



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014”

AUTORES:

JARRÍN CONTRERAS MILTON ROLANDO
ROMERO GUACHO JORGE ALEXANDER.

DIRECTOR:

Ing. CRISTIAN GALLARDO

ASESOR METODOLÓGICO:

Dr. GALO TERÁN

LATACUNGA – ECUADOR
2016



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, l@s postulantes:

- JARRÍN CONTRERAS MILTON ROLANDO
- ROMERO GUACHO JORGE ALEXANDER

Con la tesis, cuyo título es:


“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014”

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

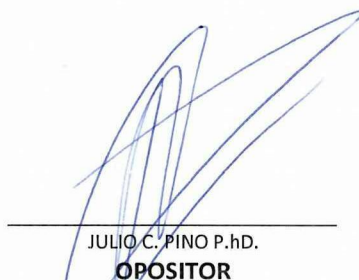
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.


Latacunga, 21 de Marzo de 2016

Para constancia firman:


Ing. Ms.C. EDWIN MOREANO
PRESIDENTE


DR. RAÚL MONTALUISA
MIEMBRO


JULIO C. PINO P.H.D.
OPOSITOR


Ing. CRISTIAN GALLARDO
TUTOR (DIRECTOR)

AUTORÍA

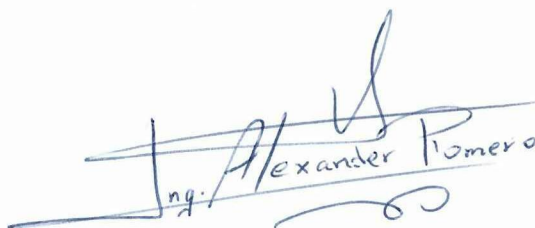
Nosotros, **JARRÍN CONTRERAS MILTON ROLANDO Y ROMERO GUACHO JORGE ALEXANDER**; exponemos que el trabajo descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado por ningún nivel o calificación profesional; los textos utilizados se incluyen en este documento como referencia bibliográfica.

La **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual.

Latacunga, 24 de marzo de 2016



Jarrín Contreras Milton Rolando



Romero Guacho Jorge Alexander



AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

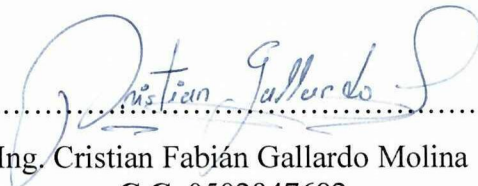
En calidad de Directo de trabajo de investigación sobre el tema: “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014**”

De los señores estudiante **Jarrín Contreras Milton Rolando y Romero Guacho Jorge Alexander** postulantes de la Carrera de Ingeniería en Ingeniería Electromecánica.

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado.

Latacunga, 24 de Marzo de 2016



.....

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina
C.C. 0502847692

DIRECTOR DE TESIS



AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de **Asesor Metodológico** del Trabajo de Investigación sobre el tema:
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014” de los señores: **Jarrín Contreras Milton Rolando y Romero Guacho Jorge Alexander**, postulantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes técnicos suficientes para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Grado.

Latacunga, 24 de Marzo de 2016

.....
Dr. Galo Terán
ASESOR METODOLÓGICO



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Coordinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014” de los señores: **Jarrín Contreras Milton Rolando** y **Romero Guacho Jorge Alexander**, postulantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicha implementación cumple con los requisitos y aportes técnicos, para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Grado.

Latacunga, 24 de Marzo de 2016



Ingeniería
Electromecánica

Ing. Ms.C. Edwin Moreano

COORDINADOR DE CARRERA

DEDICATORIA

Al culminar una etapa más de mi vida estudiantil y después de varios años de duro esfuerzo y dedicación he logrado un éxito más en mi vida.

El resultado de este esfuerzo se lo dedico a mis adorados padres, a Dios y abuelitas

A mis ejemplares padres que ellos triunfaron conmigo porque son un pilar fundamental en mi vida ya que se esfuerzan cada día para que no me falte nada porque con su sacrificio, dedicación y mucho esfuerzo me han dado siempre lo mejor espacialmente la herencia más grande que es la educación.

A Dios porque con su bendición e surgido día a día y por tener el regalo más grande de tener a unos excelentes padres.

A mi abuelita materna por sus consejos y de manera especial dedico este triunfo a la memoria de mi abuelita paterna por ser ese ángel que desde el cielo nos cuida y me supo guiar por el camino del bien para que pueda cumplir un objetivo más en mi vida profesional, hoy queda por mi parte brindar el apoyo a toda mi familia y a quienes de una u otra forma estuvieron siempre junto a mí.

Alexander

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado salud y fuerza para alcanzar todas mis metas y propósitos.

A mis Padres, quienes me apoyaron en todo momento y por cada sacrificio que hicieron para que hoy, yo pueda alcanzar esta meta, siempre serán una guía en mi camino y un pilar fundamental en mi vida.

A mis Abuelitos por su cariño, consejos y apoyo moral en todo momento.

Milton

AGRADECIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestra profunda gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi, quien nos abrió las puertas para llenarnos de conocimientos, cumplir nuestras metas e ideales; siendo unos profesionales útiles y competentes en la sociedad.

De manera muy especial nuestro eterno reconocimiento, para quienes nos apoyaron durante nuestros años de vida estudiantil en la Universidad, especialmente al señor **Ing. Cristian Gallado Molina** por su asesoramiento y al **Ing. MSc. Edwin Moreano** por su valioso aporte científico en el proyecto de implementación, a nuestros docentes, que nos compartieron sus conocimientos y de quienes nos llevamos los mejores recuerdos.

Nuestro profundo agradecimiento a Dios quien nos concedió la vida y nos dio sabiduría para elegir y hoy culminar la carrera, permitiéndonos alcanzar nuestro anhelo profesional.

Alexander & Milton

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE LA TESIS.....	iv
DEDICATORIAS	vii
AGRADECIMIENTO.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Marco teórico.....	3
1.2.1. Refrigeración.....	3
1.2.1.1. Carga de calor	4
1.2.1.2. Agente de refrigeración.....	4
1.2.2. Principios de la refrigeración.....	5
1.2.3. Fundamentos de refrigeración.....	6
1.2.3.1. Ley Cero y equilibrio térmico.....	6
1.2.3.2. Temperatura	7
1.2.3.3. Termometría.....	7
1.2.3.4. Ley de Boyle	8
1.2.3.5. Ley de Charles.....	8
1.2.3.6. Ciclo de Refrigeración Carnot	9
1.2.4. Sistema de refrigeración	10
1.2.4.1. Sistema de refrigeración por compresión.....	10
1.2.4.2. Sistema de refrigeración por absorción.....	11

1.2.5.	Circuito de refrigeración.....	12
1.2.6.	Elementos fundamentales de la refrigeración.....	13
1.2.7.	Elementos, características de un sistema de refrigeración	13
1.2.7.1.	Compresor.....	13
1.2.7.1.1.	Tipos de compresores.....	14
1.2.7.2.	Condensador.....	16
1.2.7.3.	Evaporador	18
1.2.8.	Elementos complementarios de refrigeración.....	19
1.2.8.1.	Visores o mirillas	19
1.2.8.2.	Válvula de expansión	20
1.2.8.3.	Tuberías.....	21
1.2.9.	Instrumentos de medición.....	21
1.2.10.	Fluidos refrigerantes.....	24
1.2.10.1.	Clases de refrigerantes	25
1.2.10.2.	Refrigerantes Primarios o Fluorados.....	25
1.2.10.3.	Refrigerantes Secundarios.....	27
1.2.10.4.	Refrigerantes HCFC	28
1.2.11.	Aplicaciones de la refrigeración.....	28
1.2.12.	Módulo didáctico	29

CAPÍTULO II..... 30

2.1.	Presentación de resultados.....	30
2.2.	Metodología utilizada.....	30
2.2.1.	Tipo de investigación	30
2.2.2.	Nivel de la investigación	31
2.2.3.	Métodos	31
2.2.4.	Técnica e instrumento.....	31
2.2.5.	Población	32
2.2.6.	Recolección de información	32
2.2.7.	Hipótesis.....	32
2.2.8.	Operación de variables.....	32

2.2.8.1. Variable independiente.....	32
2.2.8.2. Variable dependiente.....	32
2.2.9. Operacionalización de variables	33
2.2.9.1. Operacionalización variables independiente.....	33
2.2.9.2. Operacionalización variables dependiente	34
2.2.10. Tratamiento y análisis estadístico de los resultados.....	35
2.2.11. Análisis e interpretación de resultados.....	35
2.2.12. Verificación de la Hipótesis	44
2.2.12.1. Determinación de variables.....	44
2.2.12.2. Método Estadístico.....	44

CAPÍTULO III..... 50

3.1. Propuesta	50
3.1.1. Título	50
3.2. Presentación.....	50
3.3. Objetivos.....	51
3.3.1. Objetivo general	51
3.3.2. Objetivos específicos.....	51
3.4. Factibilidad.....	51
3.5. Diseño del Banco de Pruebas de Refrigeración	52
3.5.1. Plano del módulo para el Banco de Pruebas de Refrigeración.....	52
3.5.2. Selección de materiales del módulo del Banco de Pruebas.....	53
3.6. Construcción del módulo para el Banco de Pruebas de Refrigeración ..	54
3.6.1. Selección de elementos para el Banco de Pruebas de Refrigeración	55
3.6.1.1. Switch de encendido	57
3.6.1.2. Termostato Digital GAUGE TC-900Ri power/3	57
3.6.1.3. Termostato Digital GAUGE MT-512 E 2HP.....	58
3.6.1.4. Luces piloto tipo led.....	59
3.6.1.5. Evaporador	59
3.6.1.6. Moto ventilador.....	60
3.6.1.7. Compresor.....	60

3.6.1.8.	Condensador	61
3.6.1.9.	Manómetros de alta y baja presión	62
3.6.1.10.	Tubo capilar de cobre	63
3.6.1.11.	Relevadores 214212V 30 Flosser	63
3.6.1.12.	Contactador Metasol MC-18b.....	64
3.6.1.13.	Acoples enroscables metálicos ½, ¼ y 3/8, pulgada.....	65
3.6.1.14.	Válvulas de paso ½, ¼ y 3/8, pulgada.....	65
3.6.1.15.	Válvula solenoide.....	66
3.6.1.16.	Botón de paro general o de emergencia.....	66
3.6.1.17.	Gas refrigerante 134 ^a	67
3.7.	Elaboración Banco de Pruebas de Refrigeración.....	69
3.8.	Ubicación de elementos en el módulo del Banco de Pruebas	70
3.9.	Inversión para Banco de Pruebas de Refrigeración.....	71
3.10.	Conclusiones y recomendaciones.....	74
3.10.1.	Conclusiones:.....	74
3.10.2.	Recomendaciones:	75
	BIBLIOGRAFÍA.....	76
	ANEXOS:	80

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS REFRIGERANTES	29
CUADRO N° 1.2. REFRIGERANTES FLUORADOS MÁS UTILIZADOS	31
CUADRO N° 2.1. INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPAMIENTO SUFICIENTE PARA PRÁCTICAS	42
CUADRO N° 2.2. ELEMENTOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN PARA PRÁCTICAS.....	43
CUADRO N° 2.3. LABORATORIO TIENE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.....	44
CUADRO N° 2.4. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN, VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES	45
CUADRO N° 2.5. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN MEJORAN COMPETENCIAS	46
CUADRO N° 2.6. IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.....	47
CUADRO N° 2.7. BANCO DE PRUEBAS SOLO PARA PROFESORES Y ESTUDIANTES.....	48
CUADRO N° 2.8. BANCO DE PRUEBAS PARA SERVICIOS EXTERNOS .	49
CUADRO N° 2.9. FRECUENCIA OBSERVADA (<i>f_e</i>).....	52
CUADRO N° 2.10. DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO X ² TABULADO o α	53
Cuadro N° 2.11. Chi Cuadrado X ² Calculado	54
CUADRO N° 3.1 MATERIALES PARA MUEBLE O MÓDULO	59
CUADRO N° 3.2 ELEMENTOS PARA BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.....	61
CUADRO N° 3.3. CARACTERÍSTICAS GAS REFRIGERANTE 134 ^a	73
CUADRO N° 3.4. INVERSIÓN - PRESUPUESTO.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1.1. EQUILIBRIO TÉRMICO, LEY CERO	7
FIGURA N° 1.2. CICLO DE CARNOT	10
FIGURA N° 1.3. ELEMENTOS FUNDAMENTALES REFRIGERACIÓN	15
FIGURA N° 1.4. COMPRESOR HERMÉTICO	17
FIGURA N° 1.5. COMPRESOR ABIERTO	18
FIGURA N° 1.6. COMPRESOR SEMIHERMÉTICO.....	18
FIGURA N° 1.7. CONDENSADORES REFRIGERADOS POR AIRE	20
FIGURA N° 1.8. MIRILLA O VISOR DE REFRIGERANTE.....	23
FIGURA N° 1.9. TUBERÍA CAPILAR	25
FIGURA N° 1.10. MANÓMETRO MANUAL Y DIGITAL.....	26
FIGURA N° 1.11. HIGRÓMETRO MANUAL Y DIGITAL	26
FIGURA N° 1.12. BARÓMETRO MANUAL Y DIGITAL	27
FIGURA N° 1.13. TERMÓMETROS	28
FIGURA N° 2.1. INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPAMIENTO SUFICIENTE PARA PRÁCTICAS.....	42
FIGURA N° 2.2. ELEMENTOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN PARA PRÁCTICAS.....	43
FIGURA N° 2.3. LABORATORIO TIENE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.....	44
FIGURA N° 2.4. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN, VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES	45
FIGURA N° 2.5. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN MEJORAN COMPETENCIAS	46
FIGURA N° 2.6. IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN.....	47
FIGURA N° 2.7. BANCO DE PRUEBAS SOLO PARA PROFESORES Y ESTUDIANTES.....	48
FIGURA N° 2.8. BANCO DE PRUEBAS PARA SERVICIOS EXTERNOS ...	49
FIGURA N° 2.9.ZONA DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	55
FIGURA N° 3.1. PLANO DEL MÓDULO O MUEBLE.....	58

FIGURA N° 3.2. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO O MUEBLE.....	60
FIGURA N° 3.3. MONTAJE DE ELEMENTOS EN MÓDULO O MUEBLE..	60
FIGURA N° 3.4. SWITCH ENCENDIDO	63
FIGURA N° 3.5. TERMOSTATO DIGITAL TC-900RI	63
FIGURA N° 3.6. TERMOSTATO DIGITAL MT-512 E.....	64
FIGURA N° 3.7. LUZ LED 5050	65
FIGURA N° 3.8. EVAPORADOR	65
FIGURA N° 3.9. MOTO VENTILADOR	66
FIGURA N° 3.10. COMPRESOR	66
FIGURA N° 3.11. CONDENSADOR	67
FIGURA N° 3.12. MANÓMETROS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN.....	68
FIGURA N° 3.13. TUBO CAPILAR DE COBRE	68
FIGURA N° 3.14. RELEVADORES 2142 12V	69
FIGURA N° 3.15. CONTACTOR MC-18B	70
FIGURA N° 3.16. ACOPLS ENROSCABLES	70
FIGURA N° 3.17. VÁLVULAS DE PASO.....	71
FIGURA N° 3.18. VÁLVULAS SOLENOIDE.....	71
FIGURA N° 3.19. BOTÓN DE PARO O EMERGENCIA.....	72
FIGURA N° 3.20. ENVASE CON REFRIGERANTE 134A.....	73
FIGURA N° 3.21.UBICACIÓN DE ELEMENTOS EN MÓDULO	76

Tema: “Diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes del sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2014”

RESUMEN

La investigación para el diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes, tiene como objetivo general su construcción en base de materiales y elementos de primera calidad, con el firme propósito de implementar el laboratorio de la carrera de Electromecánica para las prácticas experimentales, formación y desarrollo de competencias profesionales de los estudiantes. El marco teórico tiene un fundamento documental basado en obras científicas actuales, la metodología aplicada fue tipo bibliográfico y de campo, de nivel exploratorio y explicativo apoyada por métodos tradicionales. Los resultados más relevantes señalan que el laboratorio de instrumentación de la carrera en estudio: no se encuentra equipado adecuadamente, no tiene los elementos básicos y no existe un banco de pruebas de refrigeración para las prácticas académicas, por lo que, surge la necesidad de la implementación de un equipo denominado Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración, mismo que fue construido con las manos y conocimiento de los autores de esta trabajo de graduación, para que sirva para elevar el nivel académico y experimental de los estudiantes y docentes del Alma Mater, Universidad Técnica de Cotopaxi.

