	110 V	6
Luces piloto	110 V	10
Botonera ON - OFF	110 V	1
Presostato de alta	500 Psi	1
Presostato de baja	250 Psi	2
Termostato digital	MT-512Ri plus, 110 V; -50 a -75°C, 71*28*71	1
Válvulas solenoides	-40 a -80°C, 10W, 110 V	4
Cable Sucre	# 2*14	20 m
Cable Sucre	# 3*16	15 m
Cable Flexible (Ref. Dom)	# 2*14	5 m

El tipo de conexión del circuito eléctrico utilizado en el Banco de Pruebas de Refrigeración se presenta de manera detallada en el diagrama en los Anexos:

Anexo 13. Diagrama de control eléctrico para el Banco de Pruebas de Refrigeración.

Anexo 14. Diagrama de fuerza para el Banco de Pruebas de Refrigeración.

Anexo 15. Diagrama de fuerza para la sección de refrigeración doméstica.

6.7.4.1 COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL TABLERO DE CONTROL.

Para el diseño de este circuito eléctrico primeramente se tomó en cuenta con que voltaje va a funcionar y todos los accesorios eléctricos de los que está compuesto el Banco de Pruebas de Refrigeración, siendo el funcionamiento con corriente alterna, 110 V, 60Hz.

Para la puesta en marcha del compresor del Banco de Pruebas de Refrigeración conjuntamente con las válvulas solenoide se hizo básicamente con la utilización de 2 contactores GMC-12 de mando que funciona a 110 V, seleccionados anteriormente.

El funcionamiento del Banco de Pruebas de Refrigeración ha sido diseñado con un sistema de funcionamiento continuo como es el caso de los sistemas de refrigeración industrial que están en capacidad de mantener este tipo de funcionamiento y no intermitente.

Debido a que el compresor es el elemento activo principal en los sistemas de refrigeración industrial y como es el caso del Banco de Pruebas de Refrigeración el mismo debe estar protegido ante circunstancias de falla en el sistema que deben ser previstas y motivo de apagado del sistema, las mismas se detallan a continuación:

- Corriente elevada hacia el Compresor
- Presiones demasiadas altas o bajas
- Falla en el Evaporador
- Control de temperatura
- Temperaturas demasiadas bajas o altas

6.7.4.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL COMPRESOR.

- **Corriente elevada hacia el compresor**

IMAGEN 6.14. Kit capacitor de arranque para motor de 1/2 hp



Fuente: VELASCO, Marco.

Debido a que en los sistemas de refrigeración, existe la variación de presiones y ocasiona un trabajo excesivo en el compresor lo que hace que consuma más corriente de lo normal, este tipo falla se debería controlar por medio del presostato, pero ante una eventual falla o una inadecuada calibración del mismo se debe proteger de manera auxiliar al compresor, en el caso del Banco de Pruebas de Refrigeración, se ha realizado un sistema de protección auxiliar que consiste en un elemento térmico de tipo bimetálico.

- **Presiones demasiado altas o bajas.**

IMAGEN 6.15. Presostatos de alta y de baja presión (Ranco).



Fuente: VELASCO, Marco.

Los presostatos son el elemento principal para la protección del compresor debido a que estos actúan conforme cambia la presión dentro del sistema y lo que hace que de igual manera ocurra con la presión dentro del fuelle, haciendo que éste se mueva hacia adentro y hacia afuera, en concordancia con la variación de la

presión. De esta manera puede comandar la conexión o desconexión del compresor cuando las presiones del sistema no se encuentran dentro del rango establecido.

➤ **Falla en el evaporador.**

Los sistemas de refrigeración funcionan única y exclusivamente cuando el evaporador se encuentra en un óptimo funcionamiento, caso contrario no habría intercambio de calor entre la cámara a ser acondicionada y el sistema de refrigeración, y el existir una avería en el evaporador ocasiona el apagado obligatorio del Banco de Pruebas de Refrigeración.

➤ **Temperaturas demasiadas bajas o altas.**

El termostato digital el que se seleccionó es un MT-512Ri plus con una sola sonda de temperatura, es un controlador muy usado en la industria y sirve para aplicaciones de refrigeración, aire acondicionado.

El Termostato digital MT-512Ri plus permite una configuración sencilla para controlar el cierre y apertura del contacto que limitará el funcionamiento del Banco de Pruebas de Refrigeración en un rango de temperaturas.

IMAGEN 6.16. Termostato digital MT – 512Ri, 110V.



Fuente: VELASCO, Marco.

Después de tomar en cuenta los aspectos más importantes para la realización del circuito eléctrico de control, se procedió a la construcción del tablero de control, sobre la superficie de un pedazo de MDF, con las siguientes dimensiones: largo de 60 cm y alto de 30 cm y espesor de 9 mm, ubicando los siguientes elementos con sus respectivas conexiones:

- Contactores GMC-12, 110V, 25A
- Luces piloto
- Botonera ON – OFF
- Swichs
- Termostato Electrónico MT-512Ri Plus

Primeramente en el tablero de MDF se procedió a colocar las luces pilotos y swichs para la simulación de fallas y la botonera ON-OFF para el encendido-Apagado del Banco de Pruebas de Refrigeración.

IMAGEN 6.17. Colocación de accesorios del tablero de control.



Fuente: VELASCO, Marco.

Para las diferente conexiones del tablero se utilizó cable sucre # 2*14 y para el circuito de arranque cable sucre #3*16, debido a que el sistema va a funcionar a 110 V y con un alto amperaje, disminuyendo la posibilidad de recalentar el cableado del mismo, se procedió a conectar los demás accesorios como el termostato digital, luces pilotos y swich de encendido para los ventiladores, contactores GMC-12 con sus respectivos fijadores.

IMAGEN 6.18. Tablero de control (vista posterior).



Fuente: VELASCO, Marco.

IMAGEN 6.19. Tablero de control (vista frontal).



Fuente: VELASCO, Marco.

El mismo tablero que se asentó sobre una platina de acero inoxidable en forma triangular, con el propósito de no tener roses de los accesorios sobre la base y de tener un aspecto visual llamativo.

IMAGEN 6.20. Tablero de control.



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.5 ENSAMBLAJE DE LOS ELEMENTOS Y ACCESORIOS DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

1. Primero se inicia el ensamblaje con la ubicación de los accesorios de acuerdo a como se los distribuyó, empezando por el evaporador y fijándolo con tornillos en la parte superior izquierda del tablero frontal, situándolo a una distancia de 14 cm del margen superior y a una distancia de 16 cm del margen izquierdo del tablero.
2. Después se procedió a colocar el condensador a una distancia de 35 cm debajo del evaporador y en la misma línea del lado izquierdo del tablero.

IMAGEN 6.21. Ubicación del evaporador y condensador (tablero frontal).



Fuente: VELASCO, Marco.

3. Una vez instalado el evaporador y el condensador se procedió a la ubicación del compresor en el tablero inferior de la estructura del Banco de Pruebas de Refrigeración.
4. Para el arranque y protección del compresor se instaló una caja con un Kit capacitor de arranque para el compresor de 1/2 Hp.

IMAGEN 6.22. Instalación del compresor y Kit capacitor de arranque.



Fuente: VELASCO, Marco.

Para proceder a la colocación de las líneas tanto de alta como de baja presión y demás accesorios que constituyen el Banco de Pruebas de Refrigeración, se los armó a un costado, una vez de acuerdo a la ubicación correcta de cada una de las partes se procedió a ensamblar dichos elementos en los tableros del Banco de Pruebas de la siguiente manera:

5. Se tomó la tubería doblada que va ubicada entre la salida del compresor y entrada al condensador, una vez de acuerdo se procedió a soldar este tramo.
6. Una vez soldado el tramo anterior, se tomó la tubería soldada del siguiente tramo, siendo este entre la salida del condensador y entrada al separador de aceite, una vez de acuerdo a la ubicación de la tubería se procedió a soldar este tramo.
7. Una vez soldado el tramo anterior, se tomó la tubería del siguiente tramo, siendo este entre la salida del separador de aceite y filtro, el mismo que se lo soldó a la salida del separador de aceite y posteriormente se enroscó el filtro en la dirección correcta.

IMAGEN 6.23. Ajuste del filtro.



Fuente: VELASCO, Marco.

8. Ya instalado el tramo anterior, se tomó dos uniones abocardadas en ambos extremos y el visor. En un extremo de la primera unión abocardada se la acopló al filtro y al otro extremo el visor y al otro extremo del visor se le acopló la otra unión abocardada para que en el otro extremo de esta unión se le acople la válvula solenoide 1.

IMAGEN 6.24. Línea de alta, salida del compresor- entrada de la solenoide 1.



Fuente: VELASCO, Marco.

9. Ya instalado el tramo anterior, se tomó el tramo de tubería siguiente, que se le acopló en el un extremo la válvula solenoide 1 y en el otro extremo la válvula solenoide 2.

10. Una vez instalado este tramo se procedió a instalar el tramo siguiente que está comprendido entre la válvula solenoide 2 y la válvula solenoide 3, una vez de acuerdo a la ubicación de este tramo se procede a enroscar a la salida de la válvula solenoide 2 y la entrada de la válvula solenoide 3.

IMAGEN 6.25. Línea de alta, salida de solenoide 1-entrada de solenoide 3.



Fuente: VELASCO, Marco.

11. Siguiendo con la instalación de la línea de alta presión, se toma la unión abocardada por ambos extremos y se procede a enroscar por el un extremo a la salida de la válvula solenoide 3 y por el otro extremo a la entrada de la válvula de expansión.

12. Seguido en la línea de baja presión se procedió a tomar la tubería del siguiente tramo, que está comprendido entre la salida de la válvula de expansión y entrada a la válvula solenoide 4, el mismo que se procede a enroscar tanto a la válvula de expansión como a la válvula solenoide 4.
13. Ya instalado el tramo anterior, se toma una unión abocardada en ambos extremos y el visor 2, y se procede a enroscar tanto a la salida de la válvula solenoide 4 como a la entrada del visor.
14. Continuando con la línea de baja presión, se tomó la tubería comprendida en el tramo entre el visor y la entrada al evaporador, en donde se enrosco a la salida del visor y se procedió a soldar en la entrada del evaporador.
15. Continuando con la línea de baja presión, se tomo el tramo comprendido entre la salida del evaporador y la entrada al acumulador de refrigerante, una vez de acuerdo a la ubicación de este tramo se procedió a soldar en ambos lados.
16. Ya instalado el tramo anterior, se procedió a colocar el siguiente tramo que va comprendido entre la salida del acumulador de refrigerante y la entrada al compresor, una vez ubicado y de acuerdo se procedió a soldar en ambos extremos.

IMAGEN 6.26. Línea de baja, salida de evaporador - entrada de compresor.



Fuente: VELASCO, Marco.

17. Una vez finalizado con la instalación de la línea de baja presión, se procede a la instalación del tubo capilar, se toma la tubería correspondiente y se procede a soldar a la unión en T, luego de esto se toma la unión abocardada y se le acopla a la válvula bypass enroscándola en un extremo y por el otro extremo la otra unión abocardada de igual manera se la acopla enroscándola a la misma, una vez realizado esto se procede a soldar el capilar en el tramo comprendido entre la salida de la válvula de bypass y la salida del visor 2.

IMAGEN 6.27. Soldadura en la unión en T.



Fuente: VELASCO, Marco.

Una vez finalizado el ensamblaje del tablero frontal con sus respectivos accesorios tenemos:

IMAGEN 6.28. Línea de flujo para capilar, unión en T-salida del visor 2.



Fuente: VELASCO, Marco.

18. Una vez terminado de ensamblar las líneas tanto de alta como de baja presión y de tubo capilar, cada una con sus respectivos elementos se procede a ubicar

21. Una vez soldados los manómetros se procedió a soldar la tubería de cobre, tanto a la salida del compresor y entrada al evaporador. Después se procedió a soldar la tubería a la salida del evaporador y entrada del filtro y este a su vez al tubo capilar, y el tubo capilar a la nevera, de la salida de nevera a la entrada del compresor.

IMAGEN 6.31. Manómetros alta y baja presión de la unidad condensadora.



Fuente: VELASCO, Marco.

22. Una vez instalado todos los accesorios de la Unidad condensadora se procede a instalar el sistema de encendido y control de temperatura. Se procede a realizar las conexiones para el arranque del compresor y ventilador.

IMAGEN 6.32. Conexión para sistema de arranque – refrigeración doméstica.



Fuente: VELASCO, Marco.

24. Una vez realizadas las conexiones se procede a la ubicación del control de encendido y soldadura del capilar del automático a la nevera para el control de temperatura.

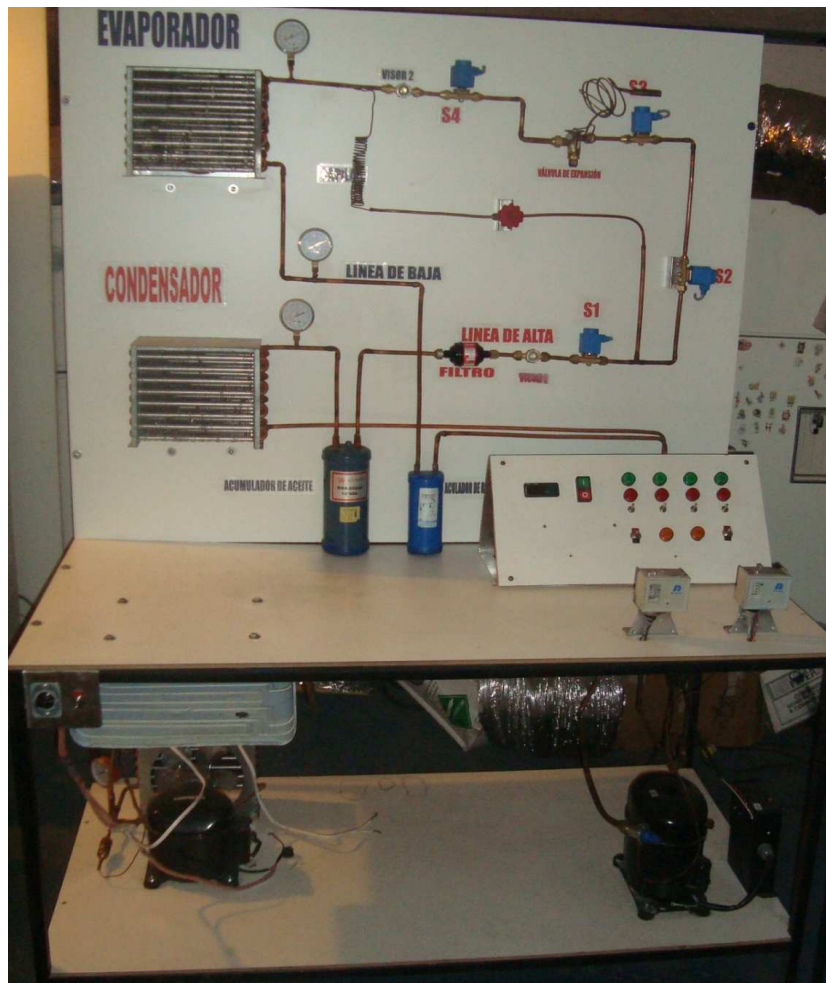
IMAGEN 6.33. Control ON-OFF y temperatura de la unidad condensadora.



Fuente: VELASCO, Marco.

Una vez finalizado el ensamblaje de cada uno de los elementos constituyentes del Banco de Pruebas de Refrigeración y la sección de refrigeración doméstica se obtiene lo siguiente:

IMAGEN 6.34. Banco De Pruebas De Refrigeración Repotenciado y Automatizado.



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.5.1 CARGA DE LOS COMPRESORES CON REFRIGERANTE ISCEON M049 PLUS (REEMPLAZO DEL R-12) Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS.