Palabras Claves: Banco de pruebas, refrigeración, visualización de magnitudes

Topic: Design and implementation of a Test bench of Refrigeration for the visualization of magnitudes of the system of refrigeration for the Laboratory of Electromechanical of Cotopaxi Technical University, period 2014

ABSTRACT

Research for the design and implementation of a test of cooling for displaying magnitudes, has the general objective based construction materials and components of first quality, with the firm intention to implement the laboratory's career for Electromechanics experimental practices, training and skills development of students. The framework has a documentary basis based on current scientific literature, the methodology used was bibliographic and field exploratory and explanatory level type supported by traditional methods. The most relevant results indicate that the laboratory instrumentation career under study: it is not properly equipped, does not have the basics and there is no test cooling academic practices, therefore, the need of implementation of a computer named Test bench refrigeration for displaying magnitudes in the cooling system, the same that was built with hands and knowledge of the authors of this graduate work, to serve to raise the academic and experimental level students and teachers of the Soul Mater, Technical University of Cotopaxi.

Key words: bank of tests, refrigeration, visualization of magnitudes.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

Yo, Lic. Marcelo Pacheco con C.C. 050261735-0, en calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **JARRÍN CONTRERAS MILTON ROLANDO** y **ROMERO GUACHO JORGE ALEXANDER** con C.C. 172317352-0 y 050307283-7, cuyo título versa “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2014**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 24 de marzo del 2016

Atentamente,


Lic. Marcelo Pacheco
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0

Introducción

Las prácticas experimentales de las carreras técnicas requieren de laboratorios o gabinetes correctamente equipados con materiales, instrumentos y equipos con tecnología de punta de acuerdo a la especialidad que corresponda en la educación superior o universitaria.

Las instituciones de educación superior nuevas, como es el caso de la Universidad Técnica de Cotopaxi, percibe del estado un presupuesto reducido, que sirven únicamente para solventar gastos administrativos y este aporte no permite el equipamiento de los centros de experimentación como laboratorios y gabinetes pedagógicos para el desarrollo de las actividades académicas, por lo que se ve obligado a que por medio de la investigación teórico – práctica se construyan y equipos, instrumentos, se elaboren productos como aportes voluntarios para mejorar las competencias profesionales de los estudiantes.

En el desarrollo de las actividades académicas de la carrera de Electromecánica existen asignaturas o materias que son eminentemente técnicas y prácticas, así por ejemplo la visualización de magnitudes en un sistema de refrigeración únicamente se lo puede hacer un banco de pruebas de refrigeración, razón que exige la creatividad de los estudiantes, el asesoramiento de los docentes, la colaboración y apoyo de las autoridades de la universidad para producir ciencia y conocimiento.

El proceso investigativo del tema “Diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes del sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2014” se estructuró en tres capítulos previa la aprobación de un anteproyecto.

La investigación se sintetiza en los siguientes componentes metodológicos:

En el Capítulo I, se desarrolló el marco teórico que fundamenta de forma científica el fin de la investigación propuesta sobre el Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes y otros temas de relación con las variables de estudio para finalizar con el planteamiento de la hipótesis de estudio.

El Capítulo II, corresponde a la presentación de resultados y metodología desglosada así: Tipo de investigación, nivel de la investigación, métodos, técnica e instrumento, población, recolección de información, tratamiento y análisis estadístico de los resultados, análisis e interpretación de resultados y verificación de la hipótesis

Y finalmente en el **Capítulo III**, se presenta el producto de la investigación denominado “Diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes del sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2014”, para culminar con la bibliografía y anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

1.1. *Antecedentes Investigativos*

Como antecedentes investigativos se presentan tres trabajos de similares características realizado a nivel internacional, nacional y local, los mismos que sirvieron como referente para el tema que se trata en el presente estudio:

Según, (CARRASQUILLA, 2011) autora de la investigación: “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE CONTROL PARA UN BANCO DE PRUEBAS PARA SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA” en la Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Ingenierías, Maestría en Ingeniería (Medellín - Colombia), posterior al proceso investigativo presentan las siguientes conclusiones:

El desarrollo de nuevas tecnologías, la disminución del consumo energético, la optimización en los procesos de refrigeración y el uso de refrigerantes naturales, son algunos de los resultados de la fase de sensibilización de las empresas productoras de frío o frente al medio ambiente. Estos resultados las han llevado a impulsar proyectos de investigación que involucran al sector educativo como gestor del conocimiento y generador del trabajo en equipo, con el fin de desarrollar y promover el uso de nuevas tecnologías amigables con el medio. La fusión empresa universidad a más que fortalecer la industria, crea conciencia e inclusión social en la resolución de problemas con un alto impacto tecnológico, académico y medio ambiental. Es de esta manera como los resultados obtenidos en este trabajo investigativo son de gran ayuda para lograr los alcances del proyecto. Desarrollo de un Banco de Ensayos para Refrigeración Doméstica en la Empresa Industrias Haceb S.A." que estuvieron enfocados en la reducción del consumo energético de los sistemas de refrigeración doméstica, basados en encontrar la mejor configuración en los dispositivos de carga de refrigerante y túnel de viento.



Los resultados obtenidos no solo son una plataforma para el estudio de las variables asociadas a los proceso de refrigeración, la disminución del consumo energético y la optimización de los tiempos durante estas pruebas, sino que también permitirán la creación de nuevos dispositivos que mejorarán la calidad de los refrigeradores domésticos, dándole a esta industria un plus de innovación asociado a la responsabilidad social empresarial que se preocupa por crear productos con un bajo impacto ambiental posibilitando un mayor crecimiento económico.

En la Escuela Politécnica del Ejército, los tesistas (MERO, y otros, 2012), presentaron el tema de graduación titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR DE 1HP DE CAPACIDAD, USANDO REFRIGERANTE R404A PARA PROCESOS DE CARGA, DESCARGA, RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTE DEL SISTEMA Y SIMULACIÓN DE FALLAS PARA EL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA DEL D.E.C.E.M. EN EL AÑO 2012.

En este trabajo se detalla la conclusión más relevante que dice: Se construyó el banco de pruebas de operación segura, con nuevas tendencias tecnológicas acordes a las necesidades actuales mediante toma de datos de forma confiable y con instrumentos de mayor precisión, con referencia a los convencionales usados en refrigeración.

En la Universidad Técnica de Cotopaxi se destaca el trabajo de graduación que corresponde a los investigadores: (PROAÑO, y otros, 2012) con el tema “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE REFRIGERACIÓN, PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” bajo la dirección y asesoramiento del señor Ing. Álvaro Mullo”. Este trabajo presentan las conclusiones más relevantes:

El modulo didáctico de refrigeración cuenta con una guía de prácticas donde podrá el estudiante identificar y manipular cada uno de los elementos en el banco de prácticas permitiéndole familiarizarse con el sistema de refrigeración aplicado.

Los fluidos refrigerantes cuentan con una lista muy amplia y se diferencian entre ellos por sus relaciones de presión-temperatura, por sus rendimientos de calor sensible (producción de frío).

Para la elección de la cámara de hielo se tomó en cuenta una referente a los cálculos ya que es muy difícil encontrar en el mercado una cama de hielo de nuestras características.

El modulo didáctico de refrigeración es una máquina de producción de frío a compresión está compuesta con los siguientes elementos: compresor, condensador, evaporador, un capilar para la expansión o válvula de expansión termostática.

Todos los aparatos frigoríficos pueden tener problemas de funcionamiento por razones diversas: defectos de algún componente, malas determinaciones, mal mantenimiento, malos conceptos de instalación y uso.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores los trabajos de investigación servirán como referente de consulta, además que los estudios serán respetados en su integridad, autoría e institucionalidad.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Refrigeración

(MIRANDA, y otros, 2004, p. 11) Refrigeración, desde el punto de vista de la ingeniería de la refrigeración es el conjunto de técnicas que permite enfriar una sustancia y mantener fría durante el tiempo que haga falta (desde unos segundos hasta años). La refrigeración incluye la problemática relacionada con el foco frío, que no debe confundirse con la sustancia. Un enfriamiento es un simple proceso de transferencia de calor. Una refrigeración es el enfriamiento de una sustancia y la técnica necesaria para mantener, más frío que la sustancia, el foco frío que permite el enfriamiento de la misma.

Para, (MARTÍNEZ, 2006) “La refrigeración es un proceso, en el que se realiza un trabajo, con el fin de mover el calor de una locación y transferirlo a otra”(p. 1)

(UMAÑA, 2010, p. 20) La refrigeración es un proceso que consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o un espacio. Considerando que realmente el frío no existe y que debe hablarse de mayor o menor cantidad de calor o de mayor o menor nivel térmico (nivel que se mide con la temperatura), refrigerar es un proceso termodinámico en el que se extrae calor del objeto considerado (reduciendo su nivel térmico), y se lleva a otro lugar capaz de admitir esa energía térmica sin problemas o con muy pocos problemas.

La Refrigeración.- Basada desde el punto de la ingeniería es de mucha importancia ya que comprende principios básicos de la termodinámica, donde su función depende en mover una cierta cantidad de calor de una sustancia durante segundos hasta años y que mejor si la empleamos en técnicamente en la práctica para ciertos beneficios.

1.2.1.1. Carga de calor

Según, (HERNÁNDEZ, 2009) carga de calor “es la cantidad de calor que debe retirarse del espacio por refrigerar, para reducir o mantener la temperatura deseada”. (p. 227)

En la mayoría de los casos, la carga de calor es la suma del calor que se fuga al espacio refrigerado a través de paredes, rendijas, ranuras, etc., más el calor que produce algún producto por refrigerar o motores eléctricos, alumbrado, personas, etcétera.

1.2.1.2. Agente de refrigeración

(HERNÁNDEZ, 2009, p.227) En cualquier proceso de refrigeración, el cuerpo empleado como absorbente de calor se llama agente de refrigeración o agente refrigerante. Los procesos de refrigeración se clasifican en sensibles y latentes. El proceso sensible, cuando la temperatura del refrigerante varía al absorber el calor. Es latente cuando la temperatura del refrigerante, al absorber el calor, permanece constante y causa cambio de estado. En los dos procesos, la temperatura del agente de refrigeración es menor que la temperatura del espacio por refrigerar.

1.2.2. Principios de la refrigeración

Entendemos por principios generales de refrigeración los fenómenos físicos más inmediatos que nos permiten enfriar unas sustancias son:

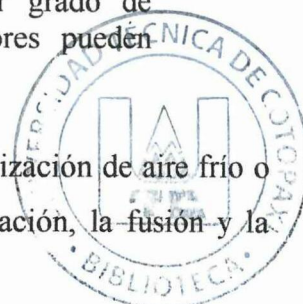
Elevación de la temperatura de la sustancia refrigerante. (Efecto sensible). (MIRANDA, 2012, p. 7) Se dispone de una sustancia a menor temperatura que la carga que deseamos enfriar aquella enfriará la carga aumentando la temperatura. En este sentido es frecuente la utilización de aire frío o agua fría para enfriar un recinto.

Cambio de sustancia refrigerante. (Efecto latente). (MIRANDA, 2012, p. 8) Cuando un sólido pasa a gas directamente el proceso se llama *sublimación* y se absorbe de calor, por lo tanto siempre puede utilizarse para enfriar una carga. Si un sólido pasa a líquido también absorbe calor y el proceso se llama *fusión*. Si un líquido pasa a gas también se absorbe calor y el proceso se llama *evaporación*. La sublimación, la fusión y la evaporación puede utilizarse para enfriar y el efecto frigorífico consiguiente se llama latente. El calor por unidad de masa absorbido para producir el cambio de estado se llama calor latente de evaporación, fusión y sublimación.

Expansión de un gas real. (Efecto Joule – Thomson). (MIRANDA, 2012, p. 8) Cuando expandimos un gas éste se enfría. Este hecho fundamental nos permite licuar los gases presentes en el aire y el aire mismo. Solo debemos tener presente que en determinadas circunstancias muy especiales no se produce un enfriamiento sino un calentamiento. (MIRANDA, 2012, p. 8)

Refrigeración termoeléctrica. (Efecto Peltier). (MIRANDA, 2012, p. 9) En 1942, Seebeck descubrió que la unión de dos metales diferentes, a diferente temperatura, produce una fuerza motriz. Este fenómeno constituye el principio de un dispositivo de conversión directa de energía y también de un sensor utilísimo de temperatura, denominado termopar. Los metales corrientes generan una fuerza electromotriz muy pequeña, equivalente a unos pocos milivolts por grado de diferencia de temperatura pero con semiconductores pueden obtenerse voltajes de salida mucho mayor.

Existen cuatro principios rectores de la refrigeración: utilización de aire frío o agua fría para enfriar llama do efecto sensible; La sublimación, la fusión y la



evaporación puede utilizarse para enfriar y el efecto frigorífico consiguiente se llama efecto latente; cuando se expande un gas este se enfría, pero no siempre se denomina Efecto Joule – Thomson y dos metales diferentes, a diferente temperatura, produce una fuerza motriz para dispositivos de enfriamiento es el efecto Peltier.