6.7.5.1.1 CARGA DE COMPRESORES.

Una vez instalado los dos sistemas en el Banco de Pruebas de Refrigeración, se procedió a recargar los 2 compresores, con el propósito de poder realizar pruebas de funcionamiento para pulir cualquier tipo de imperfecciones que existiera en el sistema y de dejarlo a punto para su presentación.

Primeramente se debe realizar un vaciado del compresor durante aproximadamente 5 a 10 minutos, esto se lo puede hacer con la utilización de otro compresor o de una bomba para vaciado de compresores.

IMAGEN 6.35. Vaciado del compresor con la utilización de otro compresor.



Fuente: VELASCO, Marco.

Una vez realizado el vaciado del compresor se procede a recargarlo de refrigerante por el lado de baja presión.

**IMAGEN 6.36. Carga de compresores con refrigerante ISCEON M049 Plus
(reemplazo del R-12).**



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.5.1.2 CALIBRACIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL.

a. Presostato.

Una vez ensamblado el sistema del Banco de Pruebas de Refrigeración se procede a calibrar los presostatos tanto de alta como de baja presión para que puedan controlar que las presiones del sistema se encuentren dentro de los rangos adecuados de funcionamiento, los fuelles están conectados directamente al sistema de refrigeración mediante tuberías (tubo capilar), uno a la salida y el otro a la entrada del compresor

Presostato de Baja:

- **Presión de funcionamiento** = 25 Psi.
- **Presión Diferencial** = 25 Psi.

Presostato de alta

- **Presión en presostato de alta** = 200 Psi.

IMAGEN 6.37. Calibración de los presostatos de baja y de alta presión.



Fuente: VELASCO, Marco.

b. Termostato: Para calibrar el controlador se siguió las siguientes recomendaciones:

- Para acceder a la función F01 presionando simultáneamente las teclas hacia arriba y hacia abajo por dos segundos hasta que aparezca FUN, soltando enseguida. Luego aparecerá F01 y entonces presionar SET (toque corto).
- Utilice las teclas hacia arriba y hacia abajo para ingresar el código de acceso 123 y, cuando esté listo, presione SET para entrar.
- Utilice las teclas hacia arriba y hacia abajo para acceder a la función deseada.
- Después de seleccionar la función, presione SET (toque corto) para visualizar el valor configurado para aquella función.
- Utilice las teclas hacia arriba y hacia abajo para alterar el valor y, cuando esté listo, presione set para grabar el valor configurado y volver al menú de funciones.
- Para salir del menú de funciones y volver a la operación normal, presiones SET hasta que aparezca “---”.

NOTA: Tener en cuenta de ingresar el código 123 para poder modificar, caso contrario si se ingresa otro código no se podrá modificar los valores. (Para mayor especificación del controlador ver en anexos “**Manual del usuario para el Termostato Digital MT-512Ri plus**”).

TABLA 6.5. Temperaturas calibradas en el controlador.

Fuente: VELASCO, Marco.

	DESCRIPCIÓN	Cant.	Unid.
F01	Código de acceso 123 (ciento veintitrés)	-	-
F02	Corrimiento de indicación (offset)	02.0	°C
F03	Mínimo setpoint permitido al usuario final	-5.0	°C
F04	Máximo setpoint permitido al usuario final	09.0	°C
F05	Diferencia de control (histéresis)	01.0	°C
F06	Retardo para volver a conectar la salida de	020	seg.
F07	Tiempo de refrigeración	240	min.
F08	Tiempo de deshielo	030	min.
F09	Estado inicial al energizar el instrumento	0	-
F10	Indicación de temperatura trabada durante el	0	-
F11	Retardo de energización del instrumento	000	min.
F12	Tiempo adicional del primer ciclo	000	min.
F13	Dirección del instrumento en la red RS-485	001	-

IMAGEN 6.38. Calibración del termostato digital.



Fuente: VELASCO, Marco.

6.7.5.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA

Las pruebas de funcionamiento se realizaron una vez que se culminó con la Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración y efectuando previamente la verificación de funcionalidad de las partes que lo conforman, de manera que permitieron pulir todas las fallas de los sistemas y dejarlos en un nivel óptimo de operatividad.

El análisis de resultados para el presente trabajo se realizó desde el punto de vista técnico, utilizando la técnica de la observación directa para determinar el funcionamiento correcto del equipo.

6.7.5.2.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y SIMULACIÓN DE FALLAS

FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN
Viernes, 22 de julio del 2011	10:00	14:00

A. SECCIÓN 1. CUARTO FRÍO

Estas pruebas están basadas específicamente en:

1. Comprobación de funcionamiento del Banco de Pruebas De Refrigeración mediante la válvula de expansión.
2. Comprobación de funcionamiento del Banco de Pruebas De Refrigeración mediante el tubo capilar.
3. Simulación de fallas mediante el sistema de control en el Banco de Pruebas de Refrigeración.

Para realizar las pruebas de funcionamiento y poner en marcha el Banco de Pruebas de Refrigeración con el fin de no ocasionar ningún tipo de daño al equipo, se siguió los siguientes pasos:

1. Se despejó el área de ubicación del Banco de Pruebas de Refrigeración con el fin de tener una adecuada circulación de aire en el evaporador y condensador.
2. Se verificó que todas las conexiones se encuentren correctas y alimentadas de una fuente de corriente de 110V, 60HZ. Con el propósito de no ocasionar daños al equipo.
3. Se verificó el ajuste de las uniones roscadas para prevenir el escape del refrigerante.
4. Se verificó que el presostato de alta no esté actuando, el mismo que debe estar seteado para que pueda encender el compresor.

PRUEBA N. 1

OPERACIÓN CON LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA

IMAGEN 6.39. Funcionamiento del equipo mediante la válvula de expansión.



Fuente: VELASCO, Marco.

PROCEDIMIENTO

1. Conectar el Equipo a una fuente de energía de 110V.
2. Cerrar manualmente la válvula de paso tipo globo en la línea del capilar
3. Colocar los swichs de solenoides 1, 2, 3 y 4 en posición de encendido "ON".
4. Coloque los swich de los ventiladores tanto del condensador como del evaporador en posición de encendido "ON".
5. Encender el Banco de Pruebas de Refrigeración con la botonera ON-OFF "Encendido" ubicada en el tablero de control.
6. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto.
7. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.

CONCLUSIONES:

Con la puesta en marcha del Banco de Pruebas de Refrigeración en las condiciones indicadas, se obtiene un resultado en donde se vió que el enfriamiento es más rápido con la válvula de expansión debido a que al ingresar el refrigerante esta lo expande por la tubería de salida que va conectada directamente al evaporador siendo esta de mayor diámetro que la tubería de entrada con lo que al pasar el refrigerante en mayor cantidad se vió un mejor enfriamiento en el sistema.

RESULTADOS

TABLA 6.6. Condiciones de funcionamiento y equipo apagado con la válvula de expansión.

ACCESORIO	PRESIÓN (Psi)	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta	175	Encendido
	155	Apagado
Manómetro de baja 1	30	Encendido
	10	Apagado
Manómetro de baja 2	25	Encendido
	10	Apagado
Controlador digital	5 - 9 °C	Temperatura de evaporador

Fuente: VELASCO, Marco.

ANÁLISIS

El funcionamiento de la válvula de expansión, obtuvo resultados que claramente se ven en la tabla 6.6, obteniendo una mejor potencia frigorífica en el equipo evidenciada por el congelamiento en la tubería a la entrada del evaporador y en el termostato evidenciando el rápido descenso de la temperatura. Debido a esto, este elemento es utilizado con frecuencia y en su mayor parte en los sistemas de refrigeración industrial por las características de enfriamiento que representan.

PRUEBA N. 2

OPERACIÓN CON EL TUBO CAPILAR

IMAGEN 6.40. Funcionamiento del equipo mediante el tubo capilar.



Fuente: VELASCO, Marco.

PROCEDIMIENTO

1. Abrir manualmente la válvula de globo en la línea del Tubo Capilar
2. Colocar los swichs de las solenoides 2, 3, y 4 en posición apagado "OFF" para cortar el paso del refrigerante
3. Colocar el swich de la solenoide 1 en posición encendido "ON"
4. Colocar los swich de los ventiladores tanto del condensador como del evaporador en posición de encendido "ON".
5. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF "Encendido" ubicada en el tablero de control.
6. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto.
7. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.

CONCLUSIONES:

Con la puesta en marcha del Banco de Pruebas de Refrigeración en las condiciones indicadas, se tubo que el enfriamiento es más lento con el capilar a diferencia de lo que es con la válvula de expansión, debido a que el refrigerante ingresa a la tubería del tubo capilar que es de un diámetro menor y que es en forma de espiral con una longitud aproximada de 4 m, reduciendo la circulación del refrigerante por el tubo capilar y el mismo que no va conectado directamente al evaporador obteniendo un enfriamiento más lento en el sistema.

RESULTADOS**TABLA 6.7. Condiciones de funcionamiento y equipo apagado con el tubo capilar.**

ACCESORIO	PRESIÓN (Psi)	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta	145	Encendido
	150	Apagado
Manómetro de baja 1	10	Encendido
	5	Apagado
Manómetro de baja 2	10	Encendido
	5	Apagado
Controlador Digital	10 – 15 °C	Temperatura de evaporador

Fuente: VELASCO, Marco.

ANÁLISIS

El funcionamiento del tubo capilar, obtuvo resultados que claramente se ven en la tabla 6.7, y que a diferencia de la válvula de expansión se tuvo poca eficiencia de enfriamiento en el sistema lo que se evidenció en el controlador digital que la temperatura descendía lentamente. Por esta razón, a diferencia de la válvula de expansión, el tubo capilar es utilizado con mayor frecuencia en los sistemas de refrigeración doméstica debido a que no se necesita enfriar espacios grandes.

PRUEBA N. 3

SIMULACIÓN DE FALLAS MEDIANTE EL SISTEMA DE CONTROL EN EL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

a. FALLA EN EL EVAPORADOR.

IMAGEN 6.41. Apagado del ventilador del evaporador para ocasionar la falla en el sistema.



Fuente: VELASCO, Marco.

PROCEDIMIENTO

1. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido “ON”
2. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF “Encendido” ubicada en el tablero de control.
3. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto.
4. Colocar el swich “ventilador evaporador” en posición apagado (OFF), para provocar la falla.
5. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.

CONCLUSIONES:

Con la simulación de esta falla en el sistema es notorio de que el evaporador es un dispositivo fundamental dentro de los sistemas de refrigeración, debido a que este es el que enfría el espacio a ser acondicionado, pero para esto se necesita del correcto funcionamiento de los ventiladores, que son los que hacen el intercambio de temperaturas.

RESULTADOS**TABLA 6.8. Condiciones de falla en el evaporador.**

ACCESORIO	VALOR	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta	150 Psi	Presión poco estable
Manómetro de baja 1	0 Psi	Presión inestable
Manómetro de baja 2	0 Psi	Presión inestable
Controlador digital	De 9 °C a 0 °C y a -2.3 °C	De temperatura calibrada la misma que desciende rápidamente

Fuente: VELASCO, Marco.

ANÁLISIS

Al provocar esta falla en el sistema, se obtiene los resultados que se muestran en la tabla 6.8, donde al carecer de fluido de aire en el ventilador desciende la temperatura súbitamente ocasionando una diferencia de presiones en el lado de baja, ocasionando un funcionamiento inestable del equipo haciendo actuar al presostato de baja el mismo que lo que conlleva al apagado del equipo.

Si antes de que el equipo se apague, se vuelve a encender el ventilador del evaporador, nuevamente regresa a un funcionamiento normal.

b. FALLA EN EL CONDENSADOR.

IMAGEN 6.42. Apagado del ventilador del condensador para ocasionar la falla en el sistema.



Fuente: VELASCO, Marco.

PROCEDIMIENTO

1. Esperar un tiempo aproximado de 3 minutos antes de empezar una nueva simulación de fallas.
2. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido "ON"
3. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF "Encendido" ubicada en el tablero de control.
6. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto.
7. Colocar el swich "ventilador condensador" en posición apagado (OFF), para provocar la falla.
4. Tome las lecturas de los datos indicados en los manómetros.

CONCLUSIONES:

Con la simulación de esta falla en el sistema es notorio de que la función del condensador es transformar en su interior el gas refrigerante comprimido en el compresor en líquido refrigerante, donde al igual que en el evaporador se necesita del correcto funcionamiento del ventilador, que es el que hace el intercambio de temperaturas.

RESULTADOS

TABLA 6.9. Condiciones de falla en el condensador.

ACCESORIO	VALOR	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta	200 Psi	Presión inestable
Manómetro de baja 1	25 Psi	Presión poco inestable
Manómetro de baja 2	25 Psi	Presión poco inestable

Fuente: VELASCO, Marco.

ANÁLISIS

Al provocar esta falla en el sistema, se obtiene los resultados que se muestran en la tabla 6.9, donde al carecer de fluido de aire en el condensador este se recalienta incrementado la presión en el lado de alta ocasionan un funcionamiento inestable en el lado de alta presión haciendo actuar al presostato lo que conlleva al apagado del equipo.

Si antes de que el equipo se apague, se vuelve a encender el ventilador del evaporador, nuevamente regresa a un funcionamiento normal.

c. FALLA EN ALTA PRESIÓN.

IMAGEN 6.43. Simulación de falla por alta presión.



Fuente: VELASCO, Marco.

PROCEDIMIENTO

1. Esperar un tiempo aproximado de 3 minutos antes de empezar una nueva simulación de fallas.
2. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido "ON"
3. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF "Encendido" ubicada en el tablero de control.
4. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto.
5. Suministrar calor (fuego) en el bulbo de la válvula de expansión para provocar la falla.
6. Observar el comportamiento del equipo.
7. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.

CONCLUSIONES:

El bulbo es un elemento cargado con el mismo refrigerante que hay que controlar. La presión que ejerce este refrigerante depende de la temperatura al final del evaporador y actúa sobre el orificio calibrado de la válvula.

La presión del bulbo es presión de apertura (a más temperatura mayor apertura).

RESULTADOS**Falla de alta presión.**

Presión de Apertura (Psi)	200
---------------------------	-----

Presión de cierre (Psi)	150
-------------------------	-----

(Fuente: VELASCO; Marco)

ANÁLISIS

Simulando esta falla, al percibir un incremento de temperatura en el bulbo este envía mayor cantidad de refrigerante al evaporador, donde se eleva la presión en la línea de alta superando la calibrada en el presostato y apagando el compresor.

d. FALLA EN BAJA PRESIÓN.

IMAGEN 6.44. Simulación de falla por baja presión.



Fuente: VELASCO, Marco.

PROCEDIMIENTO

1. Esperar un tiempo aproximado de 3 minutos antes de empezar una nueva simulación de fallas.
2. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido "ON"
3. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF "Encendido" ubicada en el tablero de control.
4. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto.
5. Observar el comportamiento del equipo.
6. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.
7. Para la realización de la simulación de falla en la línea de baja se realizó con las diferentes válvulas solenoides:

SOLENOIDE CON LA QUE SE VA A SIMULAR	SOLENOIDE							
	S1		S2		S3		S4	
	APAG.	ENC.	APAG.	ENC.	APAG.	ENC.	APAG.	ENC.
S1	X		X		X		X	
S2		X	X		X		X	
S3		X		X	X		X	
S4		X		X		X	X	
CONCLUSIONES:								
Al no existir circulación de refrigerante en cada caso, ocasiona un funcionamiento inestable en el equipo.								
RESULTADOS								
<p>Falla de alta presión.</p> <p style="text-align: right;">Presión de Apertura (Psi) 0</p> <p style="text-align: right;">Presión de cierre (Psi) 25</p> <p style="text-align: center;">(Fuente: VELASCO; Marco)</p>								
ANÁLISIS								
Simulando esta falla, al interrumpir el paso de refrigerante donde se evidencia una disminución de presión en la línea de baja superando la calibrada en el presostato y apagando el compresor.								

4.1.1.1.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

B. SECCIÓN 2. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA.

FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN
Sábado, 23 de julio del 2011	10:00	-----
Lunes, 24 de julio del 2011	-----	10:00

Esta prueba se basó específicamente en:

4. Verificación de funcionamiento para conservación de productos alimenticios, en este caso carne de pollo.

Para realizar esta prueba de funcionamiento y poner en marcha el Banco de Pruebas de Refrigeración en la sección de refrigeración doméstica, se siguió los siguientes pasos:

1. Se despejó el área donde se encuentra ubicado el Banco de Pruebas de Refrigeración
2. Se limpio el sitio donde va a ir colocado los alimentos para no tener ningún inconveniente de higiene, donde se vean afectados los productos utilizados en estas pruebas durante su conservación.
3. Se conectó el equipo a una fuente de 110 V.

VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO PARA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN ESTE CASO CARNE DE POLLO.

IMAGEN 6.45. Conservación de pollo.



Fuente: VELASCO, Marco.

DATOS:

Refrigerante: ISCEON M049 Plus (reemplazo del R-12)

Tipo de energía: 110V, 60Hz

Temperatura: En el control de temperatura, se posicionó en 7, donde tenemos una temp. aprox. -15 a -18 °C.

Tiempo: 2 días

Peso: 5kg

PROCEDIMIENTO

1. Verificar que el Banco de Pruebas de Refrigeración esté en condiciones normales de funcionamiento.
2. Swich ubicarlo en la posición “ON” (paso de corriente)
3. Colocar el automático en la escala 7 (máx.) para encender el compresor y regular la temperatura.
4. Colocar una cantidad aproximada de 5 kg de pollo
5. Dejar almacenada por aproximadamente 2 días

CONCLUSIONES:

Con la puesta en marcha del Banco de Pruebas de Refrigeración en las condiciones indicadas, el pollo al cabo de 2 días de congelación en la nevera del Banco de Pruebas de Refrigeración en la sección de refrigeración doméstica a una temperatura aproximada de -15 a -18 °C (escala del dial en 7 del automático), conservó sus propiedades, brindando confianza en el producto para su consumo, y demostrando que el sistema es apto para la conservación de productos alimenticios.

RESULTADOS

TABLA 6.10. Condiciones de funcionamiento y equipo apagado del sistema de refrigeración doméstica.

ACCESORIO	PRESIÓN (Psi)	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta	45	Encendido
	60	Apagado
Manómetro de baja 1	21	Encendido
	65	Apagado

IMAGEN 6.46. Carne de pollo conservado durante 2 días



Fuente: VELASCO, Marco.

ANÁLISIS

Esta prueba se la realizó con el fin de verificar que el funcionamiento en esta sección del Banco de Pruebas de Refrigeración sea correcto y que la conservación de alimentos sea buena de acuerdo a los requerimientos de los productos y dejarlo en un óptimo estado de funcionamiento.

Después de la realización de las pruebas de funcionamiento tanto de la sección de cuarto frío como de la refrigeración doméstica, se concluye que la propuesta desarrollada cumple con las expectativas y resultados esperados obteniendo de esta manera un equipo que permita el desarrollo del conocimiento de los estudiantes. Donde se concluye que este equipo se encuentra al 100% en su funcionalidad conjuntamente con sus elementos y accesorios.

Anexo 16. Guía para realizar prácticas.

6.8 ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA.

Para la Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración, a continuación se detallan los costos de los accesorios utilizados en el mismo:

6.8.1. TABLEROS PARA LA COLOCACIÓN DE LOS ACCESORIOS.

A continuación se detalla los montos (valores) utilizados para realizar la propuesta:

TABLA 6.11. Costo de cambio de tableros.

Fuente: VELASCO, Marco.

TABLEROS DE MONTAJE					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	V/UNIT.	V.TOT.
1	MDF de 9 mm de cara blanca de (6*4) m	1	Planchas	58,00	58,00
2	Tornillos 3/8	50	Unid.	0,50	25,00
3	Lija	5	Pliegos.	1,00	5,00
TOTAL					88,00
10% IMPREVISTOS					8,80
COSTO TOTAL					96,80

6.8.2. CICLO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

TABLA 6.12. Costo de elementos del Banco de Pruebas de Refrigeración.

Fuente: VELASCO, Marco.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	V/UNIT.	V.TOT.
1	Tubería de cobre 3/8"	15	m	4.48	67.20
2	Tubería de cobre 1/2"	1	m	6.12	6.12
3	Fundente de Plata Sólido	---	---	10.30	10.30
4	Codos de 90° de 1/2"	10	Unid.	1.00	10.00
5	Uniones 3/8" cobre	6	Unid.	0.51	3.06
6	Uniones 1/2" cobre	6	Unid.	0.75	4.50
7	Tuerca bronce reforzada 3/8	18	Unid.	1.14	20.52
8	Filtro secador 3/8"	1	Unid.	8.96	8.96
9	Filtro secador soldable	1	Unid.	2.24	2.24
10	Refrigerante ISCEON M049 Pluss	2	Envases.	25.00	50.00
11	Teflón	10	Rollos.	0.50	5.00
12	Compresor 1/2 hp	1	Unid.	304.64	304.64
13	Condensador 1/2 hp	1	Unid.	87.36	87.36
14	Ventilador 18 W, 110 V	1	Unid.	31.36	31.36
TOTAL					610.99
10% IMPREVISTOS					61.01
COSTO TOTAL					672.00

6.8.3. TABLERO DE CONTROL.

TABLA 6.13. Costo de elementos del Tablero de control.

Fuente: VELASCO, Marco.

CONTROL					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	V/UNIT	V.TOT.
1	Pedazo de acero Inoxidable 304	2	m	5.00	10.00
2	Contactores GMC-12, 25 A, 110V.	2	Unid.	10.26	20.52
3	Kit capacitor de arranque para motor 1/2hp	1	Unid.	20.00	20.00
4	Luz piloto	10	Unid.	1.20	12.00
5	Enchufe	2	Unid.	1.90	3.80
6	Swichs	7	Unid.	0.95	6.65
7	Botonera ON-OFF	1	Unid.	5.00	5.00
8	Cable Sucre # 2*14	20	m	1.20	24.00
9	Cable Sucre # 3*16	15	m	1.41	21.15
10	Válvulas solenoides	4	Unid.	50.00	200.00
11	Platinas para sujeción	2	Unid.	1.50	3.00
12	Termostato electrónico	1	Unid.	64.96	64.96
TOTAL					390.81
10% IMPREVISTOS					39.08
COSTO TOTAL					429.89

6.8.4 MANO DE OBRA: Se considera alquiler de herramientas, taller, maquinaria, equipos.

TABLA 6.14. Costo de mano de obra.

Fuente: VELASCO, Marco.

MANO DE OBRA		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Taller	100.00
2	Maquinaria	70.00
3	Herramientas	50.00
4	Ayudante	100.00
COSTO TOTAL		320,00

6.8.5 COSTO TOTAL DEL DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

TABLA 6.15. Costo Total de la Repotenciación y Automatización del Banco de Pruebas de Refrigeración.

Fuente: VELASCO, Marco.

BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Tableros para la colocación de los accesorios	96,80
2	Ciclo del sistema de Refrigeración	672.00
3	Tablero de control	429.89
4	Mano de obra:	320.00
COSTO TOTAL		1518.69

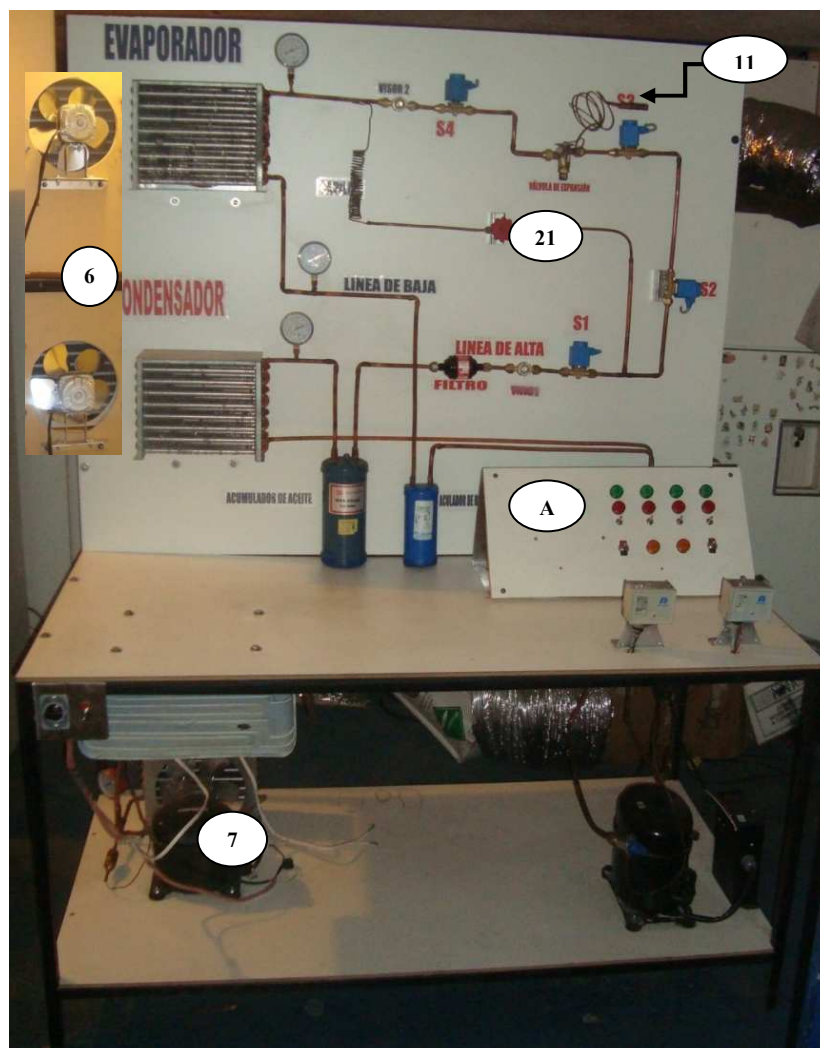
6.9 PLAN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.

6.9.1 MANUAL PARA EL USUARIO DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

Elementos constituyentes del banco de pruebas de refrigeración.

En la imagen se presenta la distribución de las partes constituyentes del Banco de Pruebas de Refrigeración.

IMAGEN 6.47.Elementos constituyentes de Banco De Pruebas De Refrigeración.



Fuente: VELASCO, Marco

Elementos básicos que constituye el Banco de Pruebas de Refrigeración.

1. Evaporador
2. Condensador
3. Compresor 1/2 hp
4. Válvula de expansión (dosificador de refrigerante)
5. Tubo capilar (dosificador de refrigerante)
6. Ventiladores
7. Unidad condensadora (compresor, condensador, evaporador, manómetro de alta presión manómetro de baja presión, control de temperatura)

Accesorios complementarios del sistema del Banco de Pruebas de Refrigeración.

8. Acumulador de aceite
9. Acumulador de refrigerante
10. Filtro
11. Bulbo sensor de válvula de expansión

Elementos constituyentes del Tablero de Control ----- (A).

12. Contactores GMC-12
13. Swichs para válvulas solenoides y ventiladores
14. Luces piloto indicadoras de fallas
15. Botonera ON-OFF
16. Manómetro de alta presión 1
17. Manómetro de baja presión 1
18. Manómetro de baja presión 2
19. Presostato de alta y baja presión
20. Termostato digital MT-512Ri Plus

Accesorios para maniobra del funcionamiento del sistema.

21. Válvula bypass
22. Válvula solenoide BF115BS 1

- 23. Válvula solenoide BF115BS 2
- 24. Válvula solenoide BF115BS 3
- 25. Válvula solenoide BF115BS 4
- 26. Visor de lado de alta 1
- 27. Visor de lado de baja 1

6.9.1.2 PUESTA EN MARCHA DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

Inspección.

Inspeccione el equipo en general, busque abolladuras, rasguños, evidencia de aceite, etc. Factores que puedan afectar el desempeño de algún componente del Banco de Pruebas de Refrigeración.

Para operar el Banco de Pruebas de Refrigeración y tener un funcionamiento normal del mismo, debemos seguir las siguientes recomendaciones que se describen a continuación:

1. Despejar lo más posible el área de ubicación del Banco de Pruebas de Refrigeración con el fin de obtener una adecuada circulación de aire en el evaporador y condensador.
2. El Banco de Pruebas de Refrigeración debe estar próximo a un tomacorriente para facilitar la conexión a una fuente de alimentación de energía adecuada al sistema eléctrico del Banco de Pruebas de Refrigeración que es de 110V y 60Hz para no ocasionar daños en el mismo.
3. El Banco de Pruebas de Refrigeración siempre debe estar nivelado, para que el refrigerante circule con facilidad por las cañerías. Después de que se haya cambiado la posición del Banco de Pruebas, se debe esperar cierto tiempo (veinticuatro horas) para que el refrigerante se nivele nuevamente.
4. Verificar si los presostatos no están actuando, principalmente el presostato de alta que este seteado para que pueda encender el compresor.

IMAGEN 6.48. Presostato de alta seteado.



No se encuentre
alzado

Fuente: Velasco Marco.

5. De acuerdo al tipo de dosificación para el funcionamiento que se desee, ya sea con la válvula de expansión o tubo capilar (no las dos al mismo tiempo) considerar lo siguiente:

- Si el funcionamiento del Banco de Pruebas de Refrigeración se lo va a realizar por medio de la válvula de expansión, se recomienda verificar que este cerrada la válvula que se encuentra en la línea que conduce al tubo capilar.
- Caso contrario, si el funcionamiento va a ser con el tubo capilar, cerrar la válvula solenoide 2, 3 y 4 con el swich (correspondiente a estas solenoides) en el tablero de control para cortar el paso del refrigerante en la línea que conduce hacia la válvula de expansión.

6. Una vez seleccionado el modo de funcionamiento del Banco de Pruebas de Refrigeración como se indicó anteriormente, se procederá a encender el sistema con la botonera ON-OFF ubicada en el tablero de control, en donde, en esta posición actuarán los contactores lo que permitirá que arranque el compresor del lado de la refrigeración industrial (cuarto frío) (compresor 1), se encenderá el termostato electrónico el mismo que una vez regulada las presiones encenderá la solenoide 3 con lo que empezara a circular el refrigerante que hará actuar los manómetros tanto de lado de alta como el del lado de baja presión

indistintamente, se energizarán las solenoides debido a que las mismas tienen un cable alimentado de energía es decir tienen una carga viva (corriente directa); en el tablero de control se podrán operar mediante los switches existentes los demás accesorios para realizar la simulación de fallas.

Advertencia: Se recomienda una operación continua del Banco de Pruebas de Refrigeración máximo de 45 min, debido a que el compresor tiene un funcionamiento continuo, y además tener en cuenta los lapsos de tiempo a esperar después de cada simulación de fallas.

6.9.1.3 PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS.

Para realizar la simulación de fallas y obtener un desempeño óptimo en condiciones normales del Banco de Pruebas de Refrigeración, se debe asegurar que el Banco de Pruebas de Pruebas de Refrigeración este en funcionamiento aproximadamente por un lapso de tiempo de 5 minutos después de haberlo encendido.

A continuación se describe el procedimiento que se debe seguir para la realización de la simulación de fallas:

TABLA 6.16. Proceso para simulación de fallas.

Fuente: VELASCO, Marco.