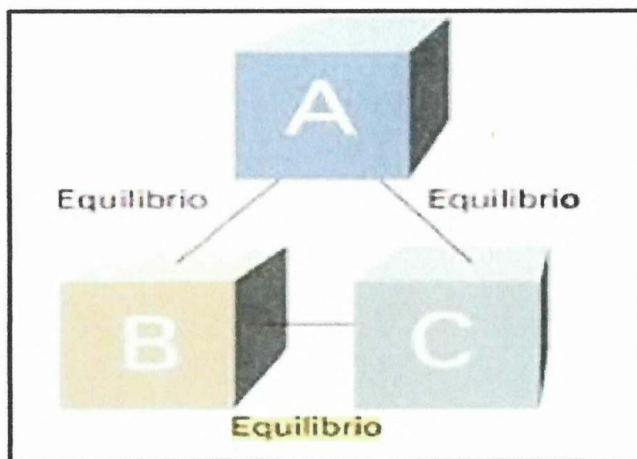
1.2.3. Fundamentos de refrigeración

1.2.3.1. Ley Cero y equilibrio térmico

Ley cero de la termodinámica: (KURT, 2006, p. 57) Dos cuerpos separados que están en equilibrio térmico con un tercer cuerpo, también están en equilibrio térmico entre sí. Esta ley nos indica que podemos medir la temperatura aprovechando el equilibrio térmico de los cuerpos, y estar seguros de que es independiente del material que intervenga. Recuerde que si dos cuerpos separados a distintas temperaturas se ponen en contacto entre sí, se llama equilibrio térmico, y se mantendrá, cuando la temperatura sea igual en ambos cuerpos. Es interesante que la temperatura se iguale a esta condición, pero las energías de los dos cuerpos no necesariamente se igualarán

Para, (BLASCO, y otros, 2008) Equilibrio térmico: “si dos cuerpos A y B, por separado, en equilibrio térmico con un tercer cuerpo C, entonces A y B están en equilibrio térmico entre sí” (p. 124).

FIGURA N° 1.1. EQUILIBRIO TÉRMICO, LEY CERO



Fuente: Química Física (Arkins, y otros, 2008)

La Ley Cero.- Explica con claridad que dos cuerpos deben estar balanceados y permanecer de esta manera para poder equilibrar a un tercero, quedando equilibradas térmicamente entre sí, dándonos paso a la medición de temperaturas y presiones.

1.2.3.2. *Temperatura*

(GIEANCOLI, 2006, p. 357) La temperatura es una propiedad de un sistema que determina si este último estará en equilibrio térmico con otros sistemas. Cuando dos sistemas están en equilibrio térmico sus temperaturas son, por definición iguales y ninguna energía térmica neta se intercambiará entre ellos. Esto es consistente con la noción cotidiana de temperatura, pues cuando un objeto caliente y uno frío se pone en contacto, eventualmente llega a la misma temperatura.

La Temperatura.- Se refiere directamente a la materia de transferencia de calor con nociones comunes medibles mediante un termómetro o también de un cuerpo hacia otro cuerpo, por esta razón se han ido desarrollado técnicas para la medición de la temperatura y ha pasado por un largo proceso histórico, ya que es necesario darle un valor numérico a una idea intuitiva como es lo frío o lo caliente de un lugar o cuerpo.

1.2.3.3. *Termometría*

(Castellan, 1987, p. 102) La ley cero sugiere un método para medir la temperatura de cualquier sistema. Escogemos un sistema, el termómetro, que tiene alguna propiedad que ayude de tal manera segura y de fácil medición y que varía con una rapidez razonable con la temperatura. Al termómetro se le alcanza equilibrio térmico con un sistema cuya temperatura es reproducible (por ejemplo, hielo a la temperatura de fusión). Para medir la temperatura de cualquier cuerpo, se deja al termómetro alcanzar el equilibrio térmico con el cuerpo es decir la ley cero que es aplicada en este caso. La posición del indicador corresponde a la temperatura en grados del cuerpo que se encuentra en equilibrio antes de medir dicha temperatura necesaria.

1.2.3.4. Ley de Boyle

Una sencilla ley de los gases, descubierta por Robert Boyle en 1662, describe la relación entre la presión y el volumen de un gas. La ley de Boyle establece que para una cantidad determinada de gas a temperatura constante, el volumen del gas varía inversamente con la presión. Es decir cuando la presión aumenta, el volumen disminuye; cuando la presión disminuye, el volumen aumenta. Para una cantidad específica de gas a temperatura constante, la expresión matemática de la ley de Boyle es como sigue:

$$V = \frac{a}{P}$$

o

$$PV = a$$

(HILL, y otros, 1999, p. 160) Donde a es una constante de proporcionalidad.

1.2.3.5. Ley de Charles

En el Siglo XIX, un científico francés llamado Jacques Charles realizó una serie de descubrimientos concernientes al efecto de la temperatura de los gases.

(WHITMAN, y otros, 2006, p. 17) La Ley de Charles establece que a presión constante, el volumen de un gas varía de forma proporcional a la temperatura absoluta, mientras que a volumen constante, la presión de un gas varía de forma directa con la temperatura absoluta. Dicho de otra forma, cuando se calienta un gas y éste es libre de expandirse, se expandirá y el volumen variará en proporción directa a la temperatura absoluta. La fórmula relativa al volumen de temperatura es:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Donde V_1 = volumen original
 V_2 = nuevo volumen
 T_1 = temperatura original
 T_2 = nueva temperatura.

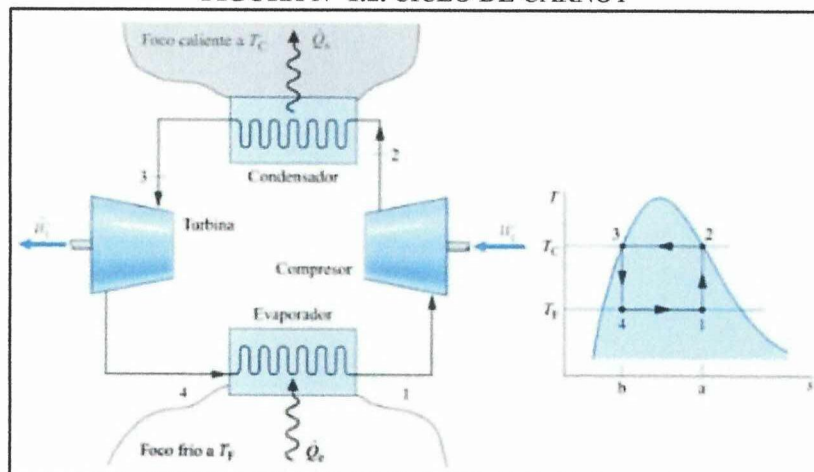
Formato de ecuaciones

Fórmula original.	$\frac{V}{T} = k$
Además puede expresarse como	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
Despejando T1 se obtiene	$T_1 = \frac{V_1 \cdot T_2}{V_2}$
Despejando T2 se obtiene	$T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1}$
Despejando V1 se obtiene	$V_1 = \frac{V_2 \cdot T_1}{T_2}$
Despejando V2 se obtiene	$V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1}$
donde: •V es el volumen. •T es la temperatura absoluta (es decir, medida en Kelvin) •k es la constante de proporcionalidad.	

1.2.3.6. Ciclo de Refrigeración Carnot

(MORÁN, y otros, 2004, p. 516) Para introducir algunos aspectos importantes de la refrigeración empezaremos considerando un ciclo de Carnot de refrigeración de vapor. Este ciclo se obtiene invirtiendo el ciclo de Carnot de potencia de vapor. La figura N° 1.1., muestra el esquema y el diagrama $T-s$ de un ciclo de Carnot de refrigeración que opera entre un foco de temperatura a T y otro foco a mayor temperatura T_c .

FIGURA N° 1.2. CICLO DE CARNOT



Fuente: Termodinámica Técnica (Morán & Howard, 2004)

1.2.4. Sistema de refrigeración

1.2.4.1. Sistema de refrigeración por compresión

Según, el (CENTRO TECNOLÓGICO JOSÉ CASABELLA, 2011):

La refrigeración por compresión desplaza la energía térmica entre dos focos; creando zonas de alta y baja presión confinadas en intercambiadores de calor, mientras estos procesos de intercambio de energía se suceden cuando el fluido refrigerante se encuentra en procesos de cambio de estado; de líquido a vapor, y viceversa.

El proceso de refrigeración por compresión se logra evaporando un gas refrigerante en estado líquido a través de un dispositivo de expansión dentro de un intercambiador de calor, denominado evaporador. Para evaporarse este requiere absorber calor latente de vaporización. Al evaporarse el líquido refrigerante cambia su estado a vapor. Durante el cambio de estado el refrigerante en estado de vapor absorbe energía térmica del medio en contacto con el evaporador, bien sea este medio gaseoso o líquido. A esta cantidad de calor contenido en el ambiente se le denomina carga térmica.

Luego de este intercambio energético, un compresor mecánico se encarga de aumentar la presión del vapor para poder condensarlo dentro de otro intercambiador de calor conocido como condensador. En este intercambiador se liberan del sistema frigorífico tanto el calor latente como el sensible, ambos componentes de la carga térmica. Ya que este aumento de presión además produce un aumento en su temperatura, para lograr el cambio de estado del fluido refrigerante y producir el sub enfriamiento del mismo, es necesario enfriarlo al interior del condensador; esto suele hacerse por medio de aire y/o agua conforme el tipo de condensador, definido muchas veces en función del refrigerante.

De esta manera, el refrigerante ya en estado líquido, puede evaporarse nuevamente a través de la válvula de expansión y repetir el ciclo de refrigeración por compresión.

Por su parte, los sistemas de refrigeración por compresión se diferencian o separan en dos grandes tipos:

Sistemas de compresión simple.- Eleva la presión del sistema mediante una sola carrera de compresión. Es el más común de los sistemas de refrigeración ampliamente utilizada en refrigeradores y equipos de aire acondicionado.



Sistemas de compresión.- Solución de compresión ideal para bajas temperaturas debido a las altas relaciones de compresión que estos sistemas superan. (p. 46 - 49)

1.2.4.2. Sistema de refrigeración por absorción

Un método alternativo de refrigeración es por absorción. Sin embargo este método por absorción solo se suele utilizar cuando hay una fuente de calor residual o barata, por lo que la producción de frío es mucho más económica y ecológica, aunque su rendimiento es bastante menor.

(CABRERA, 2010, p. 22) En estos sistemas la energía suministrada es, en primer lugar, energía térmica. El refrigerante no es comprimido mecánicamente, sino absorbido por un líquido solvente en un proceso exotérmico y transferido a un nivel de presión superior mediante una simple bomba. La energía necesaria para aumentar la presión de un líquido mediante una bomba es despreciable en comparación con la energía necesaria para comprimir un gas en un compresor. A una presión superior, el refrigerante es evaporado desorbido del líquido solvente en un proceso endotérmico, o sea mediante calor. A partir de este punto, el proceso de refrigeración es igual al de un sistema de refrigeración por compresión. Por esto, al sistema de absorción y desorción se le denomina también "compresor térmico"

En este sistema de refrigeración, al igual que en el de compresión se aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. En el caso de los ciclos de absorción se basan físicamente en la capacidad de absorber calor que tienen algunas sustancias, tales como el agua y algunas sales como el bromuro de litio, al disolver, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el amoníaco y el agua, respectivamente.

Más en detalle, el refrigerante se evapora en un intercambiador de calor, llamado evaporador, el cual enfría un fluido secundario, para acto seguido recuperar el vapor producido disolviendo una solución salina o incorporándolo a una masa líquida. El resto de componentes e intercambiadores de calor que configuran una planta frigorífica de absorción, se utilizan para transportar el vapor

absorbido y regenerar el líquido correspondiente para que la evaporación se produzca de una manera continua.

1.2.5. Circuito de refrigeración

(CONESA, J.A., 2011: p. 51) El término de circuito de refrigeración se suele reemplazar por el de sistema frigorífico o sistema de refrigeración en aplicaciones de refrigeración industrial”, debido a la complejidad de estos sistemas y principalmente a que están constituidos por dos o más intercambiadores de calor en los cuales el refrigerante sufre un cambio de estado en el cual el intercambio de calor latente es el que genera el fenómeno de refrigeración, así como al complejo sistema de control automático asociado.

(CONESA, J.A., 2011: p. 54) Un circuito de refrigeración corresponde a un arreglo mecánico basado en los principios de la termodinámica y mecánica de fluidos diseñado para transferir energía térmica entre dos focos, desplazando la energía térmica contenida en uno de sus focos a fin de obtener una menor temperatura en este.

Este cometido se lleva a cabo forzando la circulación de un fluido refrigerante por el interior de un circuito cerrado o semicerrado de tuberías e intercambiadores de calor. La circulación de este fluido refrigerante se realizará a través de máquinas de fluido como compresores y/o bombas, conforme la naturaleza y estado del refrigerante.

La constitución y configuración de un circuito de refrigeración no guarda un estándar establecido ya que varía conforme la aplicación y fluido utilizado”. Estos varían desde el clásico enfriamiento por agua en motores de combustión interna por medio de radiadores, pasando por sistemas de refrigeración industrial para la industria de alimentos, hasta el control de temperatura de condensadores en centrales nucleares por medio de torres de refrigeración, entre muchas otras aplicaciones.

En muchos casos, para que este desplazamiento de energía se lleve a cabo de buena manera, es importante que uno de los focos esté relativamente aislado del exterior para someterlo a estudio como un sistema termodinámico cerrado.

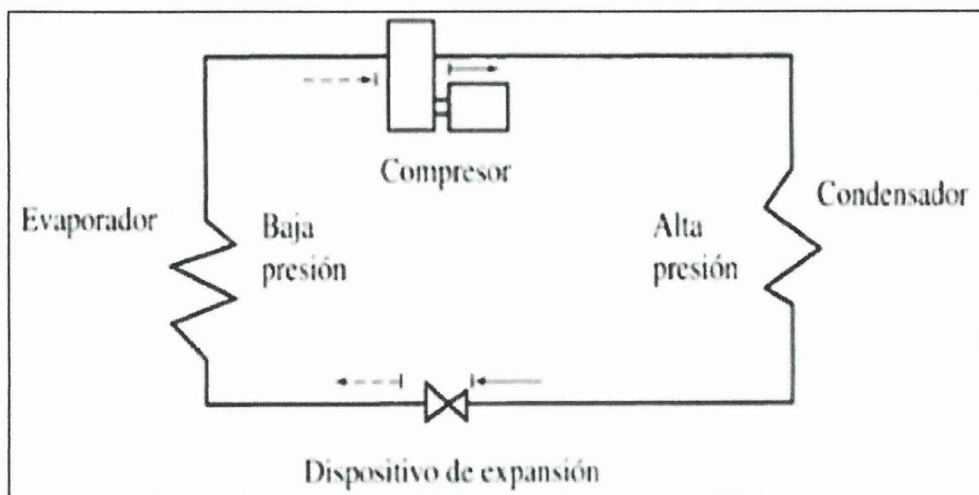
1.2.6. Elementos fundamentales de la refrigeración

Los sistemas de refrigeración por compresión constan, básicamente, de cuatro elementos que consideramos fundamentales a través de los cuales circula un fluido refrigerante.

Según (FRANCO, 2006, p. 1) Estos elementos son:

- a) Compresor
- b) Condensador
- c) Dispositivo de expansión
- d) Evaporador.

FIGURA N° 1.3. ELEMENTOS FUNDAMENTALES REFRIGERACIÓN



Fuente: Manual de refrigeración (Franco, 2006)

1.2.7. Elementos, características de un sistema de refrigeración

1.2.7.1. Compresor

Compresor: según, (FRANCO, 2006) “Aspira el fluido refrigerante a la presión de baja establecida y lo comprime elevando su presión y temperatura hasta unos valores tales que se puede efectuar la condensación. La descarga la efectúa el condensador” (p. 2)

El compresor puede considerarse como el “corazón” de una unidad de refrigeración, ya que bombea el refrigerante a través del sistema. Además eleva la temperatura del vapor de aspiración de retorno a una temperatura más alta antes de descargar en el condensador. El gas de descarga solo puede condensarse su temperatura de saturación es mayor que la del aire o el agua que enfría el condensador. La temperatura del vapor refrigerante puede elevarse comprimiéndolo a una presión alta. Sin embargo, en el proceso de atravesar el compresor, el vapor absorbe calor sensible de dos fuentes:

- 1) El calor del motor, es decir, el calor generado por el motor del compresor.
- 2) El calor de compresión, es decir el calor generado durante el proceso de compresión.

1.2.7.1.1. Tipos de compresores

Compresores herméticos, (HIDALGO, 2010, p. 718)

También llamados cerrados, son máquinas donde el motor y el compresor están cerrados herméticamente dentro de una carcasa generalmente metálica, que impide cualquier posible fuga hacia el exterior del fluido frigorífico. Sin embargo estos compresores presentan una serie de inconvenientes, restringiendo su uso a máquinas frigoríficas de pequeña potencia, no superior a 3° kW, donde la carcasa nunca supera los 500 mm de diámetro. Se utiliza principalmente para la refrigeración doméstica y comercial de pequeña potencia.

FIGURA N° 1.4. COMPRESOR HERMÉTICO



Fuente: Máquinas y equipos térmicos (Escudero & Fernández, 2013)

Compresores abiertos, (ESCUDERO, y otros, 2013, p. 120 - 121) En este caso motor y compresor van montados por separados siendo accesibles en su totalidad. El área de compresión tiene un eje saliente y es accionada por el motor eléctrico, la transmisión entre una parte y otra se realiza por medio de un acoplamiento que permite transmitir toda la fuerza de la zona motora a la zona de compresión con las mínimas pérdidas posibles, podemos diferenciar dos tipos de acoplamientos:

Directo. En el que los dos ejes, el del motor y el del compresor, están unidos directamente manteniendo cierto grado de elasticidad.

Por correas. Los ejes llevan unas poleas incorporadas, por lo que, en función de los diámetros de estas y de su velocidad, podemos conseguir una regulación de potencia.

FIGURA N° 1.5. COMPRESOR ABIERTO

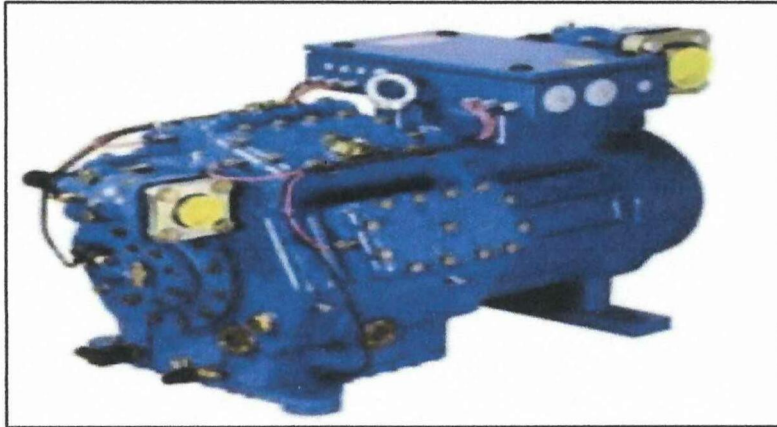


Fuente: Máquinas y equipos térmicos (Escudero & Fernández, 2013)

Compresores semiherméticos, (HIDALGO, 2010, p. 718) están formados por dos conjuntos, donde la carcasa del motor se une a la del compresor por medio de una junta atornillada, o bien consiste en una carcasa monobloque que contiene ambos elementos, con tapas en los extremos y culatas desmontables, pudiendo situarse el estator del motor eléctrico en el exterior de la carcasa para evitar el contacto de los devanados de cobre con el fluido frigorígeno, este tipo de compresores no presenta los inconvenientes señalados para los herméticos, pero las fugas de fluido refrigerante pueden llegar a ser importantes.



FIGURA N° 1.6. COMPRESOR SEMIHERMÉTICO



Fuente: Máquinas y equipos térmicos (Escudero & Fernández, 2013)

1.2.7.2. Condensador

Condensador: (FRANCO, 2006, p. 2) Es el elemento de la instalación que se encarga de pasar el estado de vapor del fluido refrigerante a estado líquido. El fluido refrigerante entra en el condensador en estado de gas (vapor calentado) y sale en estado líquido a la temperatura que se condensó o incluso a una temperatura menor si se produce subenfriamiento. El fluido refrigerante cede su calor al agente condensante (aire o agua).

El condensador debe tener suficiente volumen para que tenga amplia cabida el refrigerante comprimido que entra en el mismo mientras se produce la condensación y en segundo lugar, la necesaria superficie de radiación para obtener una rápida transferencia del calor latente de dicho refrigerante al medio enfriador, aire o agua, de ahí la clasificación en condensadores de aire y de agua:

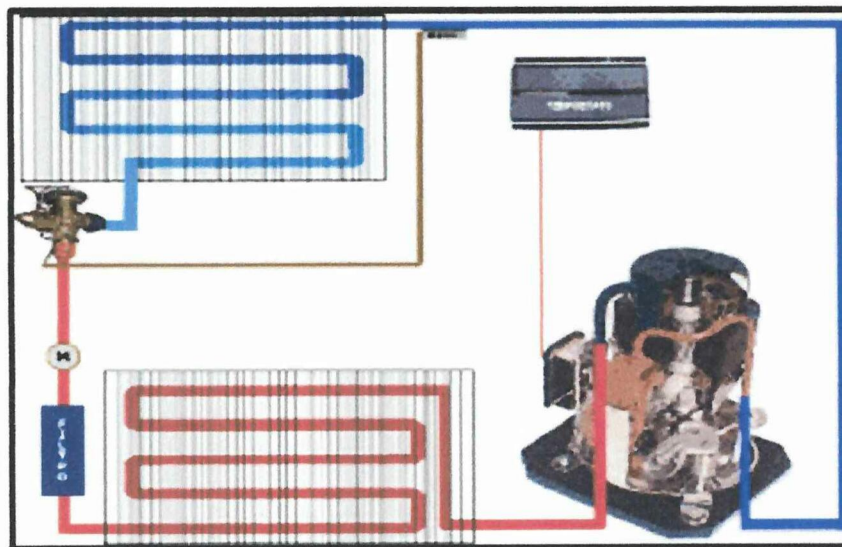
Condensadores refrigerados por aire. (ALARCÓN, 1998, p. 98) Los primitivos modelos de compresores usaban un serpentín de tubo de cobre liso. Estos condensadores ofrecían como mayor inconveniente el de una defectuosa circulación de aire que actuaba simplemente por gravedad, debiendo, pues, poseer una gran superficie de tubo para compensar su bajo rendimiento básico.

El sistema de condensador de aire por gravedad se ha utilizado para los refrigeradores de tipo doméstico, con variantes de orden constructivo como era, en principio, el clásico serpentín de tubo aleteado y, últimamente, el tubo con varillas soldadas a lo largo del serpentín.

Se han dejado de utilizar los condensadores de aire por los problemas que presentan en la circulación constante de aire, o que ocasiona un rendimiento inadecuado en los refrigeradores de uso doméstico, además que su cuidado debe ser muy extremo para no cortar o evitar que se rompa por accidentes.

Condensador.- No es más que un intercambiador de calor entre fluidos donde mientras uno se enfría, pasando de estado gaseoso a estado líquido, el otro se calienta.

FIGURA N° 1.7. CONDENSADORES REFRIGERADOS POR AIRE



Fuente: Máquinas y equipos térmicos (Escudero & Fernández, 2013)

Condensadores refrigerados por agua. (ALARCÓN, 1998, p. 104 - 106)

Se dividen en tres tipos:

- 1) **De contra corriente.** Este tipo de contracorriente está formado por dos tubos de diferentes diámetros concéntricos. El gas o refrigerante pasa entre el tubo pequeño y el mayor y el agua refrigeradora por el intermedio del tubo de menor diámetro. El exterior se conecta a la válvula de servicio de descarga y el interior se extiende hasta la tubería o toma de agua.
- 2) **De inmersión.** Los condensadores de agua tipo inmersión están formados por un depósito en cuyo interior va inserto un serpentín de agua con sus correspondientes conexiones de entrada y salida, y pueden trabajar en sentido horizontal y vertical.

- 3) **Multitubulares.** El condensador de agua tipo multitubular está formado, como los de inmersión, por un recipiente cilíndrico de chapa de acero extra grueso, y tubos interiores de cobre liso o aleteados, por los que circula el agua enfriadora. Estos tubos mandrinados y ajustados herméticamente a una pletinas soldadas a los extremos del recipiente, el cual se halla provisto de tapas para la limpieza de la conducción de agua. Se emplea casi exclusivamente en los compresores de gran capacidad.

Condensadores refrigerados por placas. En los refrigeradores de tipo doméstico se emplea también un tipo de condensador de tipo estático, sin ventilador, denominado de placas, el cual se extiende a lo largo de la parte trasera del mueble. Se fabrica generalmente con dos placas de metal acanalado, soldados entre sí y formando tubos en los cuales se condensa el refrigerante. Los muebles refrigeradores deberán colocarse siempre separados de las paredes de las habitaciones a fin de dejar un espacio suficiente para que circule el aire y pase sobre la superficie exterior del condensador.

1.2.7.3. *Evaporador*

(BARREIRO, y otros, 2006, p. 220) Los evaporadores son intercambiadores de calor y deben tener áreas apreciables de transferencias, se deben instalar dentro del espacio a ser refrigerado para remover la carga térmica de dicho espacio. Dentro del evaporador, el refrigerante pasa de una mezcla de baja calidad líquido-vapor a vapor saturado e incluso sobrecalentado, absorbiendo de los alrededores calor latente con este fin, produciendo el efecto de enfriamiento deseado. Existen tres tipos principales de evaporadores:

Los evaporadores de tubo, normalmente se fabrican de tubo de acero y cobre. El cobre no se utiliza en contacto con amoníaco. Puede adoptar diversas formas, como serpentín, zigzag, espiral, oval, de trombón, en planos o de otras formas.

En el caso de evaporadores de placas, éstos se fabrican de diversas maneras. Algunos se forman a partir de dos láminas de metal soldadas entre las cuales circula el refrigerante. Otras utilizan un serpentín plano instalado entre dos láminas metálicas soldadas, rellenándose el espacio entre las láminas y el serpentín con una solución eutéctica por los cuales circula el refrigerante y las placas en contacto con el medio a ser enfriado.

Los evaporadores de aletas, son básicamente evaporadores de tubos a los cuales se le han adicionado aletas o placas metálicas, las cuales se enfrían y sirven de superficies secundarias de transferencia de calor, a pesar que no estén llenas con refrigerante, al transferir el calor por conducción a su través. Estos sistemas son muy usuales en evaporadores que se utilizan para enfriar el aire. El gas caliente condensa dentro del evaporador, cediendo calor para descongelar la escarcha en la parte externa.

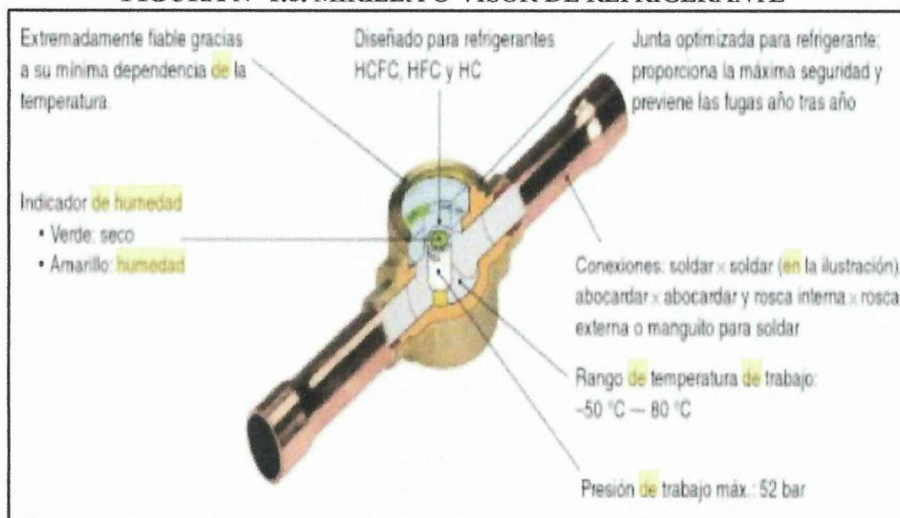
1.2.8. Elementos complementarios de refrigeración

1.2.8.1. Visores o mirillas

(PADERO, 2014, p. 33) Visores de líquido, son elementos muy necesarios para determinar la cantidad de refrigerante existente dentro de una instalación. Mediante una mirilla de cristal se facilita la visión sobre el paso de refrigerante. Se instalan, o bien en la línea de líquido o directamente en el depósito de líquido, para saber el nivel de líquido existente en el calderín. Los visores de líquido cuentan con un testigo reactivo a la humedad, que cambia al color amarillo o rosa cuando detecta la presencia de humedad en el refrigerante.

La mirilla de cristal simple, se usa para observar el movimiento del refrigerante a través del conducto.

FIGURA N° 1.8. MIRILLA O VISOR DE REFRIGERANTE



Fuente: Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas industriales (Padero, 2014)

1.2.8.2. *Válvula de expansión*

(ALARCÓN, 1998, p. 160) Es el dispositivo que se usa para regular la entrada en el evaporador del agente refrigerante en su estado líquido procedente del condensador a través de la correspondiente cañería llamada línea de líquido. De esta forma, el evaporador se alimenta con el refrigerante necesario de una manera continua y uniforme, que permite mantenerlo en su completa actividad durante todo el ciclo de funcionamiento, a la presión de ebullición del refrigerante correspondiente a la temperatura deseada, al propio tiempo que se mantiene en el condensador la presión impuesta por el ambiente (aire o agua de condensación).

Se dividen en válvulas de expansión: automáticas, termostáticas y de flotador, accionadas, respectivamente, por las diferentes presiones, temperaturas o nivel de refrigerante en el evaporador:

Válvulas de expansión automáticas. Según (ALARCÓN, 1998) “Esta válvula de sistema regulable actúa por la presión existente en el lado de baja del sistema”. (p. 166)

Válvulas de expansión termostáticas. Para, (ALARCÓN, 1998) “Este tipo de válvulas de expansión se distinguen de las automáticas en que se acciona por temperatura, en lugar de hacerlo por presión” (p. 170).