TIPO DE FALLA	PROCESO	CONSECUENCIAS
Falla en el Evaporador.	Apagar ventilador que actúan con el Evaporador.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reducción de la presión en el lado de alta y de baja presión ➤ Baja temperatura en el evaporador ➤ Sistema se apaga por el actuar de los presostatos de acuerdo a sus calibraciones

<p>Falla en el Condensador.</p>	<p>Apagar ventilador que actúan con el condensador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aumento de la presión en el lado de alta y de baja presión. ➤ Sistema se apaga por el actuar de los presostatos de acuerdo a sus calibraciones.
<p>Alta presión.</p>	<p>Someter fuego al bulbo de la válvula de expansión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elevada presión en la línea de alta. ➤ Presión alta en la línea de baja presión. ➤ Presostato actúa y apaga el compresor debido a que supero la calibración del mismo.
<p>Baja presión</p> <p>Tener en cuenta lo siguiente:</p> <p>Encender las solenoide apagadas, esperar aprox. 10 seg. para proceder con la siguiente solenoide para la simulación.</p>	<p>Cuatro formas de realizar estas fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Apagar la válvula solenoide 1, 2, 3 y 4. ➤ Encender la solenoide 1 y apagar la válvula solenoide 2, 3 y 4. ➤ Encender la solenoide 1, 2 y apagar la válvula solenoide 3 y 4. ➤ Encender la solenoide 1, 2, 3, y apagar la válvula solenoide 4. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baja la presión en el lado de baja. ➤ Baja la presión en el lado de alta. ➤ No hay circulación de refrigerante. ➤ Presostato actúa y apaga el compresor debido a que superó la calibración del mismo.

Nota: Cabe indicar que después de haber realizado la simulación de fallas en el Banco de Pruebas De Refrigeración que conlleve al apagado del compresor, se debe esperar un tiempo de aproximadamente 3 a 4 minutos, con el fin de que nos permita realizar otra simulación y para la protección del compresor.

6.9.2. MANUAL DE MANTENIMIENTO.

6.9.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

Para el funcionamiento diario del Banco de Pruebas de Refrigeración tomar las siguientes precauciones:

- Revisión de parámetros de presión y temperatura
- Revisión si existen obstrucciones en el condensador y evaporador.
- Despejar el espacio utilizado por el Banco de Pruebas de Refrigeración.
- Limpiar el equipo

Para el funcionamiento mensual del Banco de Pruebas de Refrigeración tomar las siguientes precauciones:

- Revisión general del Banco de Pruebas de Refrigeración
- Revisión de las instalaciones eléctricas (ventiladores, tablero de control, conectores, etc.)
- Revisión de la calibración de los presostatos de alta y de baja presión.
- Revisión si existen obstrucciones en las válvulas solenoides.
- Revisión de parámetros de presión y temperatura en las líneas de alta o baja tanto del compresor 1 como del compresor 2 del sistema.
- Realizar la limpieza exterior en el condensador y evaporador.

Para el funcionamiento trimestral del Banco de Pruebas de Refrigeración tomar las siguientes precauciones:

- Revisión del funcionamiento de los accesorios y elementos constituyentes
- Revisión de posibles fugas en la tubería de cobre del sistema

- Limpieza exterior de la tubería de cobre.
- Revisión y limpieza del filtro

Para el funcionamiento semestral del Banco de Pruebas de Refrigeración tomar las siguientes precauciones:

- Limpieza general del equipo
- Revisión de instalaciones eléctricas
- Revisión de la calibración de los presostatos de alta y de baja presión.

Para el funcionamiento anual del Banco de Pruebas de Refrigeración tomar las siguientes precauciones:

- Revisión de posibles fugas en la tubería del sistema
- Revisión de parámetros de temperatura
- Revisión que sea correcto el funcionamiento del tablero de control
- Revisión de instalaciones eléctricas
- Cargar de refrigerante en los compresores de ser necesario.

BIBLIOGRAFÍA

DOSSAT, Roy J., (1991). *Principios de Refrigeración – Décimo primera edición*. Compañía Editorial Continental S.A.

FRANCO, Juan, (2006). *Manual de Refrigeración*. Editorial Reverté, S.A. Barcelona. España.

JUTGLAR, Luis, (2008). *Técnicas de Refrigeración*. Editorial Marcombo S.A. Barcelona. España.

MANCINI DI MECO, Pietro, (2008). *Refrigeración comercial, doméstica, industrial y aire acondicionado*. Editorial Trillas. México.

YUNUS A., Çengel, (2003). *Termodinámica – Cuarta Edición*. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México.

LINK-GRAFÍA

<http://www.mitecnologico.com/iem/Main/PrincipiosDeRefrigeracion>.

<http://spanish.emersonclimate.com/espanol/art-sp-motores.pdf>

<http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/mecanica/Aire%20acondicionado%20y%20refrigeracion/guia1AAR.pdf>

<http://www.guemisa.com/articul/html/energia.htm>

<http://deconceptos.com/general/guia>

<http://www.ops.org.bo/textocompleto/prensa/concurso-buenas-practicas/conceptos.pdf>

http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/manual_tuberias.pdf

http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/manual_tuberias.pdf

<http://www.asknumbers.com/bars-to-psi.aspx>

<http://es.scribd.com/doc/7824661/Manual-de-Buenas-Practicas-en-Refrigeracion>

http://typrefrigeracion.mx/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=597&category_id=341&option=com_virtuemart&Itemid=41

http://www.bridex.com.au/lg_gmc-9_gmc-12_gmc-18_gmc-22_contactors.htm

http://www.eletrdomesticosforum.com/es/cursos/heladeras/Curso_Refrigeracion_Domiciliaria.pdf

<http://www.totaline.com.ar/site/partes/catalogo.asp>

http://www.coitiab.es/reglamentos/inst_frigo/reglamentos/mi_if/MIIF_17.htm#diversos

http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_potencia/ke_potencia_elect_2.htm

<http://o1234guadalajara.mforos.com/1452070/7501561-simbologia-del-frio-electrica-calor-neumatic/>

<http://www.fullgauge.com/es>

ANEXOS

ANEXO 1. Propiedades térmicas de las aves.

Cantidad	Valor típico
Densidad promedio:	
Músculo	1 070 kg/m ³
Piel	1 030 kg/m ³
Calor específico:	
Por encima de la congelación	2.94 kJ/kg · °C
Por debajo de la congelación	1.55 kJ/kg · °C
Punto de congelación	-2.8°C
Calor latente de fusión	247 kJ/kg
Conductividad térmica	(en W/m · °C)
Pechuga	0.502 a 20°C
	1.384 a -20°C
	1.506 a -40°C
Carne oscura	1.557 a -40°C

ANEXO 2. Eficiencias típicas de operación de algunos sistemas de refrigeración para temperaturas de congelación de -18 °C y temperatura ambiente de 32 °C.

Tipo de sistema de refrigeración	Coeficiente de funcionamiento
Comprensión de vapor	1.3
Refrigeración de absorción	0.4
Refrigeración termoeléctrica	0.1

ANEXO 3. Catálogo de refrigerante ISCEON M049 PLUS: Guía de información.



Gases Refrigerantes

Gas Refrigerante Isceon MO49



Dupont es la empresa por excelencia producción de gases refrigerantes.

Cubriendo todo tipo de aplicaciones, Dupont brinda al mercado gases refrigerantes estables, seguros y ecológicos.





REEMPLAZO DEL

R-12

APLICACIONES

- Aire Acondicionado Automotriz diseñados para R-12
- Refrigeración Doméstica diseñados para R-12
- Refrigeración Comercial de temperatura media, tales como:
- Equipos de Conservación de Supermercados
- Equipos de Almacenamiento de Alimentos

BENEFICIOS

- Conversión fácil, rápida y menos costosa
- No daña la capa de ozono
- No cambio de tipo de aceite en la mayoría de los casos, ya que es compatible con AM, AB y POE
- Permite continuar utilizando el equipo existente
- Puede ser recargado el equipo después de presentarse una fuga

DESEMPEÑO

- Provee una similar o mejor capacidad de enfriamiento que el R-12
- Provee una eficiencia energética similar que el R-12
- Menor temperatura de descarga que el R-12
- De 10% a 15% menos carga que el R-12

PRESENTACIÓN EN GARRAFA DESCARTABLE 13.4 KG



Gases Refrigerantes

Especificaciones Técnicas



Gases Refrigerantes				
Nro. ASHRAE	Nombre Comercial	Fabricante	Fórmula	Composición
R413A	Isceon MO49	Dupont	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	88%
			Octafluoropropano	9%
			Isobutano	3%

Gases Refrigerantes						
Nro. ASHRAE	Nombre Comercial	Propiedades Físicas				
		Peso Molecular	Punto de Ebullicion (1 atm)	Presión de Vapor (25 °C)	Aceite	Reemplaza a
R413A	Isceon MO49	104	-33°C	113 PSIA	AM POE AB	R12

Gases Refrigerantes							
Nro. ASHRAE	Nombre Comercial	Propiedades Físicas					
		Densidad del Vapor (25° C - Aire = 1)	Densidad (25°C - g/cc)	Solubilidad en H2O (en peso)	Olor	Forma	Color
R413A	Isceon MO49	3,70	72,3 lb/ft ³	< 0,5%	eter	gas licuado	claro


DuPont™ ISCEON® 9 Series

REFRIGERANTS

Pressure-Temperature Guide – SI

Superheat – Saturated Vapor Pressures

Typical PH Diagram Superheat – Reference Point




Dew Point — Saturated Vapor (kPa – abs)							
Temp. °C	ISCEON® M029 R-422D	ISCEON® 337C® R-423A	ISCEON® M049 R-413A	ISCEON® M049Plus™ R-437A	ISCEON® M059 R-417A	ISCEON® M079 R-422A	Temp. °F
-40	93	45	56	59	76	123	-40
-39	98	48	59	62	80	129	-38
-38	103	50	62	65	84	135	-36
-37	108	53	66	69	88	141	-35
-36	113	56	69	72	92	148	-33
-35	119	59	73	76	97	155	-31
-34	125	62	76	80	102	162	-29
-33	131	65	80	84	107	169	-27
-32	137	68	84	88	112	177	-26
-31	143	72	88	92	117	184	-24
-30	150	75	93	97	123	193	-22
-29	156	79	97	101	128	201	-20
-28	163	82	102	106	134	210	-18
-27	171	86	106	111	140	218	-17
-26	178	90	111	116	147	228	-15
-25	186	95	117	122	153	237	-13
-24	194	99	122	127	160	247	-11
-23	203	104	127	133	167	257	-9
-22	211	108	133	139	175	267	-8
-21	220	113	139	145	182	276	-6
-20	229	118	145	151	190	289	-4
-19	239	124	152	158	198	300	-2
-18	248	129	158	165	206	312	0
-17	258	135	165	172	215	324	1
-16	269	140	172	179	224	336	3
-15	280	146	179	186	233	349	5
-14	291	153	187	194	242	362	7
-13	302	159	194	202	252	376	9
-12	314	165	202	210	262	390	10
-11	326	172	210	219	272	404	12
-10	338	179	219	227	283	418	14
-9	351	186	228	236	294	433	16
-8	364	194	237	246	305	449	18
-7	377	202	246	255	316	465	19
-6	391	210	255	265	328	481	21
-5	405	218	265	275	340	498	23
-4	420	226	275	286	353	515	25
-3	435	235	288	298	366	532	27
-2	450	244	298	307	379	550	28
-1	466	253	307	319	393	569	30
0	482	262	319	330	407	587	32
1	499	272	330	342	421	607	34
2	516	282	342	355	436	627	36
3	533	292	355	367	451	647	37
4	551	303	367	380	467	668	39
5	569	313	380	394	482	689	41
6	588	324	394	407	499	711	43
7	607	336	407	421	516	733	45
8	627	347	421	436	533	756	46
9	647	359	436	451	550	779	48
10	668	372	450	466	568	803	50

* Properties calculated using REFPROP Ver 8.0, Std Ref Data Program, NIST 2007.

Subcooling – Saturated Liquid Pressures

Typical PH Diagram Subcooling – Reference Point



Bubble Point — Saturated Liquid (kPa – abs)							
Temp. °C	ISCEON® M029 R-422D	ISCEON® 337C® R-423A	ISCEON® M049 R-413A	ISCEON® M049Plus™ R-437	ISCEON® M059 R-417A	ISCEON® M079 R-422A	Temp. °F
10	740	381	503	508	639	841	50
11	762	393	518	525	658	866	52
12	784	407	535	541	678	892	54
13	808	420	551	558	699	918	55
14	831	434	568	576	720	944	57
15	856	448	585	594	742	971	59
16	880	463	603	612	763	999	61
17	906	478	621	631	786	1027	63
18	931	493	640	650	809	1056	64
19	958	509	659	670	832	1086	66
20	985	525	678	690	856	1116	68
21	1012	541	698	710	881	1146	70
22	1040	558	718	731	906	1178	72
23	1069	575	739	753	931	1210	73
24	1098	592	760	775	957	1242	75
25	1128	610	782	797	984	1276	77
26	1158	629	804	820	1011	1310	79
27	1189	648	826	843	1038	1344	81
28	1221	667	850	867	1067	1380	82
29	1253	686	873	892	1095	1415	84
30	1286	706	897	917	1125	1452	86
31	1320	727	922	942	1155	1490	88
32	1354	748	947	968	1185	1528	90
33	1389	769	972	994	1216	1566	91
34	1424	791	998	1021	1248	1606	93
35	1460	813	1025	1049	1280	1646	95
36	1497	836	1052	1077	1313	1687	97
37	1535	859	1080	1106	1347	1729	99
38	1573	883	1108	1135	1381	1772	100
39	1612	907	1136	1165	1416	1815	102
40	1651	932	1166	1195	1451	1859	104
41	1692	957	1196	1226	1487	1904	106
42	1733	983	1226	1258	1524	1950	108
43	1775	1009	1257	1290	1562	1996	109
44	1817	1036	1289	1323	1600	2044	111
45	1860	1063	1321	1356	1639	2092	113
46	1905	1091	1354	1390	1679	2141	115
47	1949	1120	1387	1425	1719	2191	117
48	1995	1148	1421	1460	1760	2242	118
49	2042	1178	1456	1496	1802	2294	120
50	2089	1208	1491	1533	1844	2346	122
51	2137	1238	1527	1570	1887	2400	124
52	2186	1270	1564	1608	1931	2454	126
53	2236	1301	1601	1646	1976	2510	127
54	2286	1334	1639	1686	2022	2566	129
55	2338	1367	1678	1726	2068	2624	131
56	2390	1400	1717	1767	2115	2682	133
57	2444	1434	1757	1808	2163	2742	135
58	2498	1469	1798	1850	2212	2802	136
59	2553	1505	1839	1893	2261	2864	138
60	2609	1541	1881	1937	2312	2926	140
61	2666	1577	1924	1981	2363	2990	142
62	2724	1615	1968	2027	2415	3055	144
63	2783	1653	2012	2073	2468	3121	145
64	2843	1691	2057	2119	2522	3188	147
65	2904	1731	2103	2167	2577	3257	149

DuPont Refrigerants. The Science of Cool.™



The miracles of science™

ANEXO 4. Certificación de aprobación TECUMSHE de Brasil limitada.



Certificate of Approval

Awarded to
TECUMSEH DO BRASIL LTDA

**PLANT I: RUA CORONEL JOSÉ AUGUSTO DE OLIVEIRA SALLES, 478,
13570-900; PLANT II: RUA RAY WESLEY HERRICK, S/N, 13565-900
SÃO CARLOS/SP - BRAZIL**

*Bureau Veritas Quality International certify that the
Quality Management System of the above supplier
has been assessed and found to be in accordance
with the requirements of the quality
standards detailed below*

—————QUALITY STANDARDS—————

EN ISO 9001:1994

—————SCOPE OF SUPPLY—————

**DESIGN, DEVELOPMENT, SALES, MANUFACTURING AND
CUSTOMER TECHNICAL SUPPORT OF HERMETIC
COMPRESSORS AND COMPONENTS, CONDENSING UNITS AND
ELECTRICAL MOTORS FOR REFRIGERATION APPLICATIONS
AND CASTING IRON PARTS.**

Original approval date: OCTOBER 09th, 1992

*Subject to the continued satisfactory operation of the supplier's
Quality Management System, this Certificate is valid for a period of three years from:*

NOVEMBER 13th, 1998

Date JANUARY 04th, 1999


For Bureau Veritas Quality International



Certificate No: 53081 SF06/C

Accredited by the Dutch Council for Accreditation

ANEXO 5. Soldadura de propano

HAND TORCH / FUEL

QTX-11 HAND TORCH



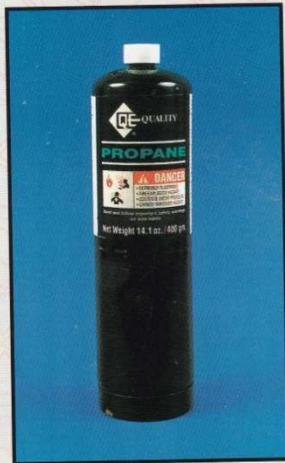
QUALITY's QTY-11 hand torch is an economical and portable alternative for your soldering and brazing jobs. It operates using MAPP® or Propane disposable cylinders.

Individually packed. Master carton: **25 units.**

FEATURES

- Brass construction regulator for long lasting life.
- Rotates 360° for use in any position.
- Top knob on regulator controls off to full-on.
- Generates 30% more heat than traditional torches.
- Wrap around temperature on tube size up to 1-1/2", using MAPP®, 2400°F/ 1316°C; and with Propane 1750°F/954°C.

FUEL DISPOSABLE CYLINDERS



QUALITY offers MAPP® and Propane disposable cylinders. They are liquefied petroleum products highly explosive, that require special transportation requirements. Please contact your representative for a full hazardous material handling data sheet.

Quality Model	Dimensions	Content per Cylinder	Master Carton Qty.	Pallet Qty.
QTX-9	Propane Gas	14.1 oz.	12	972
QTX-10	Mapp® Gas	16 oz.	12	972

C-20



BRAZING ALLOYS

BRAZING ALLOYS QSIL SILVER SOLDER



J.W. Harris produces the highest quality cadmium free brazing rods in the world and we are proud of being able to offer them to our customers. Harris phosphorus / copper and silver / phosphorus / copper alloys are used to braze copper to copper and copper to brass. The phosphorus content in these alloys makes them self fluxing in copper. When brazing brass or copper to brass, use QFX-4 white brazing flux. We offer from our inventory the following products and presentations but we are able to accommodate special requests, minimum quantities will apply.



ONE POUND TUBE

Quality Model	Flat Rods Dimensions Inches	Quantity Per Tube	Chemical Composition			Melting Range		Fluidity Rating	Recommended Joint Clearance
			Silver %	Copper %	Phosp %	Solidus°F	Liquid °F		
QSIL-0-1	0.050 x 1/8 x 20	28	0	92.9	7.1	1310	1475	5	.002"/.005"
QSIL-2-1	0.050 x 1/8 x 20	28	2	91	7	1190	1485	5	.002"/.005"
QSIL-5-1	0.050 x 1/8 x 20	28	5	89	6	1190	1500	3	.003"/.006"
QSIL-15-1	0.050 x 1/8 x 20	28	15	80	5	1190	1480	3	.003"/.006"

BULK (25 POUND BOXES)

Quality Model	Flat Rods Dimensions Inches	Chemical Composition			Melting Range		Fluidity Rating	Recommended Joint Clearance
		Silver %	Copper %	Phosp %	Solidus°F	Liquid °F		
QSIL-0B	0.050 x 1/8 x 20	0	92.9	7.1	1310	1475	5	.002"/.005"
QSIL-0B-36	0.050 x 1/8 x 36	0	92.9	7.1	1310	1475	5	.002"/.005"
QSIL-2B	0.050 x 1/8 x 20	2	91	7	1190	1485	5	.002"/.005"
QSIL-5B	0.050 x 1/8 x 20	5	89	6	1190	1500	3	.003"/.006"
QSIL-15B	0.050 x 1/8 x 20	15	80	5	1190	1480	3	.003"/.006"



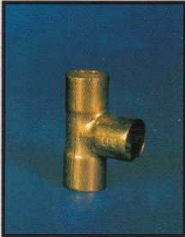
ANEXO 6. Dimensiones y características de tubería de cobre, uniones.

Diámetro exterior pulg	Diámetro exterior mm	Espesor de pared mm	Presión máxima permitida		Peso aproximado kg/m
			kg/cm ²	lbs/pulg ²	
1/8	3.18	0.76	250	3,554	0.051
3/16	4.76	0.76	154	2,196	0.085
1/4	6.35	0.76	112	1,580	0.119
5/16	7.94	0.81	94	1,334	0.162
3/8	9.53	0.81	77	1,095	0.198
1/2	12.70	0.81	57	807	0.270
5/8	15.90	0.89	49	704	0.374
3/4	19.10	1.07	50	704	0.540
7/8	22.22	1.14	45	642	0.673

COPPER FITTINGS


111 WROT TEE
Copper to Copper To Copper

Quality Model	Size O.D. (Inches)	Replaces Mueller Number	Pack Qty.	Master Carton Qty.
111018	1/8	W-40300	50	1000
111316	3/16	W-40302	50	1000
111014	1/4	W-40306	50	1000
111516	5/16	W-40313	50	1000
111038	3/8	W-4000	50	1000
111012	1/2	W-4001	50	500
111058	5/8	W-4006	50	500
111034	3/4	W-4017	25	250
111078	7/8	W-4031	25	250
111118	1 1/8	W-4048	10	100
111138	1 3/8	W-4068	5	50
111158	1 5/8	W-4084	5	100
111218	2 1/8	W-40102	5	40
111258	2 5/8	W-40123	1	10



107C2 STREET ELBOW CLOSE RUFF

Quality Model	Size O.D. (Inches)	Replaces Mueller Number	Pack Qty.
107C2012	1/2	W-2321	50
107C2058	5/8	W-2326	100
107C2034	3/4	W-2330	25
107C2078	7/8	W-2334	50
107C2118	1 1/8	W-2344	20



ANEXO 7. Contactor GMC-12

Type	GMC-9	GMC-12	GMC-18	GMC-22
------	-------	--------	--------	--------



			GMC-9	GMC-12	GMC-18	GMC-22
Ratings						
	AC1		20A	20A	25A	32A
IEC-60947	AC3	200 ~ 240V	2.5kW 11A	3.5kW 13A	4.5kW 18A	5.5kW 22A
		380 ~ 440V	4kW 9A	5.5kW 12A	7.5kW 18A	11kW 22A
		500 ~ 550V	4kW 7A	7.5kW 12A	7.5kW 13A	15kW 22A
		690V	4kW 5A	7.5kW 9A	7.5kW 9A	15kW 18A


Continuous Current I _{th}						
	UL		20A	25A	30A	32A
Motor AC	Single phase	115V	0.5HP	0.5HP	1HP	2HP
		230V	1HP	2HP	3HP	3HP
	Three phase	200V	2HP	3HP	5HP	7HP
		230V	2HP	3HP	5HP	7.5HP
		460V	5HP	7.5HP	10HP	10HP
		575V	7.5HP	10HP	15HP	15HP

Type		GMC-9	GMC-12	GMC-18	GMC-22
Coil Current					
	AC 220V, 50Hz	36mA	36mA	36mA	36mA
	AC 110V, 50Hz	73mA	73mA	73mA	73mA

Operating Time						
Closing	AC 220V, 60Hz	10 ~ 17mS	10 ~ 17mS	10 ~ 17mS	10 ~ 17mS	
	AC 110V, 60Hz	11 ~ 18mS	11 ~ 18mS	11 ~ 18mS	11 ~ 18mS	
Opening	AC 220V, 60Hz	6 ~ 9mS	6 ~ 9mS	6 ~ 9mS	6 ~ 9mS	
	AC 110V, 60Hz	6 ~ 9mS	6 ~ 9mS	6 ~ 9mS	6 ~ 9mS	

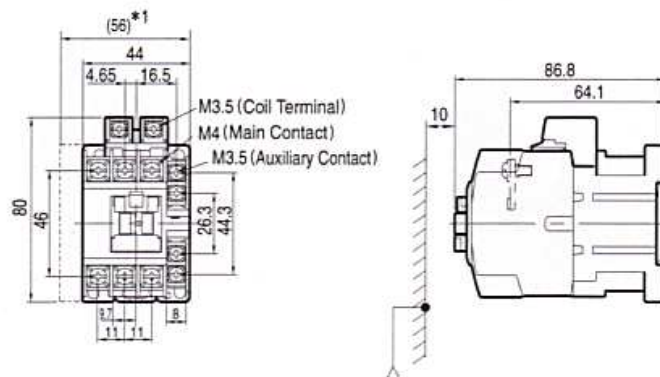
Auxiliary Contact	AU-1	AU-2	AU-4
	1no + 1nc	2no 2nc 1no + 1nc	4no 4nc 3no + 1nc 1no + 3nc 2no + 2nc
			

Ratings of the operational coil		GMC0940					
AC Coil	AC 60Hz	24V AC	48V AC	110V AC	120V AC	208V AC	220V AC
		240V AC	277V AC	380V AC	440V AC	480V AC	600V AC
AC Coil	AC 50Hz	24V AC	42V AC	48V AC	100V AC	110V AC	220V AC
		240V AC	380V AC	400V AC	415V AC	440V AC	500V AC
		550V AC					
DC Coil	DC	12V DC	24V DC	48V DC	100V DC	110V DC	125V DC
		200V DC	220V DC	250V DC			

Thermal Overload Relays	GTK-22	Selection (A)	Separate Mounting Unit
		0.1 - 0.16 2.5 - 4 0.16 - 0.25 4 - 6 0.25 - 0.4 5 - 8 0.4 - 0.63 6 - 9 0.63 - 1 7 - 10 1 - 1.6 9 - 13 1.6 - 2.5 12 - 18 16 - 22	AZ-22H 
			Rail Din

Reversing Contactors					
	AC	GMC-9R	GMC-12R	GMC-18R	GMC-22R
	DC	GMD-9R	GMD-12R	GMD-18R	GMD-22R

Dimension (mm)



LS LG Industrial Systems

ANEXO 8. Capacidades de corriente de conductores de cobre aislados AWG.

Tipo de aislam.	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, THW, THWN, DF, XHHW, RUH		PILC, V, MI		TBS, AVB SIS, THHW TA, SA, FEP THW, RHH EP, MTV, XHHW*	
Temp. máxima	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Calibre AWG/MCM	en al tubo aire		en al tubo aire		en al tubo aire		en al tubo aire	
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

ANEXO 9. Elementos de protección para compresores de refrigeración.

MOTOR START CAPACITOR

QUALITY's Motor Start Capacitor is a dry electrolytic device intended to provide the necessary torque to start AC motors that require a higher starting torque in relation to their running torque. Start capacitors are rated by minimum and maximum microfarad generated at a specific voltage.

FEATURES

- Compact size makes them an ideal replacement unit.
- Capacitors are hermetically seal to prevent damage from moisture and oil.
- Strong Backelite Case.
- Terminals dual .250" male quick connectors.

110 / 125 VAC ROUND MOTOR START CAPACITOR



Quality Model	Cap. MFD	Dimensions Inches		Master Carton Qty.
		Diam.	Height	
88-106-1B	88-108	1 7/16	2 3/4	100
108-130-1B	108-130	1 7/16	2 3/4	100
124-149-1B	124-149	1 7/16	2 3/4	100
130-154-1B	130-156	1 7/16	2 3/4	100
145-174-1B	145-175	1 7/16	2 3/4	100
161-193-1B	161-193	1 7/16	2 3/4	100
189-227-1B	189-227	1 7/16	2 3/4	100
216-259-1B	216-259	1 7/16	3 3/8	100
233-280-1B	233-280	1 7/16	3 3/8	100
243-292-1B	243-292	1 7/16	3 3/8	100
270-324-1B	270-324	1 13/16	3 3/8	64
324-389-1B	324-388	1 13/16	3 3/8	64
340-408-1B	340-408	1 13/16	3 3/8	64
378-454-1B	378-454	1 13/16	3 3/8	64
400-480-1B	400-480	1 13/16	3 3/8	64
430-516-1B	430-516	1 13/16	3 3/8	64
460-552-1B	460-552	1 13/16	3 3/8	64
540-648-1B	540-648	1 13/16	3 3/8	64
590-708-1B	590-708	1 13/16	3 3/8	64
645-774-1B	645-774	1 13/16	3 3/8	64
708-850-1B	708-850	1 13/16	3 3/8	64
720-864-1B	720-864	1 13/16	3 3/8	64
829-995-1B	829-995	1 13/16	3 3/8	64
850-1020-1B	850-1020	1 13/16	3 3/8	64
1000-1200-1B	1000-1200	1 13/16	3 3/8	64

A-12



GENERAL PURPOSE RELAYS

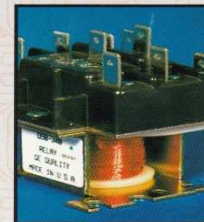
QUALITY's switching relays have many applications in air conditioning, refrigeration and heating equipment. Our relays have power duty contacts and come available in 24, 120 and 208/240 coil voltage.

Individually packed. Master carton: **50 units.**

FEATURES

- Multipositional galvanized steel mounting bracket.
- Terminals .250" male quick connectors.
- Mechanical life 1,000,000 operations.
- Electrical life 250,000 operations on resistive loads; 100,000 operations on inductive loads.

Quality Model	Contact Voltage VAC	Amp			Coil Voltage VAC	Contact Style	Configurations	
		FLA	LRA	Res.			Poles 123	Poles 456
Q90-340	125	12	60	15	24	DPDT	Power	Power
	250-277	6	35	15				
	480	3	18	12.5				
	600	3	14	-				
Q90-341	125	12	60	15	120	DPDT	Power	Power
	250-277	6	35	15				
	480	3	18	12.5				
	600	3	14	-				
Q90-342	125	12	60	15	208-240	DPDT	Power	Power
	250-277	6	35	15				
	480	3	18	12.5				
	600	3	14	-				



ANEXO 10. Manual del usuario para el Termostato Digital MT-512Ri plus.



1. DESCRIPCIÓN

El **MT-512Ri plus** es un controlador e indicador de temperatura, con un timer cíclico conjugado. Controla la refrigeración y deshielos por parada de compresor. Posee también salida serial para comunicación con el SITRAD®.

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

2. APLICACIÓN

- Cámaras
- Mostradores refrigerados

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Alimentación: MT512Ri plus – 115 ó 230 Vac ± 10% (50/60 Hz)
MT512RiL plus – 12 ó 24 Vac/dc
- Temperatura de control: -50 hasta 75.0°C / -58 hasta 167°F
- Corriente máxima: NA – 16(8)A/250Vac 1HP
NC – 8A/250Vac
- Dimensiones: 71 x 28 x 71 mm

21

- Temperatura de operación: 0 hasta 50°C / 32 hasta 122°F
- Humedad de operación: 10 hasta 90% HR (no condensante)

CLASIFICACIÓN ACORDANDO LA NORMA IEC60730-2-9:

- Límite de la temperatura de la superficie de la instalación: 50°C / 122°F
- Tipo de construcción: Regulador electrónico incorporado
- Acción automática: Tipo 1
- Control de la contaminación: Nivel 2
- Voltaje del impulso: 1,5kV
- Temperatura para la prueba de la presión de esfera: 75°C y 125°C / 167 y 257°F
- Aislamiento: Clase II

4. CONFIGURACIONES

4.1 - Ajuste de la temperatura de control (setpoint)

- Presione **SET** durante 2 segundos hasta aparecer **SEt**, soltando enseguida. Aparecerá la temperatura de control ajustada.
- Utilice las teclas **▲** y **▼** para modificar el valor y cuando esté listo, presione **SET** para grabar.