Válvulas de flotador. (ALARCÓN, 1998, p. 82) Estos llevan un depósito o recipiente donde se aloja el mecanismo de la válvula de flotador. La boya de la válvula flota en el refrigerante líquido de que dicho depósito se halla lleno hasta un determinado nivel, y cierra la aguja, impidiendo el paso de líquido mientras exista la cantidad necesaria en el evaporador.

Su construcción difiere de casi exclusivamente en que se ha suprimido en ellas el tornillo y resorte regulador de las válvulas automáticas, colocando en su lugar un elemento termostático cuya principal función es la de activarla por temperatura y no por presión.

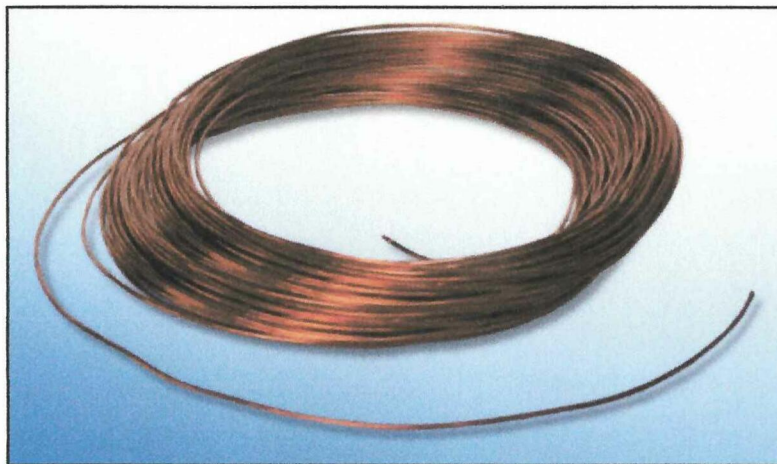
1.2.8.3. *Tuberías*

(KIELMANN, 2015, p. 3) El tubo capilar es el caso más sencillo de un dispositivo de expansión, pues consiste simplemente en un tubo de cobre de pequeño diámetro que actúa restringiendo a su salida el flujo de líquido refrigerante hacia el evaporador en un circuito frigorífico.

Esta restricción no solamente ayuda a reducir la presión a la salida del condensador y mantener la diferencia de presión de operación requerida en ese punto del sistema, sino que regula el flujo del refrigerante desde el condensador hacia la entrada del evaporador, flujo necesario para optimizar su capacidad de operación y nivel de enfriamiento requerido.

El tubo capilar difiere de los otros tipos de control de flujo de refrigerante, en que no cierra ni detiene el flujo del líquido hacia el evaporador durante la detención del sistema.

FIGURA N° 1.9. TUBERÍA CAPILAR



Fuente: Tubería capilar (Kielmann, 2015)

1.2.9. *Instrumentos de medición*

Manómetros. Según (FRANCO, 2006) Nos dan una información muy importante del funcionamiento de las instalaciones. En todo circuito frigorífico hay que distinguir alta y baja presión. Por lo tanto, tenemos un manómetro para alta y otro para baja presión (p.159).



Sus principales características son:

- a) 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 comprender entre -1/+10 bar.
En el manómetro de alta presión, va de 0 a 35 bar.
- b) Se distinguen por sus colores:
El manómetro de baja presión es de color azul.
El manómetro de alta presión es de color rojo.
- c) 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.

La disposición de las escalas pueden variar, ya que la presión puede ser la interior y las de temperaturas las exteriores. O bien la de presión es la exterior y de las de temperaturas las interiores.

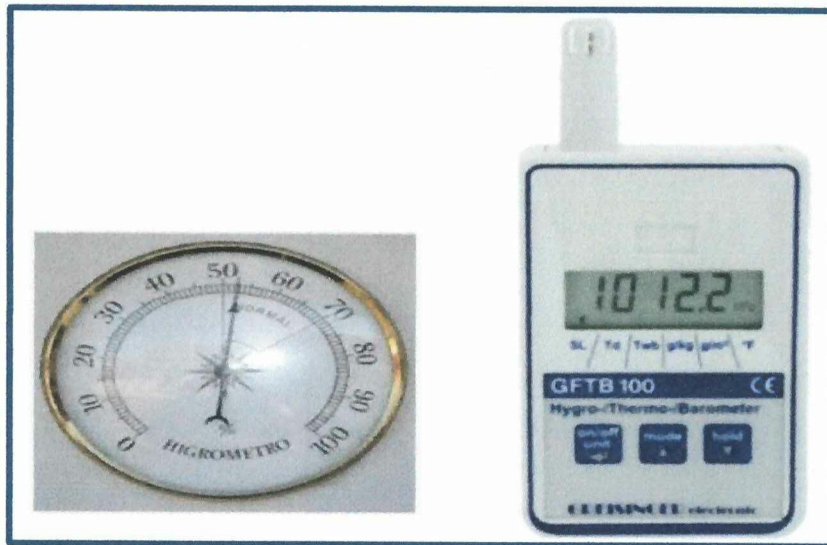
FIGURA N° 1.10. MANÓMETRO MANUAL Y DIGITAL



Fuente: Manual de refrigeración (Franco, 2006)

Higrómetro.- según, (CONALEP, 2007, p. 132) “sirve para medir la humedad relativa del aire se utiliza un aparato llamado higrómetro” (p.132)

FIGURA N° 1.11. HIGRÓMETRO MANUAL Y DIGITAL

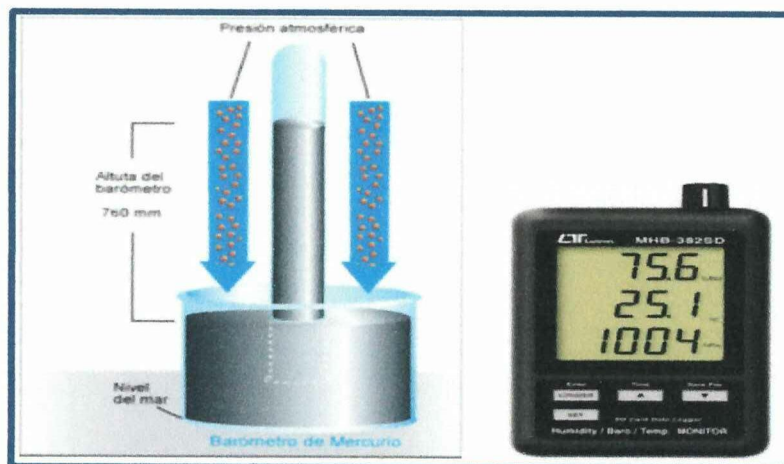


Fuente: Instalación de sistemas de refrigeración (CONALEP, 2007)

En los sistemas de refrigeración es importante conocer los niveles de humedad para que no le caiga agua a los líquidos refrigerantes ya que esto afectaría el funcionamiento del sistema

Barómetro.- (MOTT, 1996, p. 59) Es un dispositivo que se utiliza para medir la presión atmosférica. Consiste en un tubo largo cerrado en un extremo y que, inicialmente está lleno completamente de mercurio. El extremo abierto se sumerge entonces bajo la superficie de un contenedor lleno con mercurio y se deja que el sistema alcance el equilibrio. En la parte superior del tubo se produce un vacío que se encuentra muy cercano al vacío perfecto, contiene vapor de mercurio a una presión de solamente 0.17 Pacales a 20° C.

FIGURA N° 1.12. BARÓMETRO MANUAL Y DIGITAL



Fuente: Mecánica de fluidos aplicada (Mott, 1996)

Termómetro.- (CONALEP, 2007, p. 133) El termómetro mide la temperatura del ambiente, así podemos saber si un sistema de refrigeración está en buen funcionamiento, por los niveles de temperatura alcanzados, pero también es importante colocar un termómetro en los componentes del sistema para saber sino están sobrecalentados por estar trabajando forzadamente el ciclo de refrigeración por falta de refrigerante.

FIGURA N° 1.13. TERMÓMETROS



Fuente: Instalación de sistemas de refrigeración (CONALEP, 2007)

1.2.10. Fluidos refrigerantes

La definición más amplia de fluido refrigerante incluye a cualquier fluido capaz de producir frío, es decir, de evacuar calor de un recinto o de otro fluido, con el objeto de enfriarlo. Existen dos clases de fluidos refrigerantes:

Fluido frigorígenos. (LAPUERTA, y otros, 2012, p. 33) Son fluidos en cuyo seno tiene lugar la generación del frío, es decir son fluidos, es decir son fluidos que se enfrían ellos mismos como consecuencia de un proceso de expansión o de un cambio de fase, y como consecuencia, reciben calor del entorno, enfriando dicho entorno.

Fluidos frigoríficos. Son fluidos que, al igual que el caso anterior, reciben el calor del entorno y por tanto lo enfrían, pero que, a diferencia de los frigorígenos, no generan el frío en su seno, sino que se han enfriado gracias a un intercambio de calor previo (generalmente sensible) con otro fluido frigorígeno.

Las máquinas frigoríficas trabajan mediante ciclos termodinámicos de refrigeración que requiere un fluido de trabajo que recibe el nombre de fluido frigorífico, refrigerante o frigorígeno.

Según (JUTGLAR, y otros, 2008, p. 29) Los ciclos de gas tienen una incidencia totalmente despreciable en el mercado, por lo que no serán objeto de estudio. Los ciclos de compresión y de absorción a pesar de ser muy diferentes utilizan o pueden utilizar los mismos frigorígenos, con la salvedad de ser mucho más numerosos los utilizados en los ciclos de compresión.

1.2.10.1. Clases de refrigerantes

CUADRO N° 1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS REFRIGERANTES

Número de identificación del refrigerante	Nombre químico	Fórmula química	Peso molecular en gramos	Punto de ebullición en °C a 1.013 bar
Grupo primero: Refrigerante de alta seguridad				
R-11	Triclorofluorometano	CCl ₃ F	137,4	23,8
R-12	Diclorodifluorometano	CCl ₂ F ₂	120,9	-28,8
R-13	Clorotrifluorometano	CClF ₃	104,5	-81,8
R-13B1	Bromotrifluorometano	CBF ₃	148,9	-58
R-14	Tetrafluoruro de carbono	CF ₄	88	-128
R-21	Diclorofluorometano	CHCl ₂ F	102,9	8,92
R-22	Clorodifluorometano	CHClF ₂	86,5	-40,8
R-113	1,1,2-Triclorofluoretano	CCl ₂ CFCClF ₂	187,4	47,7
R-114	1,2-Diclorotetrafluoretano	CClF ₂ CClF ₂	170,9	3,5
R-115	cloropentafluoretano	CClF ₂ CF ₃	154,5	-38,7
R-C318	octofluorociclobutano	C ₄ F ₈	200	-5,9
R-500	R-12 (73,8%) + R-152 a (26,2%)	CCl ₂ F ₂ /CH ₃ CHF ₂	99,29	-28
R-502	R-22 (48,8%) + R-115(51,2%)	CHClF ₂ /CClF ₂ CF ₃	112	-45,6
R-744	Anhidrido Carbonico	CO ₂	44	-78,5
Segundo grupo: Refrigerante de mediana seguridad				
R-30	Cloruro de Metileno	CH ₂ Cl ₂	84,9	40,1
R-40	Cloruro de Metileno	CH ₃ Cl	50,5	-24
R-160	Cloruro de Etileno	CH ₃ CH ₂ Cl	64,5	12,5
R-611	Formiato de Metilo	CHOOCH ₃	60	31,2
R-717	Amoníaco	NH ₃	17	-33
R-764	Anhidrido Sulfuroso	SO ₂	64	-10
R-1130	1,2- Dicoetileno	CHCl=CHCl	96,9	48,5
Grupo tercero: Refrigerante de baja seguridad				
R-170	Etano	CH ₃ CH ₃	30	-88,6
R-290	Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	44	-42,8
R-600	Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	58,1	0,5
R-600a	Isobutano	CH(CH ₃) ₃	58,1	-10,2
R-1150	Etileno	CH ₂ =CH ₂	28	-103,7

Fuente: Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas

1.2.10.2. Refrigerantes Primarios o Fluorados

Según, (SANZ, y otros, 2014), los refrigerantes fluorados siempre llevan la designación "R" seguido de un número.

Por ejemplo: R11, R122 R22 y R502. Muy a menudo también se emplean sus nombres comerciales.

Según la Asociación de Empresarios de Fontanería, Saneamiento, Gas, Calefacción, Climatización, Mantenimiento, Electricidad y Afines de Madrid, los refrigerantes fluorados todos tienen las siguientes características:

Vapor sin olor y no es irritante, no son venenosos, excepto en presencia del fuego pueden dar ácido y fosgeno que son venenosos, no son corrosivos y no son inflamables ni explosivos.

Para, (GONZÁLEZ, 2007) la los refrigerantes fluorados más comunes son:

R11.- Es el que más se usa en instalaciones de Aire Acondicionado y bombas de calor porque tiene un punto de ebullición relativamente alto: $+24^{\circ}\text{C}$. Su fórmula química es: CCl_3F .

R 12.- Al igual que el R11 es un componente químico de grupo metano. Su fórmula es: $\text{C C}_2\text{F}_2$, y tiene su punto de ebullición a -30°C . El R12 normalmente se usa en pequeñas plantas de refrigeración a causa de entre otras cosas, que calor de evaporación de la cantidad de refrigerante en circulación es relativamente pequeño.

R 22.- Es el refrigerante que se usa en plantas de congelación donde se necesitan más bajas temperaturas. Su punto de ebullición es de -41°C . El valor de evaporación de la cantidad de refrigerante en circulación es mejor que el del R12. Su fórmula química CHF_2Cl .

R 502.- Es una mezcla azotrópica de los refrigerantes R22 y R115 (CCLF_2CF_3).

La palabra azotrópica significa que el refrigerante se encontrará en la misma concentración sobre toda la planta completa. El punto de ebullición es aún más bajo que el del R22 es decir -46°C .

Fuente especificada no válida. Además de estos refrigerantes fluorados, hay una larga serie de otros que no se ven a menudo hoy: R12B1., R13 R13B1, R114, R115, R500.

Amoniaco NH_3 .- es usado normalmente en grandes plantas de refrigeración. Su punto de ebullición es de -33°C .



El amoníaco tiene un olor característico incluso en pequeñas concentraciones con el aire. No arde, pero es explosivo cuando se mezcla con el aire en un porcentaje en volumen de 13-28.

Es corrosivo el cobre y aleaciones de cobre no se pueden emplear en plantar de amoníaco. (p. 18 -21)

Según (GÓMEZ, 2014: p. 2) En muchas aplicaciones, los gases fluorados pueden reducir las emisiones de CO₂, relacionadas con el consumo de energía. En consecuencia, su uso reduce el impacto total en el clima. En promedio, el 80% del impacto en el clima de aplicaciones como la refrigeración o el aire acondicionado es resultado de emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de dichas aplicaciones. Los HFC y PFC son hidrocarburos que contienen átomos de flúor, los cuales les confieren sus excepcionales propiedades para la industria y la medicina.

CUADRO N° 1.2. REFRIGERANTES FLUORADOS MÁS UTILIZADOS

Tipo	Refrigerantes comunes	Refrigerantes menos comunes
Objeto del Reglamento sobre gases fluorados		
HFC puros	R-134a	R-23, R-32, R-125, R-143a
HFC en mezcla	R-403 (A,B), R-404A, R-407C, R-408A, R-410A, R-413A, R-417A, R-419A, R-507A	R-401 (A,B,C), R-402 (A,B), R-405A, R-407 (A,B,D), R-411B, R-416A, R-422 (A,D), R-423A, R-508A
Otros refrigerantes – fuera del objeto del Reglamento sobre gases fluorados pero sí por el Reglamento sobre las sustancias que agotan la capa de ozono⁷		
HFC puros	R-22	R-123, R-124
HCFC en mezcla		R-406A, R-409 (A,B)
CFC – puros y en mezcla	R-11, R-12, R-502	R-13
Otros refrigerantes – fuera del objeto del Reglamento sobre gases fluorados o del Reglamento sobre las sustancias que agotan la capa de ozono		
Alternativos	R-717 (amoníaco), R-290 (propano), R-600a (isobutano), R-1270 (propileno), mezclas de hidrocarburos (HC)	R-744 (CO ₂)

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

1.2.10.3. Refrigerantes Secundarios

Como medio de la transmisión del calor del evaporador a su alrededor se emplean los llamados refrigerantes secundarios. Se puede usar por ejemplo: agua, salmuera y aire.

1.2.10.4. *Refrigerantes HCFC*

Los hidrocloroflorocarbonos son moléculas compuestas de metano o etano en combinación con halógeno. Esto forma una nueva molécula que es considerada halogenada parcialmente los HCFC tienen vida corta y causan menor daño al ozono que los que son completamente halogenados por consiguiente, tienen reducido potencial para el calentamiento global. Los HCFC tales como el R-22 y el R-123 son considerados refrigerantes interinos. Son usados hasta que se dispongan su reemplazo. La E.P.A requiere la eliminación de los HCFC para el año 2030. Disponible <http://senarefrigerantes.blogspot.com/2007/11/refrigerantes-antes-hcfc.html>

1.2.11. *Aplicaciones de la refrigeración*

Refrigeración Doméstica.(MELGAREJO, 2003: p. 13) 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.

Refrigeración Comercial.(MELGAREJO, 2003: p. 14) 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.

Refrigeración Industrial. (MELGAREJO, 2003: p. 15) 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.

En conclusión, en la actualidad el frío se produce principalmente mediante sistemas de refrigeración para satisfacer las necesidades de los seres humanos iniciando en la conservación de alimentos para la el consumo personal y familiar,

en la medicina ha ayudado en la conservación de órganos, tejidos y hasta de células madres y bancos de espermias, en gran magnitud se encuentran las empresas marítimas que necesitan grandes compartimientos fríos para la conservación de los productos de la pesca.

1.2.12. Módulo didáctico

Según (RAMÍREZ, y otros, 2010, p. 37) Los términos módulos didácticos pueden causar ambigüedad, en primer lugar se concibe como módulo didáctico al compendio de contenidos, destrezas y habilidades que el estudiante seguirá a través de una guía que orienta las actividades de aprendizaje para lograr un objetivo, este tipo de textos se utilizan principalmente en la modalidad semipresencial y a distancias. En segundo lugar están los módulos didácticos de laboratorio, comprendidos en equipos técnicos y tecnológicos generales y especiales para una determinada práctica científica. Entre los equipos generales se pueden citar las computadoras, retroproyectors y proyectores y equipamiento multimedia y en los específicos o especiales dependen de la especialidad, así por ejemplo módulos de destilación, módulos para demostrar la gravedad y caída de cuerpos, entre otros más sofisticados se encuentran los bancos de pruebas neumáticos, hidráulicos, de refrigeración y resistencia al calor, entre otros.

Los autores (BOLAÑOS, y otros, 2007, p. 48) señalan que “Los módulos y equipos de aprendizajes, son los recursos materiales y equipos que utilizan el docente y el estudiante para el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje (pizarra, diagramas, carteles, materiales naturales)”.

Estos no son valiosos en sí mismo sino como medios para estimular el desarrollo de experiencias de aprendizaje. Por esto es necesario que se considere el nivel de los alumnos y el objetivo para lograr, a la hora de elaborar y seleccionar los recursos. En síntesis, en relación con los recursos y el equipo, el docente debe tener presente que estos no deben ser un fin en sí mismos sino elementos que adquieren valor en tanto él y los alumnos hagan el uso adecuado de ellos y los exploten en todas sus posibilidades.

CAPÍTULO II

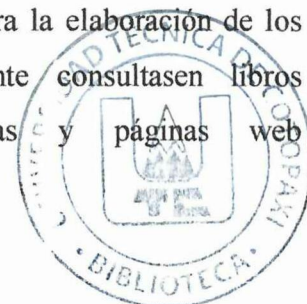
2.1. *Presentación de resultados.*

Mediante la técnica de la encuesta se aplicó un cuestionarios con preguntas cerradas a las señoritas y señores estudiantes de los últimos años de formación académica en la Carreras de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para la cual procedió a organizar, procesar y tabular los resultados obtenidos en cada pregunta, para presentarlos en cuadros y figuras estadísticos con su correspondiente análisis cuantitativo porcentualizado y la interpretación cualitativa de la cual se abstraen conclusiones específicas que aportan a la investigación. Lógicamente que las preguntas de la encuesta fueron elaboradas y aplicadas con el objetivo de diseñar e implementar un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes del sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2014.

2.2. *Metodología utilizada*

2.2.1. *Tipo de investigación*

Investigación Documental o bibliográfica.- El trabajo de investigación se apoyó en la investigación documental o bibliográfica para la elaboración de los antecedentes investigativos y marco teórico mediante consultasen libros convencionales, electrónicos, revistas especializadas y páginas web especializadas.



Investigación de campo.- En la fase de diagnósticos se aplicó la investigación de campo mediante la técnica de la encuesta, utilizando como instrumentos el cuestionario estructurado con preguntas cerradas, las mismas que se aplicaron a los señores y señoritas estudiantes de los séptimos, octavos y novenos ciclos la carrera de Ingeniería de Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

2.2.2. Nivel de la investigación

Investigación descriptiva.- En el desarrollo del trabajo de graduación se aplicó la investigación de tipo descriptiva, ya que, permitió detallar y delimitar los distintos elementos del problema, se estableció la relación entre la variable, el marco teórico, y la posible solución al problema mediante la propuesta.

Investigación explicativa.- Se utilizó éste tipo de investigación para explicar la problemática sobre la necesidad de diseñar e implementar un Banco de Pruebas de Refrigeración con características especiales para las prácticas y aprendizajes de los estudiantes de la carrera involucrada en el estudio.

2.2.3. Métodos

Método inductivo - deductivo.- El método inductivo se aplicó para obtener conclusiones generales partiendo de premisas particulares y viceversa.

Método dialectico.- Éste método ayudó para enfocar las necesidades, fenómenos históricos, sociales y problemas educativos en la fase de estudio del problema.

2.2.4. Técnica e instrumento

La técnica de investigación que se aplicó en el trabajo de graduación fue la encuesta con su respectivo cuestionario con preguntas cerradas de doble

alternativa, misma que se aplicó a los estudiantes de los niveles superiores de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2.5. Población

Como se indicó en el plan de tesis, la población seleccionada fueron 40 estudiantes que corresponden a séptimo, octavo y noveno nivel de la carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2.6. Recolección de información

La recolección de información se realizó de fuentes primarias en cuanto se refiere a la aplicación de instrumentos de investigación y de fuentes secundarias para conformar y estructurar el marco teórico que corresponde a las variables independiente y dependiente.

2.2.7. Hipótesis

El diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración con visualización de magnitudes del sistema de refrigeración en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2014.

2.2.8. Operación de variables

2.2.8.1. Variable independiente

- Banco de Pruebas de refrigeración

2.2.8.2. Variable dependiente

- Visualización de magnitudes del sistema de refrigeración

2.2.9. Operacionalización de variables

2.2.9.1. Operacionalización variables independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Técnica	Instrumento
<p>Banco de pruebas de refrigeración</p> <p>Un banco de pruebas es una plataforma para experimentación de proyectos de gran desarrollo. Los bancos de pruebas brindan una forma de comprobación rigurosa, transparente y repetible de teorías científicas, elementos computacionales, y otras nuevas tecnologías.</p>	<p>Experimentación</p> <p>Comprobación</p> <p>Tecnologías</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prácticas profesionales técnicas - Aplicaciones refrigeración doméstica, comercial e industrial - Consumo energético 	Encuesta	Cuestionario estructurado

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

2.2.9.2. Operacionalización variables dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Técnica	Instrumento
<p>Visualización de magnitudes del sistema de refrigeración</p> <p>Conjunto de instrumentos que sirven para detectar, comprobar la funcionalidad de los componentes de un sistema de refrigeración.</p>	<p>Sistemas de refrigeración por compresión</p> <p>Sistemas de refrigeración por absorción</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Circuito de refrigeración - Ciclo de refrigeración - Refrigerantes - Comprobación de componentes - Visores de refrigerante 	<p>Encuesta</p>	<p>Cuestionario estructurado</p>

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

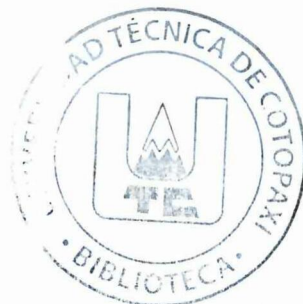
2.2.10. Tratamiento y análisis estadístico de los resultados

Luego de la aplicación de los instrumentos de investigación se procedió a la sistematización, depuración, tabulación de resultados de cada una de las preguntas para elaborar cuadros estadísticos con las alternativas, frecuencia y porcentualización, posteriormente se diseñó gráficos estadísticos tomando como fuente los cuadros anteriormente mencionados, todo esto con ayuda del programa informático Excel versión 2013.

Finalmente se realizó el análisis cuantitativo en base de éstos resultados se realizó la interpretación cualitativa de cada pregunta, las mismas que ayudarán a determinar algunas conclusiones importantes.

2.2.11. Análisis e interpretación de resultados

A continuación se presentan los resultados de la investigación de encuesta aplicada a 40 estudiantes de 7º, 8º, y 9º nivel de la carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.



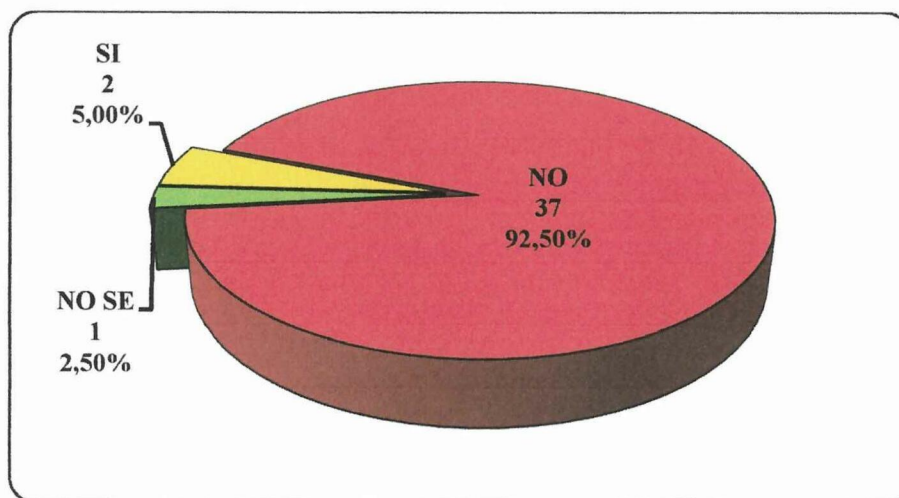
Pregunta N° 1. ¿Considera que el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica tiene el equipamiento suficiente para las prácticas técnico profesionales de los estudiantes?

CUADRO N° 2.1. INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPAMIENTO SUFICIENTE PARA PRÁCTICAS

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	2	5,00
NO	37	92,50
NO SE	1	2,50
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.1. INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPAMIENTO SUFICIENTE PARA PRÁCTICAS



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Análisis.- De 40 estudiantes, el 5% considera que; el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica SI tiene el equipamiento suficiente para las prácticas técnicos profesionales de los estudiantes; el 92,5% menciona que NO y el 2,5% dice NO SE.

Interpretación.- Se evidencia que la gran mayoría de estudiantes de la carrera de Electromecánica consideran que el Laboratorio de Instrumentación no está equipado suficientemente, factor que influye de forma negativa para la realización de las prácticas profesionales.

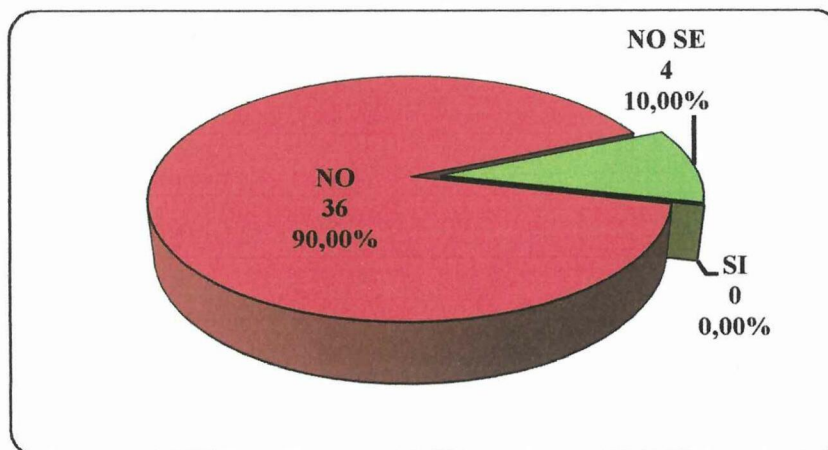
Pregunta N° 2. ¿Considera que el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica tiene los elementos básicos para las prácticas técnico profesionales en refrigeración?

CUADRO N° 2.2. ELEMENTOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN PARA PRÁCTICAS

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	0	0,00
NO	36	90,00
NO SE	4	10,00
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
 Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.2. ELEMENTOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN PARA PRÁCTICAS



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
 Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Análisis.- De las personas encuestadas, el 0% considera que; el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica SI tiene los elementos básicos de refrigeración para las prácticas técnicos profesionales en refrigeración; el 90% menciona que NO y el 10% dice NO SE.

Interpretación.- Se determina que la casi totalidad de estudiantes de la carrera de Electromecánica consideran que el Laboratorio de Instrumentación no tiene los elementos básicos de refrigeración para las prácticas técnicos profesionales en refrigeración, esto perjudica el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes y al prestigio de la universidad.