22

4.2 - Tabla de parámetros

Fun	Descripción	CENTÍGRADOS			FAHRENHEIT		
		Min	Máx	Unid	Min	Máx	Unid
F01	Código de acceso: 123 (ciento veintitrés)	-	-	-	-	-	-
F02	Corrimiento de indicación (offset)	-5.0	5.0	°C	-9	9	°F
F03	Mínimo setpoint permitido al usuario final	-50	75.0	°C	-58	167	°F
F04	Máximo setpoint permitido al usuario final	-50	75.0	°C	-58	167	°F
F05	Diferencial de control (hysteresis)	0.1	20.0	°C	1	40	°F
F06	Retardo para volver a conectar la salida de refrigeración	0	999	seg.	0	999	seg.
F07	Tiempo de refrigeración	1	999	min.	1	999	min.
F08	Tiempo de deshielo	0	999	min.	0	999	min.
F09	Estado inicial al energizar el instrumento	0 - refig.	1 - deshielo	-	0 - refig.	1 - deshielo	-
F10	Indicación de temperatura trabada durante el deshielo	0 - no	1 - sí	-	0 - no	1 - sí	-
F11	Retardo en la energización del instrumento	0	240	min.	0	240	min.
F12	Tiempo adicional al final del primer ciclo	0	240	min.	0	240	min.
F13	Dirección del instrumento en la red RS-485	001	247	-	001	247	-

23

4.3 - Configuración de los parámetros

- Acceda a función F01 presionando simultáneamente las teclas ∇ y \blacktriangle durante 2 segundos hasta aparecer $F01$, soltando enseguida. Luego aparecerá $F01$ y luego presione SET (toque corto).
- Utilice las teclas ∇ y \blacktriangle para ingresar el código de acceso (123) y, cuando esté listo, presione SET .
- Utilice las teclas ∇ y \blacktriangle para acceder a la función deseada.
- Después de seleccionar la función, presione SET (toque corto) para visualizar el valor configurado para aquella función.
- Utilice las teclas ∇ y \blacktriangle para alterar el valor y cuando esté listo, presione SET para grabar el valor configurado y retomar al menú de funciones.
- Para salir del menú y retomar a la operación normal (indicación de la temperatura), presione SET (toque largo) hasta aparecer -5.0 .

5. FUNCIONES DE RÁPIDO ACCESO

5.1 - Registros de las temperaturas máxima y mínima

Presione la tecla \blacktriangle . Aparecerán las temperaturas mínima y máxima registradas.

Nota: Para reiniciar los registros, mantenga presionada la tecla \blacktriangle durante la visualización de las temperaturas mínima y máxima hasta aparecer -5.0 .

24

Deshielo manual:

- Para cambiar de "refrigeración" para "deshielo" o viceversa, independientemente de la programación, mantenga presionada la tecla \blacktriangle durante 4 segundos, hasta aparecer dEF o FdF en el visor.
- Para visualizar el status y el tiempo ya transcurrido, presione ∇ .
- dEF \rightarrow Delay inicial FdF \rightarrow Refrigeración dEF \rightarrow Deshielo

6. SENÁLIZACIONES

REFRIG - Salida de refrigeración conectada

DEFROST - Realizando deshielo natural

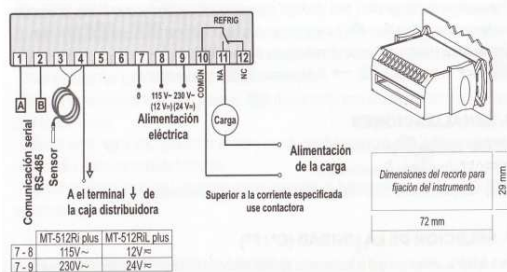
Err - Sensor desconectado o temperatura fuera del rango especificado

7. SELECCION DE LA UNIDAD (C° / F°)

Para definir la unidad con que el instrumento operará, acceda a función "F01" con el código de acceso "231" y confirme en la tecla SET . Presione la tecla \blacktriangle y aparecerá la indicación UdU . Presione SET para elegir entre $0C$ y $0F$ confirme. Después de seleccionar la unidad aparecerá FdF y el instrumento volverá a la función "F01". Cada vez que la unidad sea alterada, los parámetros deben ser reconfigurados, ya que ellos asumen los valores "estandar".

25

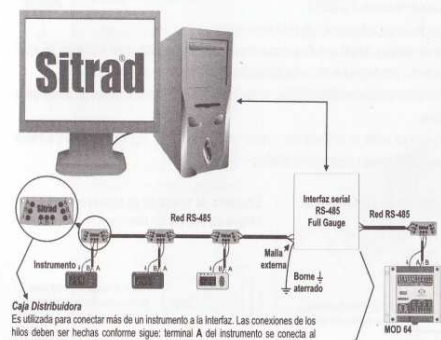
8. ESQUEMA DE CONEXIÓN



Nota: El propio usuario puede aumentar la longitud del cable del sensor hasta 200 metros, utilizando un cable de 2 x 24 AWG. Para inmersión en agua utilice pozo termométrico.

26

Interconectando Controladores, Interface Serial RS-485 y Computadora



Caja Distribuidora
Es utilizada para conectar más de un instrumento a la interfaz. Las conexiones de los hilos deben ser hechas conforme sigue: terminal A del instrumento se conecta al terminal A de la caja distribuidora, que a su vez, debe ser conectado con el terminal A de la interfaz. Repita el procedimiento para los terminales B y \pm , siendo \pm la malla del cable (tierra opcional).
El terminal \pm de la caja de distribución debe estar conectado a los respectivos terminales \pm de cada uno de los instrumentos.

27

IMPORTANTE

Conforme capítulos de la norma IEC 60364:

- 1: Instale protectores contra sobretensiones en la alimentación.
- 2: Los cables de sensores y de señales de computadora pueden estar juntos; sin embargo, no en el mismo electroducto por donde pasa la alimentación eléctrica y la activación de cargas.
- 3: Instale supresores de transientes (filtros RC) en paralelo a las cargas, con la finalidad de aumentar la vida útil de los relés.

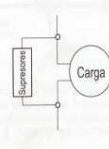
Para más informaciones, entre en contacto con nuestro departamento de Ing. de Aplicación; a través del e-mail support@fullgauge.com ó por el teléfono +55 51 3475.3308.

Esquema de conexión de supresores en contactores



A1 y A2 son los bornes de la bobina del contactor

Esquema de conexión de supresores en cargas de activación directa



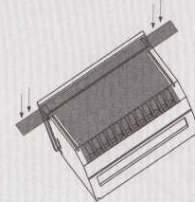
Para la activación directa tome en consideración la corriente máxima especificada.

28

VINILO PROTECTOR:

Protege los instrumentos instalados en locales sometidos a goteos de agua, como en refrigeradores comerciales, por ejemplo. Este adhesivo acompaña el instrumento, dentro de su embalaje.
Haga la aplicación solamente después de concluir las conexiones eléctricas.

Retire el papel protector y aplique el vinilo sobre toda la parte superior del aparato, doblando los bordes conforme indican las flechas.



© Copyright 2006 • Full Gauge Controls ® • Derechos reservados.

29

ANEXO 11. Válvula Solenoide DANFOSS 018F6260 (BF115BS).

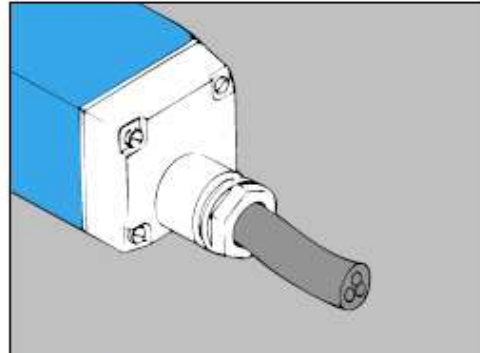
018F6260



Temp. Ambiente: -40 - +80°C (Válvula NC), -40 - +55°C (Válvula NO)
 Variación de tensión admisible: +10 - -15%, como bobinas de doble frecuencia: ±10%
 bobinas c.a. para 220-230 / 380-400 V; +6 - -15%, como bobinas de doble frecuencia: +6 - -10%
 Protección: IP 67
 Cable 1m.:
 La rosca externa de la entrada del cable es adecuada para tubos de acero flexibles o una protección de cable correspondiente.
 Funcionamiento: 10 W/21 VA
 Conexión: 44 VA

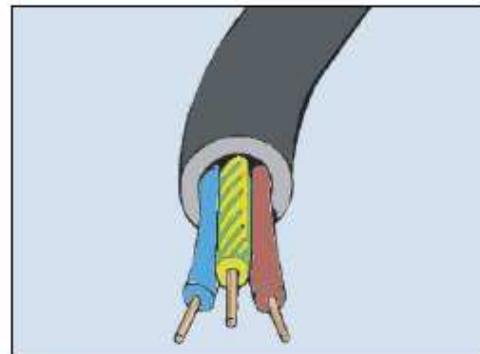
Características	Valor
Tipo	BF115BS
Peso	0,336 [kg]
Sistema de actuador	13,5 mm
Rango temp. ambiente[°C]	-40 - 80 °C
Rango temp. ambiente [°F]	-40 - 175 °F
Long. cable [in]	40,00 in
Long. cable	1,00 m
Conex. bobina	CABLE
Color	Blue
EAN number	5702428024891
Protección	IP67
Frecuencia [Hz]	60 HZ
Formato pack	Multi pack
Power consumption [W]	10,0 W
Cantidad por pack	24 pc
Producto estándar	Sí
Supply voltage [V a.c.]	115 V
Designación tipo	Coil for solenoid valve

La superficie exterior del cable se ha de adaptar totalmente al prensa de entrada.
 Por eso siempre se deben utilizar cables redondos, ya que son los únicos que pueden estanquizarse eficazmente.



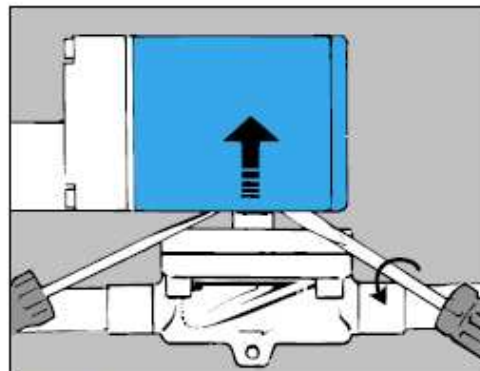
Afo_0010

Se debe tomar nota de los colores de los hilos del cable.
 Amarillo/verde siempre es para tierra.
 Hilos de color uniforme casi siempre son fase ó neutro.

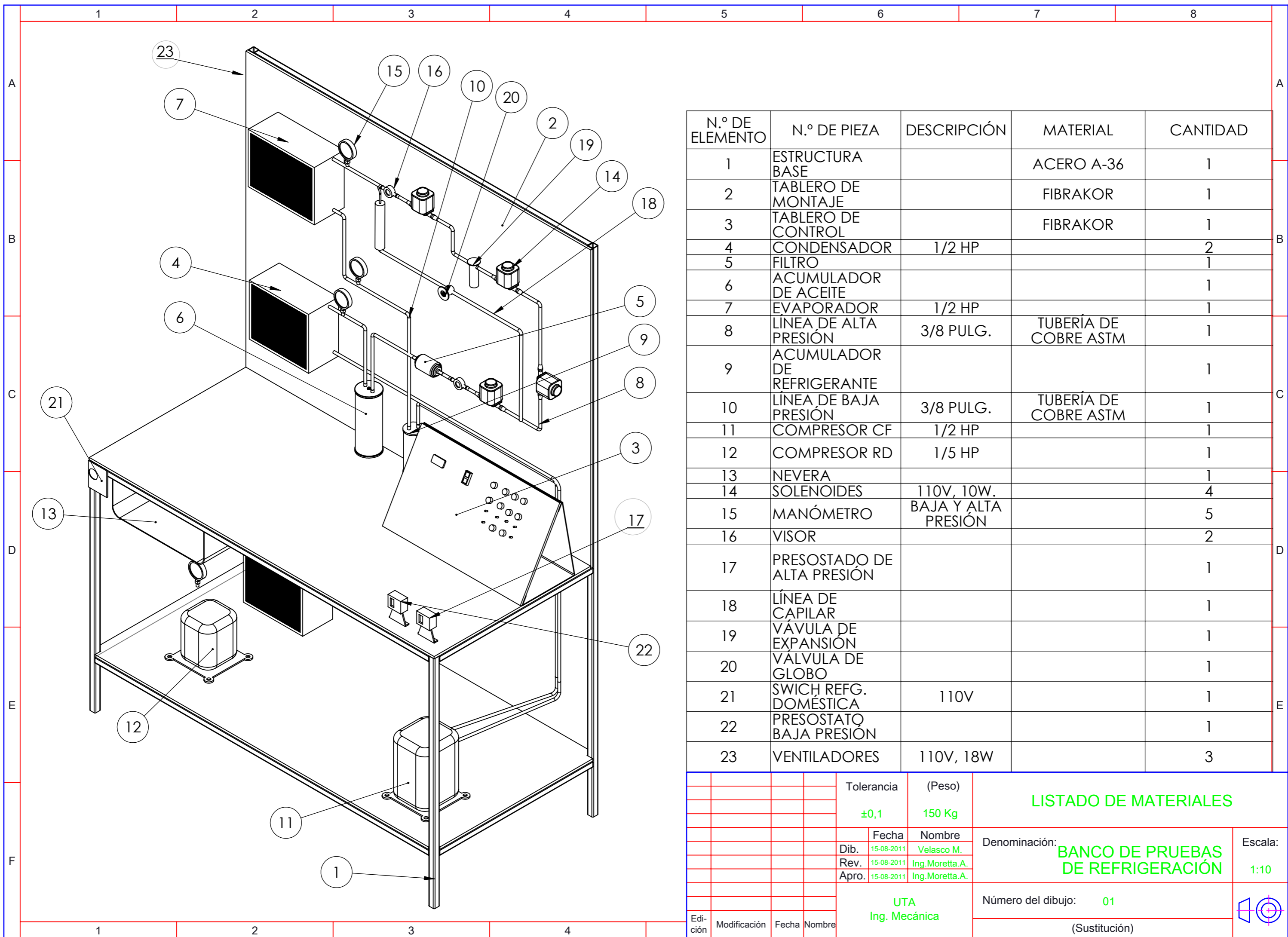


Afo_0011

Cuando se desmonta una bobina pueden ser necesario utilizar herramientas, p.e. dos destornilladores.



Afo_0012



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	ESTRUCTURA BASE		ACERO A-36	1
2	TABLERO DE MONTAJE		FIBRAKOR	1
3	TABLERO DE CONTROL		FIBRAKOR	1
4	CONDENSADOR	1/2 HP		2
5	FILTRO			1
6	ACUMULADOR DE ACEITE			1
7	EVAPORADOR	1/2 HP		1
8	LÍNEA DE ALTA PRESIÓN	3/8 PULG.	TUBERÍA DE COBRE ASTM	1
9	ACUMULADOR DE REFRIGERANTE			1
10	LÍNEA DE BAJA PRESIÓN	3/8 PULG.	TUBERÍA DE COBRE ASTM	1
11	COMPRESOR CF	1/2 HP		1
12	COMPRESOR RD	1/5 HP		1
13	NEVERA			1
14	SOLENOIDES	110V, 10W. BAJA Y ALTA PRESIÓN		4
15	MANÓMETRO			5
16	VISOR			2
17	PRESOSTADO DE ALTA PRESIÓN			1
18	LÍNEA DE CAPILAR			1
19	VÁVULA DE EXPANSIÓN			1
20	VÁVULA DE GLOBO			1
21	SWICH REFG. DOMÉSTICA	110V		1
22	PRESOSTATO BAJA PRESIÓN			1
23	VENTILADORES	110V, 18W		3

Tolerancia	(Peso)
±0,1	150 Kg
Fecha	Nombre
Dib. 15-08-2011	Velasco M.
Rev. 15-08-2011	Ing. Moretta. A.
Apro. 15-08-2011	Ing. Moretta. A.