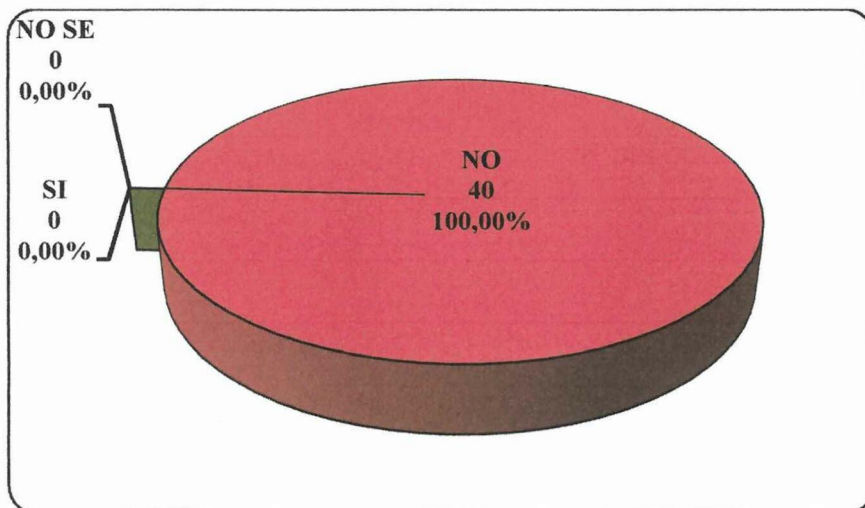
Pregunta N° 3. ¿Considera que el Laboratorio de Instrumentación tiene implementado un banco de pruebas de refrigeración para las prácticas técnico profesionales?

CUADRO N° 2.3. LABORATORIO TIENE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	0	0,00
NO	40	100,00
NO SE	0	0,00
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.3. LABORATORIO TIENE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Análisis.- Del total de investigados, el 100% considera que; el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica NO tiene implementado un banco de pruebas de refrigeración.

Interpretación.- Por los resultados observados se concluye que la totalidad de estudiantes aseguran que, en el Laboratorio de Instrumentación no tiene implementado un banco de pruebas de refrigeración, es decir que los conocimientos de esta área son teórico y no se realizan prácticas académicas y profesionales.

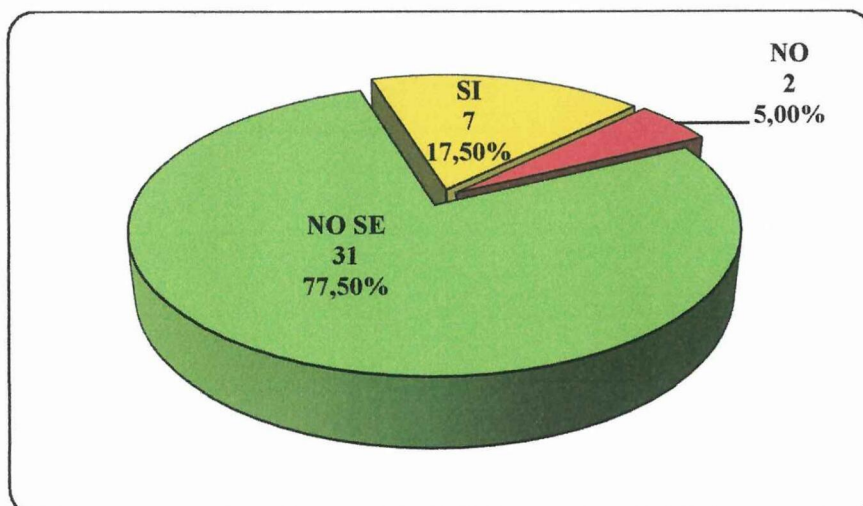
Pregunta N° 4. ¿Considera que, en las prácticas de refrigeración se pueden visualizar las magnitudes del sistema de refrigeración?

CUADRO N° 2.4. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN, VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	7	17,50
NO	2	5,00
NO SE	31	77,50
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.4. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN, VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrin Milton & Romero Alexander

Análisis.- De todos los indagados, el 17,50% considera que; en las prácticas de refrigeración SI se pueden visualizar las magnitudes del sistema de refrigeración; el 5% menciona que NO y el 77,50% dice NO SE.

Interpretación.- Se evidencia que la mayoría de estudiantes de la carrera de Electromecánica no saben que en las prácticas de refrigeración se pueden visualizar las magnitudes del sistema de refrigeración, se puede decir que es por la falta de equipamiento especializado para determinadas experiencias en el laboratorio de instrumentación.

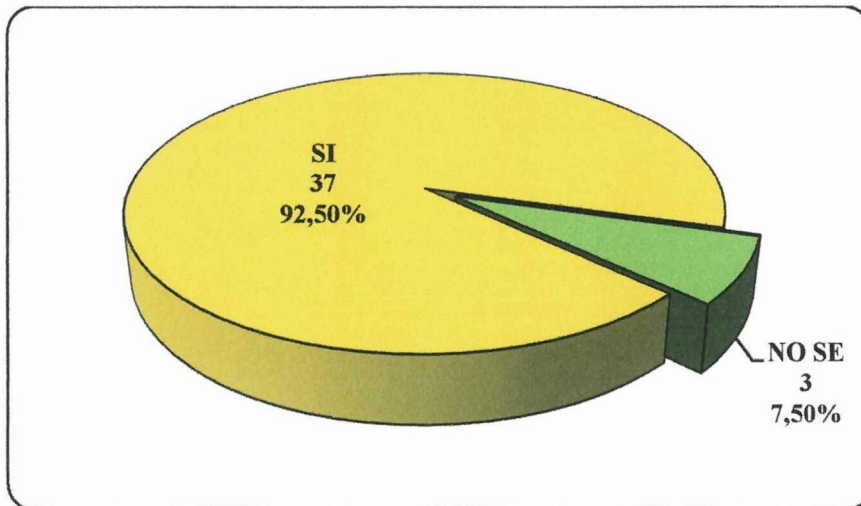
Pregunta N° 5. ¿Considera que, las prácticas de refrigeración mejoran las competencias técnico profesionales del Ingeniero Electromecánico de la Universidad Técnica e Cotopaxi?

CUADRO N° 2.5. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN MEJORAN COMPETENCIAS

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	37	92,50
NO	0	0,00
NO SE	3	7,50
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.5. PRÁCTICAS DE REFRIGERACIÓN MEJORAN COMPETENCIAS



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Análisis.- De los consultados, el 92,50% considera que; con las prácticas de refrigeración SI mejoran las competencias técnico profesionales del Ingeniero Electromecánico y el 7,50% expresan NO SE.

Interpretación.- Casi la totalidad de estudiantes consideran que las prácticas de refrigeración si mejoran las competencias técnico profesionales del Ingeniero Electromecánico, pues es necesario la optimización e implementación de todos los instrumentos y equipos necesarios para desarrollar las competencias profesionales en todos los niveles.



Pregunta N° 6. ¿Considera que, se debe implementar un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica?

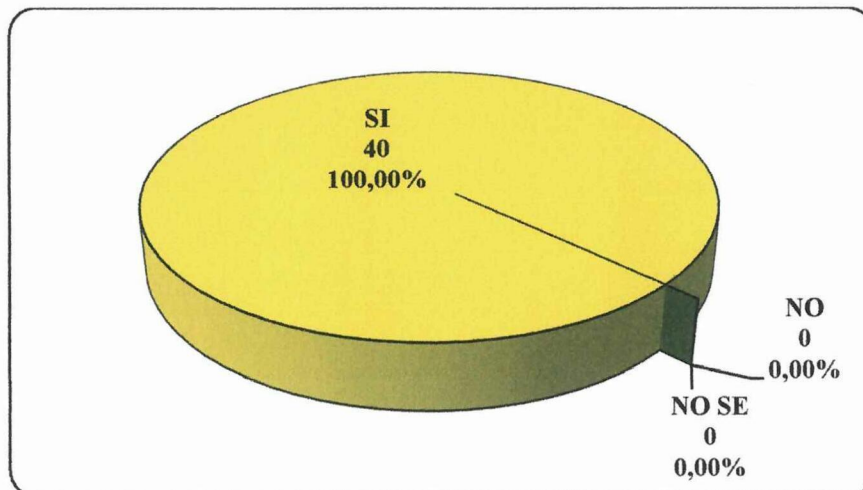
CUADRO N° 2.6. IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	40	100,00
NO	0	0,00
NO SE	0	0,00
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.6. IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Análisis.- De la gente investigada, el 100% considera que; SI se debe implementar un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica.

Interpretación.- Se determina que la totalidad de estudiantes investigados consideran la necesidad de la implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica, esto ayudará a mejorar las competencias técnicas en la formación del nuevo profesional en la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

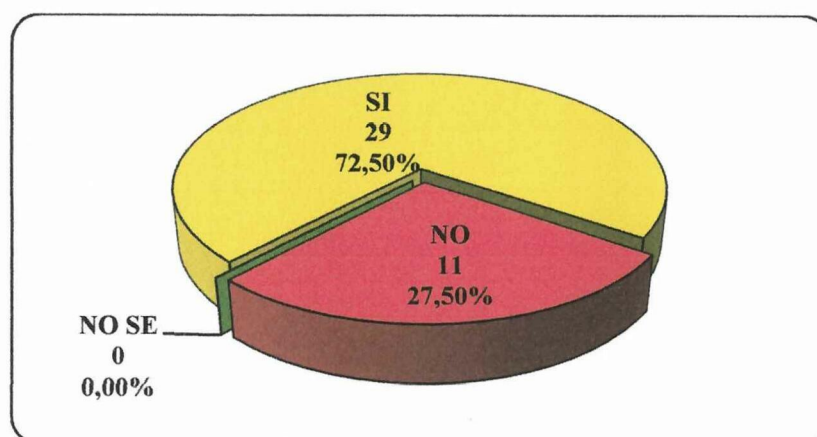
Pregunta N° 7. ¿El Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica debe prestar servicios únicamente a los profesores y estudiantes?

CUADRO N° 2.7. BANCO DE PRUEBAS SOLO PARA PROFESORES Y ESTUDIANTES

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	29	72,50
NO	11	27,50
NO SE	0	0,00
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.7. BANCO DE PRUEBAS SOLO PARA PROFESORES Y ESTUDIANTES



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Análisis.- De los informantes, el 72,50% considera que; el Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica SI debe prestar servicios únicamente a los profesores y estudiantes y el 27,50% menciona que NO.

Interpretación.- La mayoría de estudiantes consideran que, el Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica debe prestar servicios únicamente a los profesores y estudiantes, posiblemente por la demanda de este servicio que no existe en la ciudad de Latacunga y puede existir una demanda excesiva.

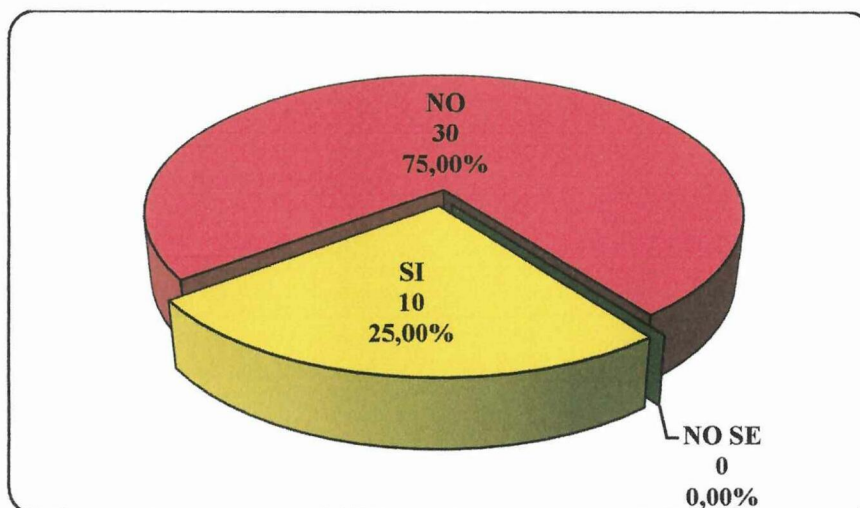
Pregunta N° 8. ¿El Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica debe prestar servicios a clientes externos?

CUADRO N° 2.8. BANCO DE PRUEBAS PARA SERVICIOS EXTERNOS

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	10	25,00
NO	30	75,00
NO SE	0	0,00
TOTAL	40	100

Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 2.8. BANCO DE PRUEBAS PARA SERVICIOS EXTERNOS



Fuente: Encuesta a estudiantes Ingeniería Electromecánica
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Análisis.- De los colaboradores, el 25% expresa que el Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica SI debe prestar servicios a clientes externos y el 75% dice que NO.

Interpretación.- Se puede observar que la mayoría de estudiantes señalan que el Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica no debe prestar servicios a clientes externos, pues los equipos es instrumentos existentes en los laboratorios deben ser utilizados exclusivamente para las prácticas experimentales en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2.12. Verificación de la Hipótesis

2.2.12.1. Determinación de variables

Planteado el problema de investigación y determinadas las variables se plantean las hipótesis:

Variable Independiente

- Banco de Pruebas de refrigeración

Variable Dependiente

- Visualización de magnitudes del sistema de refrigeración

2.2.12.2. Método Estadístico

Mediante el método estadístico de distribución Chi-Cuadrado (X^2), se procedió a comprobar la hipótesis de la siguiente manera:

Hipótesis

Hipótesis Alterna

Hi. El diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración mejorará la visualización de magnitudes de un sistema de refrigeración en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2014.

Hipótesis Nula

Ho. El diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración con visualización de magnitudes del sistema de refrigeración no mejorará las prácticas

en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2014.

Determinación del nivel de significación

El valor de riesgo que se corre por rechazar algo que es verdadero en la investigación es del 5% es decir el 95% de confianza.