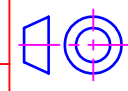
LISTADO DE MATERIALES

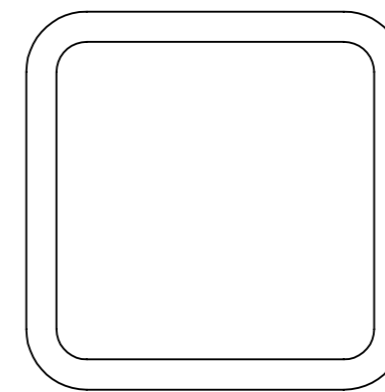
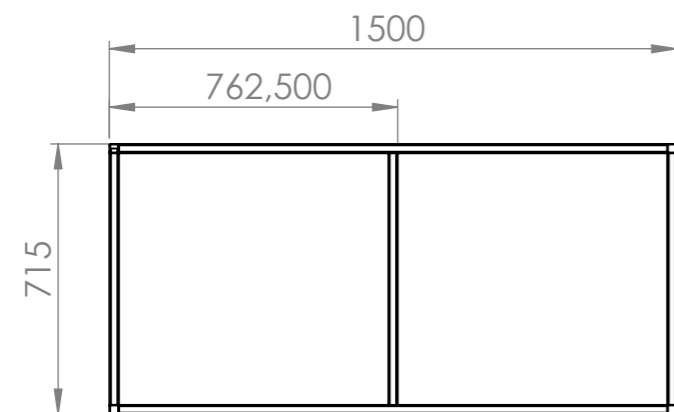
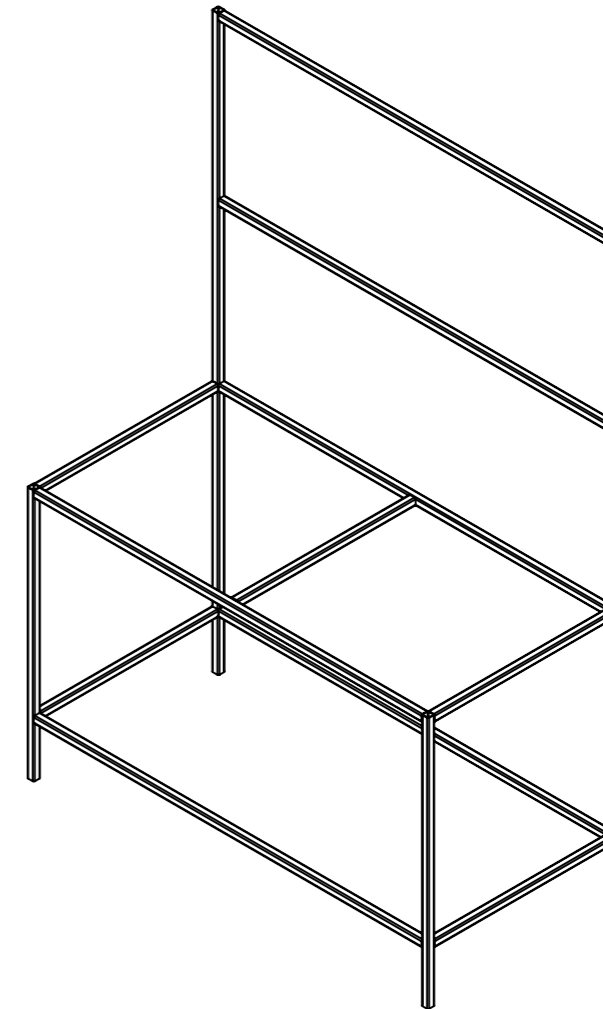
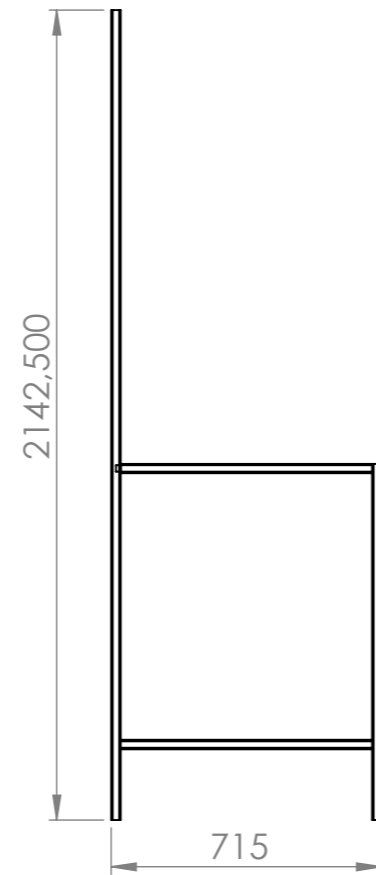
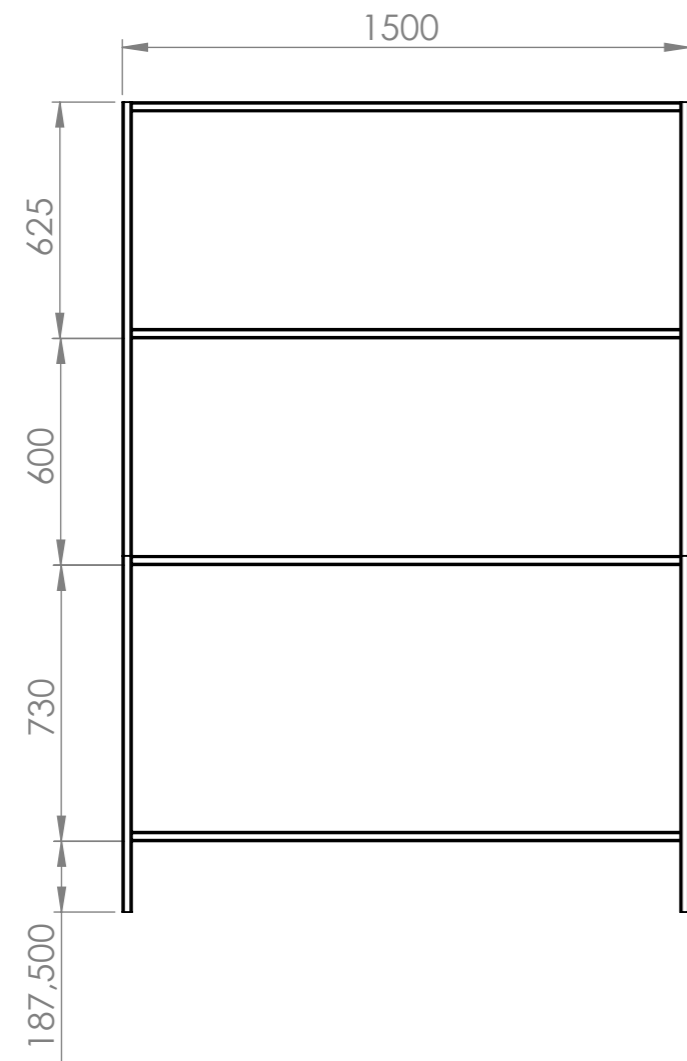
Denominación: **BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN** Escala: 1:10

Número del dibujo: 01 (Sustitución)

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

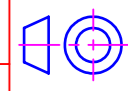
UTA
Ing. Mecánica

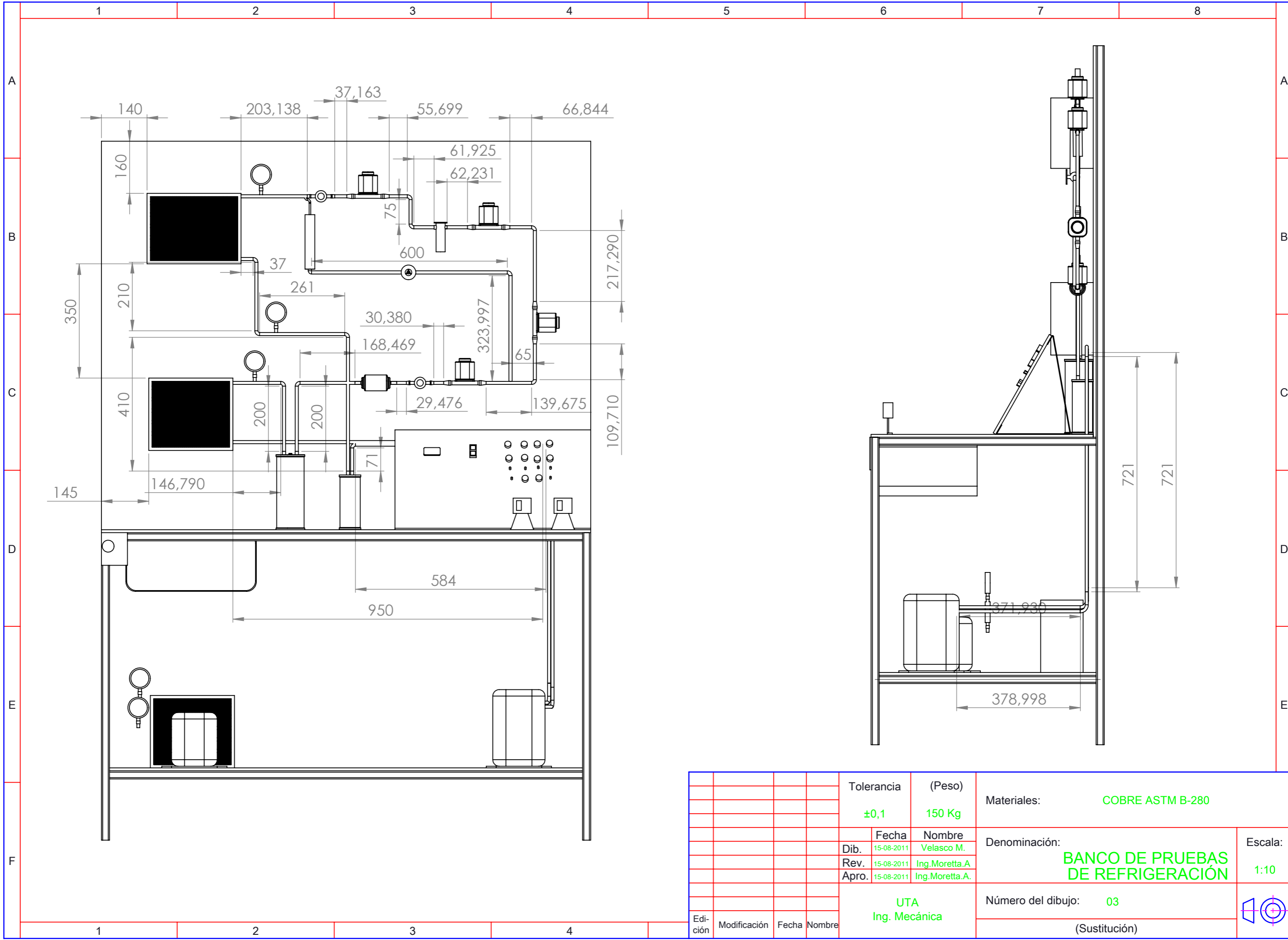




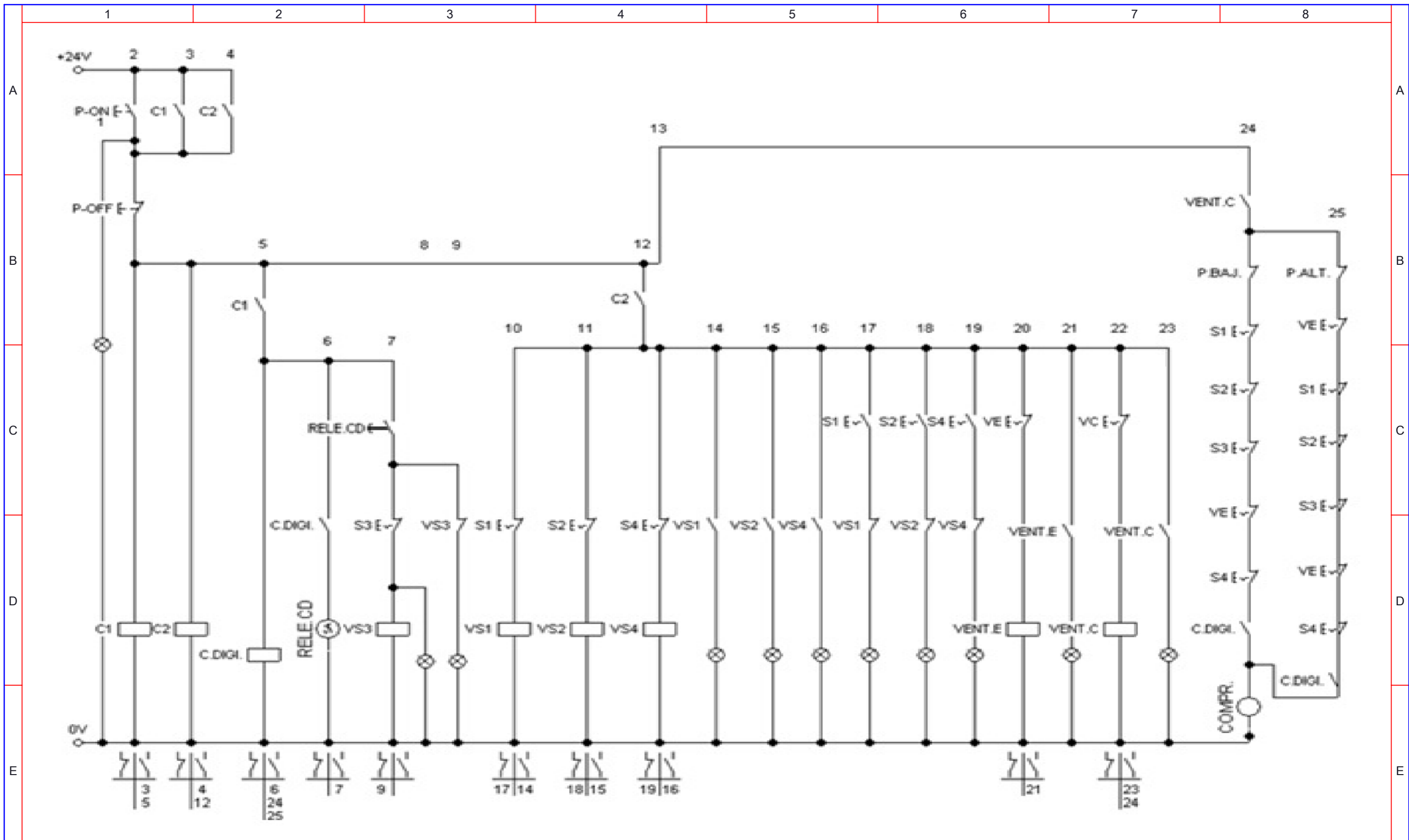
Tubo cuadrado de 25 x 25 x 2
Escala 2:1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ESTRUCTURAL A36	
				±0,1	120 Kg		
					Fecha	Nombre	Denominación: ESTRUCTURA
				Dib.	15-08-2011	Velasco M.	
				Rev.	15-08-2011	Ing. Moretta. A.	
				Apro.	15-08-2011	Ing. Moretta. A.	Número del dibujo: 02
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:20	





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		COBRE ASTM B-280	
				±0,1	150 Kg				
					Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib.	15-08-2011	Velasco M.	BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN		1:10
				Rev.	15-08-2011	Ing. Moretta.A			
				Apro.	15-08-2011	Ing. Moretta.A.			
				UTA		Número del dibujo:		03	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: CABLE SUCRE 3X16	
				±0,1	Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: DIAGRAMA DE CONTROL ELÉCTRICO PARA EL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN	Escala:
			Dib.	15-08-2011	Velasco M.		
			Rev.	15-08-2011	Ing. Moretta. A.		
				Apro.	15-08-2011	Ing. Moretta. A.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: ANEXO 13	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

F

E

D

C

B

A

E

D

C

B

A

1

2

3

4

Tolerancia

(Peso)

Materiales: CABLE SUCRE 3X16

±0,1

Kg

Dib.

15-08-2011

Ing. Moretta. A.

Rev.

15-08-2011

Ing. Moretta. A.

Apro.

15-08-2011

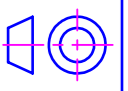
Ing. Moretta. A.

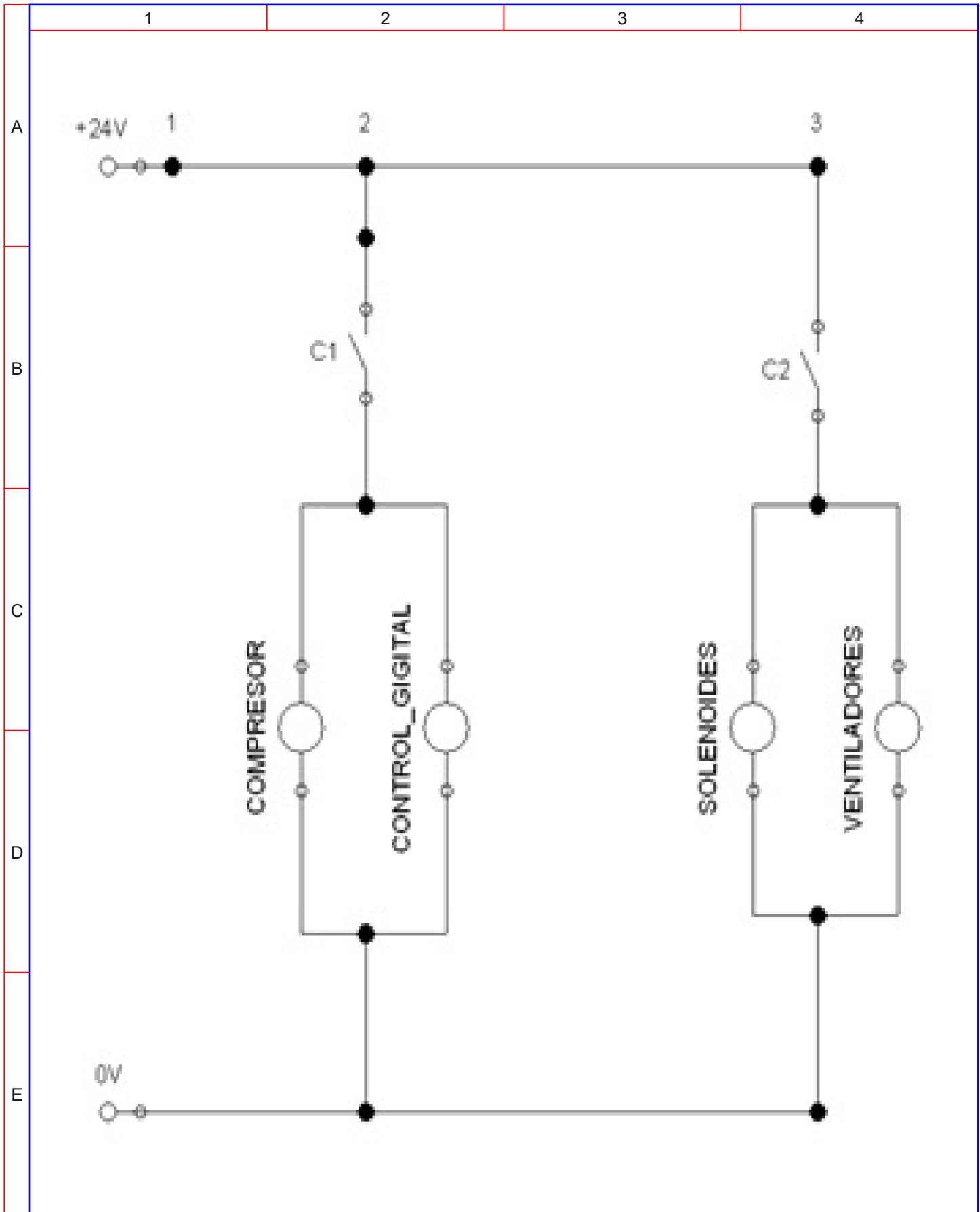
UTA

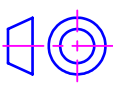
Ing. Mecánica

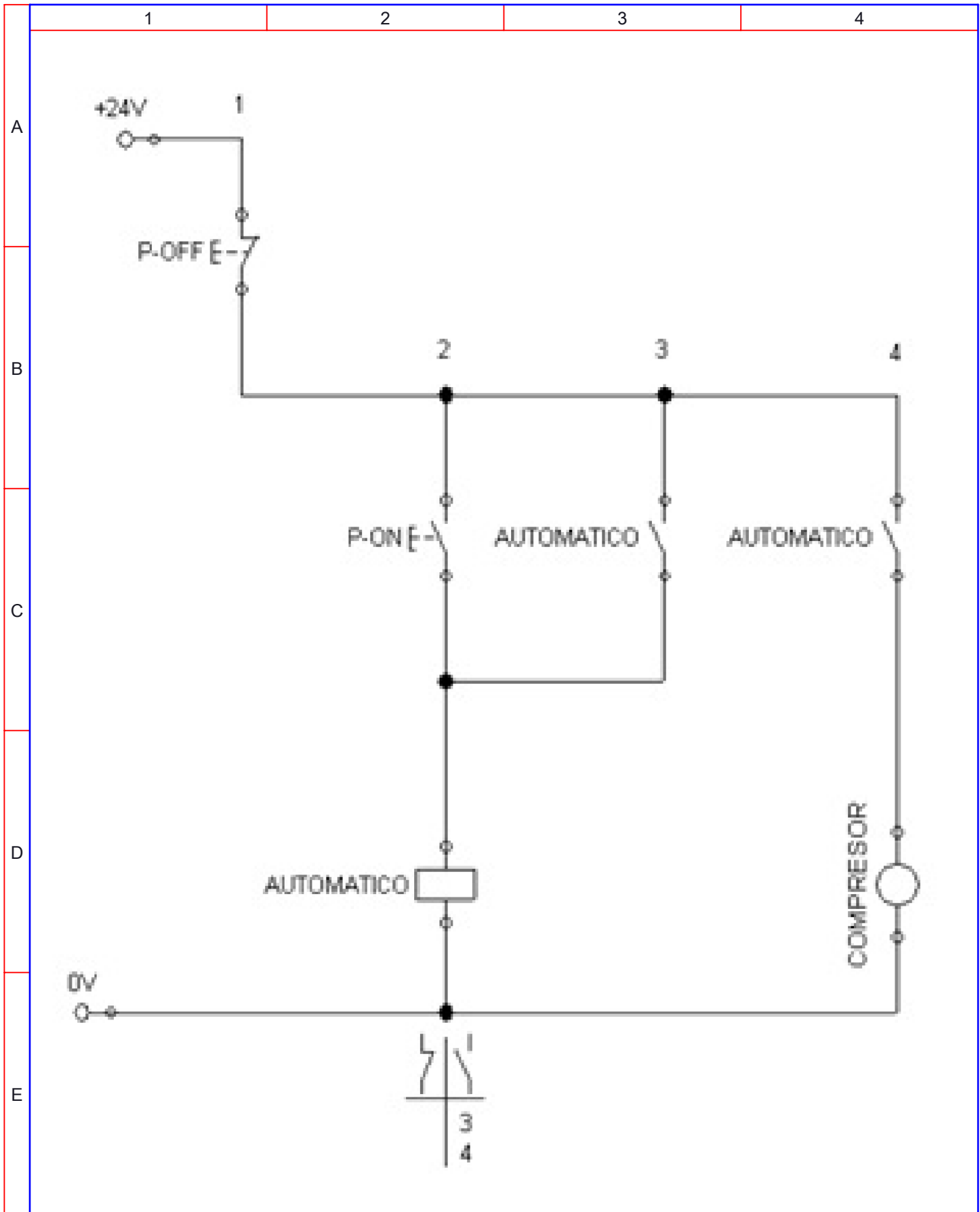
Número del dibujo: ANEXO 13

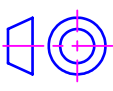
(Sustitución)





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	CABLE SUCRE 2X14
				±0,1	Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dib.	15-08-2011	Velasco M.		
			Rev.	15-08-2011	Ing. Moretta.A.		
			Apro.	15-08-2011	Ing. Moretta.A.	Número del dibujo:	ANEXO 14
				UTA		(Sustitución)	
				Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: CABLE FLEXIBLE 2X16	
				±0,1	Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: DIAGRAMA DE FUERZA SECCIÓN REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA	Escala:
			Dib.	15-08-2011	Velasco M.		
			Rev.	15-08-2011	Ing. Moretta.A.		
				Apro.	15-08-2011	Ing. Moretta.A.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: ANEXO 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

ANEXO 16. GUÍA PARA PRÁCTICA EN EL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN DE REFRIGERACIÓN

INTRODUCCIÓN

Este folleto de instrucción servirá como guía para los estudiantes puedan desarrollar prácticas de laboratorio en el Banco de Pruebas de Refrigeración. La realización de esta experiencia proporcionará al estudiante un entendimiento de la operación básica de los equipos de refrigeración.

OBJETIVO

Reforzar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula de clase relacionado con lo práctico.

PRÁCTICA DE FUNCIONAMIENTO Y SIMULACIÓN DE FALLAS

FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN

SECCIÓN 1. CUARTO FRÍO

- 1.** Funcionamiento del Banco de Pruebas De Refrigeración mediante la válvula de expansión.
- 2.** Funcionamiento del Banco de Pruebas De Refrigeración mediante el tubo capilar.
- 3.** Simulación de fallas mediante el sistema de control en el Banco de Pruebas de Refrigeración.

Para poner en marcha el Banco de Pruebas de Refrigeración con el fin de no ocasionar ningún tipo de daño al equipo, seguir los siguientes pasos:

1. Despejar el área donde estaba ubicado el Banco de Pruebas de Refrigeración con el fin de tener una adecuada circulación de aire tanto en el evaporador y en el condensador.
2. Conectar a una fuente de alimentación de 110V.
3. Verificar si existe fugas.
4. Verificar que el presostato de alta este seteado para que pueda encender el compresor.

Una vez realizado lo anteriormente expuesto proceder a operar Banco de Pruebas de Refrigeración.

PRÁCTICA N. 1

OPERACIÓN CON LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA
IMAGEN
PROCEDIMIENTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cerrar manualmente la válvula de paso tipo globo en la línea del capilar 2. Colocar los swichs de solenoides 1, 2, 3 y 4 en posición de encendido “ON”. 3. Colocar los swich de los ventiladores tanto del condensador como del evaporador en posición de encendido “ON”. 4. Encender el Banco de Pruebas de Refrigeración con la botonera ON-OFF “Encendido” ubicada en el tablero de control. <ol style="list-style-type: none"> 1. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto. 2. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.
CONCLUSIONES:

RESULTADOS		
Condiciones de funcionamiento y equipo apagado con la válvula de expansión.		
ACCESORIO	PRESIÓN (Psi)	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta		Encendido Apagado
Manómetro de baja 1		Encendido Apagado
Manómetro de baja 2		Encendido Apagado
Controlador digital		Temperatura de evaporador
ANÁLISIS		

PRÁCTICA N. 2

OPERACIÓN CON EL TUBO CAPILAR
IMAGEN
PROCEDIMIENTO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir manualmente la válvula de globo en la línea del Tubo Capilar 2. Colocar los swichs de las solenoides 2, 3, y 4 en posición apagado “OFF” para cortar el paso del refrigerante 3. Colocar el swich de la solenoide 1 en posición encendido “ON” 4. Colocar los swich de los ventiladores tanto del condensador como del evaporador en posición de encendido “ON”. 5. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF “Encendido” ubicada en el tablero de control. 6. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto. 7. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.

CONCLUSIONES:		
RESULTADOS		
Condiciones de funcionamiento y equipo apagado con el tubo capilar.		
ACCESORIO	PRESIÓN (Psi)	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta		Encendido Apagado
Manómetro de baja 1		Encendido Apagado
Manómetro de baja 2		Encendido Apagado
Controlador Digital		Temperatura de evaporador
ANÁLISIS		

PRÁCTICA N. 3

SIMULACIÓN DE FALLAS MEDIANTE EL SISTEMA DE CONTROL EN EL BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.

a. FALLA EN EL EVAPORADOR.

IMAGEN

PROCEDIMIENTO

1. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido “ON”
2. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF “Encendido” ubicada en el tablero de control.
3. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto.

4. Colocar el swich “ventilador evaporador” en posición apagado (OFF), para provocar la falla.															
5. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital.															
CONCLUSIONES:															
RESULTADOS															
Condiciones de falla en el evaporador.															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ACCESORIO</th> <th>VALOR</th> <th>OBSERVACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manómetro de alta</td> <td></td> <td>Presión poco estable</td> </tr> <tr> <td>Manómetro de baja 1</td> <td></td> <td>Presión inestable</td> </tr> <tr> <td>Manómetro de baja 2</td> <td></td> <td>Presión inestable</td> </tr> <tr> <td>Controlador digital</td> <td></td> <td>De temperatura calibrada la misma que desciende rápidamente</td> </tr> </tbody> </table>	ACCESORIO	VALOR	OBSERVACIÓN	Manómetro de alta		Presión poco estable	Manómetro de baja 1		Presión inestable	Manómetro de baja 2		Presión inestable	Controlador digital		De temperatura calibrada la misma que desciende rápidamente
ACCESORIO	VALOR	OBSERVACIÓN													
Manómetro de alta		Presión poco estable													
Manómetro de baja 1		Presión inestable													
Manómetro de baja 2		Presión inestable													
Controlador digital		De temperatura calibrada la misma que desciende rápidamente													
ANÁLISIS															

b. FALLA EN EL CONDENSADOR.
IMAGEN
PROCEDIMIENTO
<ol style="list-style-type: none"> Esperar un tiempo aproximado de 3 minutos antes de empezar una nueva simulación de fallas. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido “ON” Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF “Encendido” ubicada en el tablero de control. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto. Colocar el swich “ventilador condensador” en posición apagado (OFF), para provocar la falla. Tome las lecturas de los datos indicados en los manómetros.

CONCLUSIONES:		
RESULTADOS		
Condiciones de falla en el condensador.		
ACCESORIO	VALOR	OBSERVACIÓN
Manómetro de alta		Presión inestable
Manómetro de baja 1		Presión poco inestable
Manómetro de baja 2		Presión poco inestable
ANÁLISIS		

c. FALLA EN ALTA PRESIÓN.	
IMAGEN	
PROCEDIMIENTO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Esperar un tiempo aproximado de 3 minutos antes de empezar una nueva simulación de fallas. 2. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido “ON” 3. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF “Encendido” ubicada en el tablero de control. 4. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto. 5. Suministrar calor (fuego) en el bulbo de la válvula de expansión para provocar la falla. 6. Observar el comportamiento del equipo. 7. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital 	
CONCLUSIONES:	
RESULTADOS	
ANÁLISIS	

d. FALLA EN BAJA PRESIÓN.								
IMAGEN								
PROCEDIMIENTO								
1. Esperar un tiempo aproximado de 3 minutos antes de empezar una nueva simulación de fallas. 2. Verificar que los swich de solenoides y ventiladores estén en posición de encendido “ON” 3. Encender el Banco de Pruebas con la botonera ON-OFF “Encendido” ubicada en el tablero de control. 4. Permitir la operación de la unidad por 3 minutos y observe que tenga un funcionamiento normal y correcto. 5. Observar el comportamiento del equipo. 6. Tome las lecturas de los datos indicados en los elementos como manómetros y controlador digital. 7. Para la realización de la simulación de falla en la línea de baja se realizó con las diferentes válvulas solenoides:								
SOLENOIDE CON LA QUE SE VA A SIMULAR	SOLENOIDE							
	S1		S2		S3		S4	
	APAG.	ENC.	APAG.	ENC.	APAG.	ENC.	APAG.	ENC.
S1	X		X		X		X	
S2		X	X		X		X	
S3		X		X	X		X	
S4		X		X		X	X	
CONCLUSIONES:								
RESULTADOS								
ANÁLISIS								