Fórmula para Prueba del Chi-Cuadrado X²

$$X^2 = \Sigma \frac{(O-E)^2}{E}$$

X² = Chi-cuadrado

Σ = Sumatoria

O = Datos Observados

E = Datos Esperados

Nivel de significación

La presente investigación tiene un nivel de confianza del 0,95 (95%), por tanto un nivel de riesgo del 5%, $\alpha = 0,05$

Zona de aceptación o rechazo

Para conocer la zona de aceptación o rechazo, se necesita calcular los grados de libertad con la siguiente fórmula:

Fórmula

$$g_l = (c - 1) (f - 1)$$

Dónde:

g_l = Grado de libertad

c = Columnas de la tabla

f = Fila de la Tabla



CUADRO N° 2.9. FRECUENCIA OBSERVADA (fe)

N°	PREGUNTAS	ALTERNATIVAS			TOTAL
		SI	NO	NO SE	
1	¿Considera que el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica tiene el equipamiento suficiente para las prácticas técnicas profesionales de los estudiantes?	2	37	1	40
2	¿Considera que el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica tiene los elementos básicos para las prácticas técnicas profesionales en refrigeración?	0	36	4	40
3	¿Considera que el Laboratorio de Instrumentación tiene implementado un banco de pruebas de refrigeración para las prácticas técnicas profesionales?	0	40	0	40
4	¿Considera que en las prácticas de refrigeración se pueden visualizar las magnitudes del sistema de refrigeración?	7	2	31	40
5	¿Considera que en las prácticas de refrigeración mejoraría las competencias técnicas profesionales del Ingeniero Electromecánico de la Universidad Técnica e Cotopaxi?	37	0	3	40
6	¿Considera que, se debe implementar un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica?	40	0	0	40
7	¿El Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica debe prestar servicios únicamente a los profesores y estudiantes?	29	11	0	40
8	¿El Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica debe prestar servicios a clientes externos?	10	30	0	40
TOTALES		125	156	39	320

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Grados de libertad y nivel de significación

Nota: c significa número de alternativas de las preguntas y f es igual al número de preguntas.

$$g_l = (c - 1)(f - 1) = (3 - 1)(8 - 1) =$$

$$g_l = (3 - 1) * (8 - 1) = (2) * (7) = 14$$

$$g_l = 14$$

Nivel de confianza

95%

Nivel de significación

$\alpha = 0.05$ Tabla para cálculo de Chi cuadrado tabulado α

Grados de libertad = 14 y $\alpha = 0.05$

CUADRO N° 2.10. DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO X² TABULADO α

Grados libertad	Probabilidad de un valor superior - Alfa (α)				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
13	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80
16	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27

Fuente: <http://www.famaf.unc.edu.ar/~ames/proba2011/tablachicuadrado.pdf>

X^2 tabulado = 23,68 éste es el valor crítico para rechazar la hipótesis alternativa

Calculo de la frecuencia esperada (fe) para alternativas de SI, NO y NO SE

$$fe = \frac{(\text{total marginal filas}) (\text{total marginal columnas})}{N}$$

$$fe_{SI} = \frac{(125) (40)}{320} \quad fe = 15,63$$

$$fe_{NO} = \frac{(156) (40)}{320} \quad fe = 19,50$$

$$fe_{NO SE} = \frac{(39) (40)}{320} \quad fe = 4,88$$

Cuadro N° 2.11. Chi Cuadrado X^2 Calculado

N° Preg.	ALTERNATIVAS	O	E	(O-E)	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
1	SI	2	15,63	-13,63	185,78	11,89
	NO	37	19,50	17,50	306,25	15,71
	NO SE	1	4,88	-3,88	15,05	3,08
2	SI	0	15,63	-15,63	244,30	15,63
	NO	36	19,50	16,50	272,25	13,96
	NO SE	4	4,88	-0,88	0,77	0,16
3	SI	0	15,63	-15,63	244,30	15,63
	NO	40	19,50	20,50	420,25	21,55
	NO SE	0	4,88	-4,88	23,81	4,88
4	SI	7	15,63	-8,63	74,48	4,76
	NO	2	19,50	-17,50	306,25	15,71
	NO SE	31	4,88	26,12	682,25	139,81
5	SI	37	15,63	21,37	456,68	29,22
	NO	0	19,50	-19,50	380,25	19,50
	NO SE	3	4,88	-1,88	3,53	0,72
6	SI	40	15,63	24,37	593,90	38,00
	NO	0	19,50	-19,50	380,25	19,50
	NO SE	0	4,88	-4,88	23,81	4,88
7	SI	29	15,63	13,37	178,76	11,44
	NO	11	19,50	-8,50	72,25	3,71
	NO SE	0	4,88	-4,88	23,81	4,88
8	SI	10	15,63	-5,63	31,70	2,03
	NO	30	19,50	10,50	110,25	5,65
	NO SE	0	4,88	-4,88	23,81	4,88
X^2 Calculado		320	320	-0,08	5054,75	407,17

Elaborado por: Jarrin Milton & Romero Alexander

Chi Cuadrado Calculado

$$X^2_c = 407,17$$

Regla: El Chi-cuadrado calculado debe ser **mayor** que el Chi-cuadrado tabulado para rechazar la hipótesis nula.

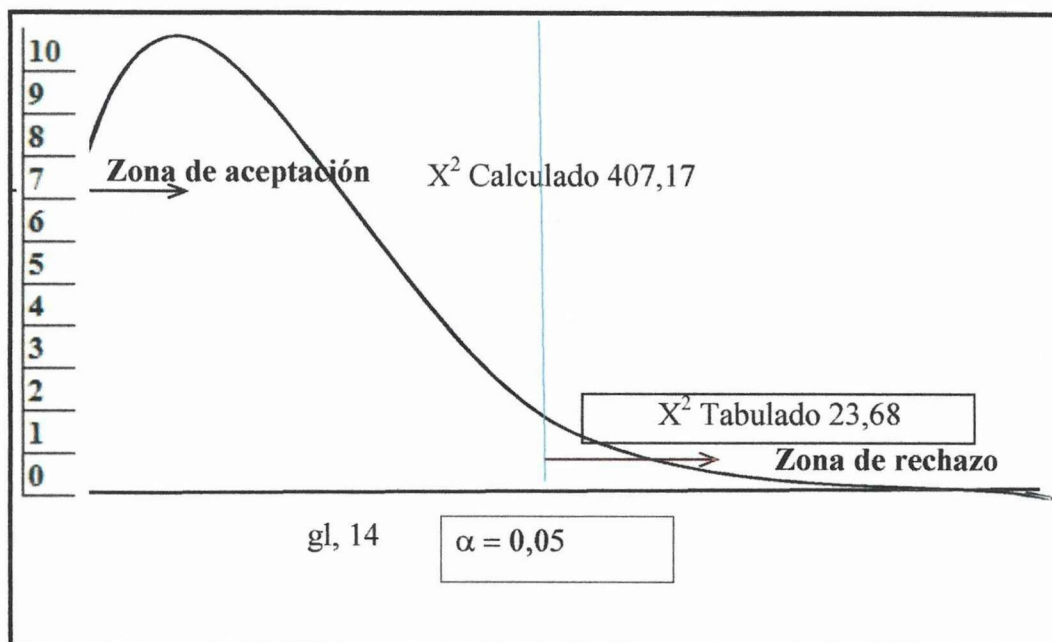
Decisión final

Con los datos obtenidos del Chi-cuadrado tabulado y Chi-cuadrado X^2 calculado:

$$X^2 \text{ Calculado} = 407,17 \text{ es mayor que } X^2 \text{ Tabulado} = 23,68$$

Por consiguiente la H_1 "El diseño e implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración con visualización de magnitudes del sistema de refrigeración mejorará las prácticas en la asignatura de refrigeración y aire acondicionado en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, periodo 2014" **se acepta, y H_0 se rechaza**

FIGURA N° 2.9. ZONA DE ACEPTACIÓN O RECHAZO



Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

CAPÍTULO III

3.1. Propuesta

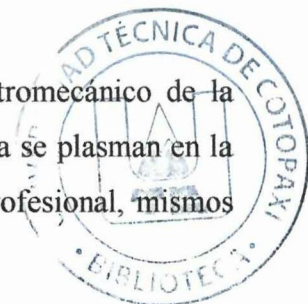
3.1.1. Título

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014”

3.2. Presentación

La vinculación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con la matriz productiva del país, requiere de la formación de profesionales competitivos, por lo que, los aprendizajes teóricos deben estar relacionados con las prácticas experimentales en cada una de las ciencias y disciplinas que se desarrollan en el campo académico. De tal manera, que las necesidades de disponer de equipamiento específico exige a los estudiantes a la praxis de los preceptos teóricos y brinda la oportunidad de demostrar el nivel de excelencia que adquirieron durante la formación universitaria en la carrera de Ingeniería Electromecánica.

Las competencias profesionales del futuro Ingeniero Electromecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en su capacidad investigativa se plasman en la construcción de prototipos y equipos inherentes a su perfil profesional, mismos



que los reflejan en éste caso; con la implementación y construcción de banco de pruebas de refrigeración para la visualización de magnitudes del sistema de refrigeración implementación, con el propósito de elevar la calidad educativa en las prácticas experimentales y académicas en el laboratorio de electromecánica del Alma Mater cotopaxense y su aporte invaluable al desarrollo socioeconómico de la provincia, la zona y el país.

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes del sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2014.

3.3.2. Objetivos específicos

- Seleccionar los elementos básicos y específicos para la construcción del banco de pruebas de refrigeración con visualización de magnitudes para el laboratorio de electromecánica de la carrera de Ingeniería Electromecánica.
- Construir el módulo o mueble para el banco de pruebas de refrigeración con visualización de magnitudes para el laboratorio de electromecánica de la carrera de Ingeniería Electromecánica.
- Elaborar el Banco de Pruebas de Refrigeración con el propósito de impregnar los conocimientos teóricos en la práctica, con elementos fáciles de manipular para un mejor entendimiento.

3.4. Factibilidad

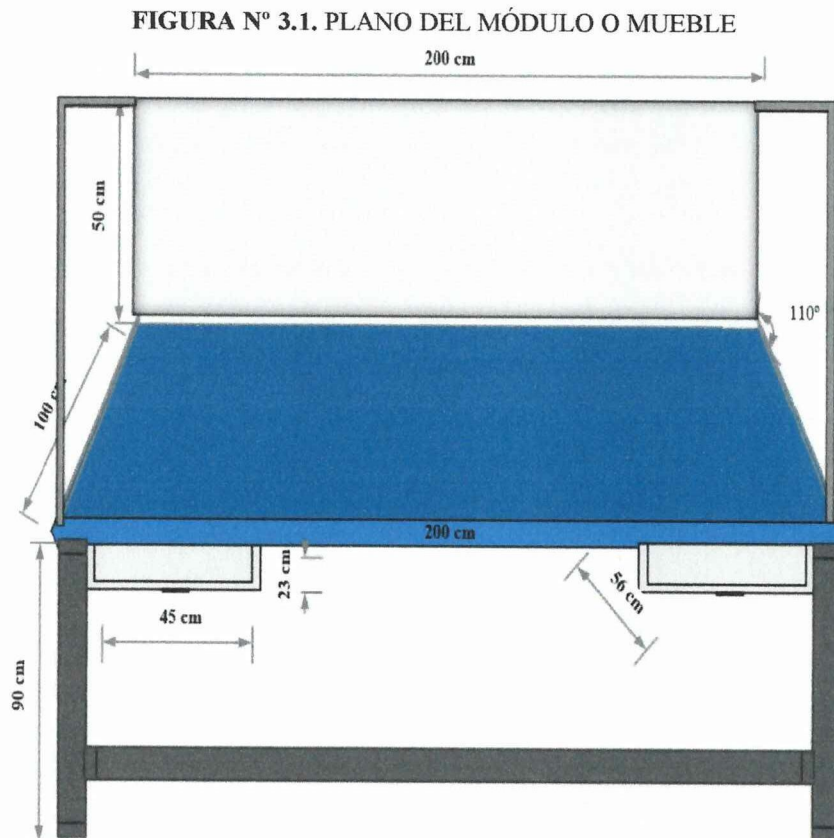
La construcción del banco de pruebas de refrigeración con visualización de magnitudes para el laboratorio de electromecánica de la carrera de Ingeniería Electromecánica es un proyecto factible de realización por los siguientes argumentos:

Factibilidad técnica.- Los elementos y componentes básicos para la construcción del banco de pruebas de refrigeración con visualización se pueden encontrar en el mercado nacional y los investigadores tienen la asesoría y dirección de un profesional capacitado experiencia que se desempeña como catedrático en la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Factibilidad económica.- La construcción del banco de pruebas de refrigeración con visualización de magnitudes está bajo la responsabilidad y financiamiento de los postulantes, los gastos de elaboración del equipo es voluntaria y desinteresada.

3.5. Diseño del Banco de Pruebas de Refrigeración

3.5.1. Plano del módulo para el Banco de Pruebas de Refrigeración



Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

Las medidas del módulo o mueble para el banco de pruebas de refrigeración se determinaron en base a un análisis ergonómico y funcional para que brinde las facilidades de operación y la comodidad a los usuarios.

3.5.2. Selección de materiales del módulo del Banco de Pruebas

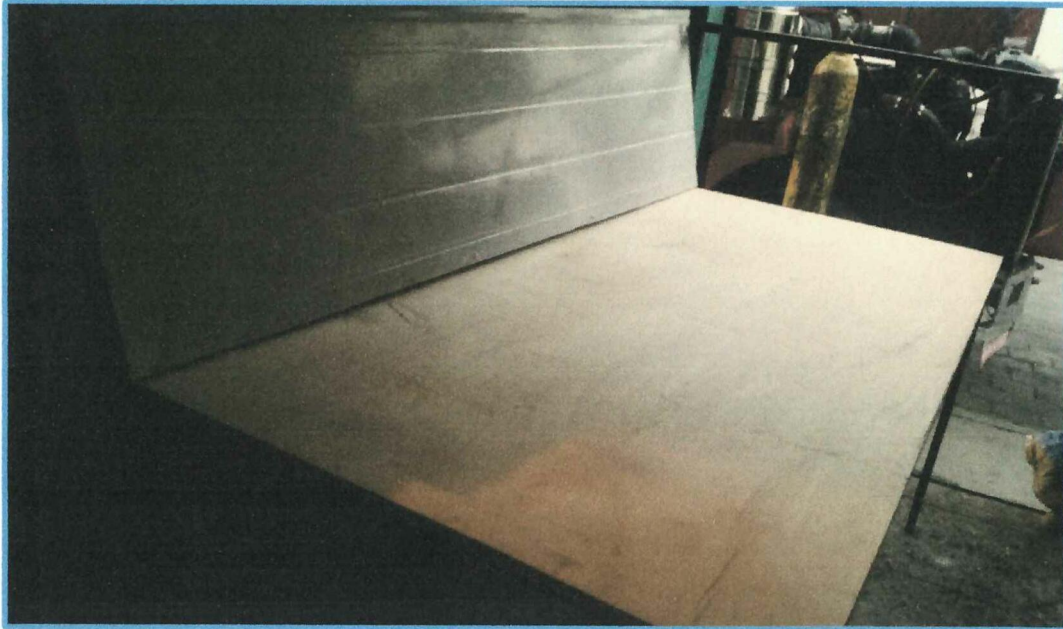
CUADRO N° 3.1 MATERIALES PARA MUEBLE O MÓDULO

Cantidad	Materiales y elementos	Características
8 m	Tubo cuadrado	Estructural 2"
12 m	Ángulo	Metálico 1" x 1/8"
1	Panel aislamiento 5 cm,	
1 lb	Electrodos	6011
1	Plancha de triplex	18mm
12	Pernos	1/16 x 1 ½ hilo grueso
1	Broca para hierro	1/16 x 1 ½ "
12	Arandelas	Planas
12	Tuercas	hilo grueso
1 m ²	Tol	Pre pintado blanco
4	Regatones	caucho
2	Tiraderas	3" metálicas
1 ltr.	Disolvente	Acrílico
½ litro	Pintura azul	Esmalte
½ litro	Pintura blanca	Esmalte
1 litro	Pintura negra	anticorrosiva
½ litro	Pintura negra	Esmalte
1	Suelda eléc. (alquiler)	110/220 wats
1	Soplete	De botella
1	Amoladora (alquiler)	Eléctrica
1	Taladro (alquiler)	Eléctrico
½ lbr.	Guaípe	Hilo

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

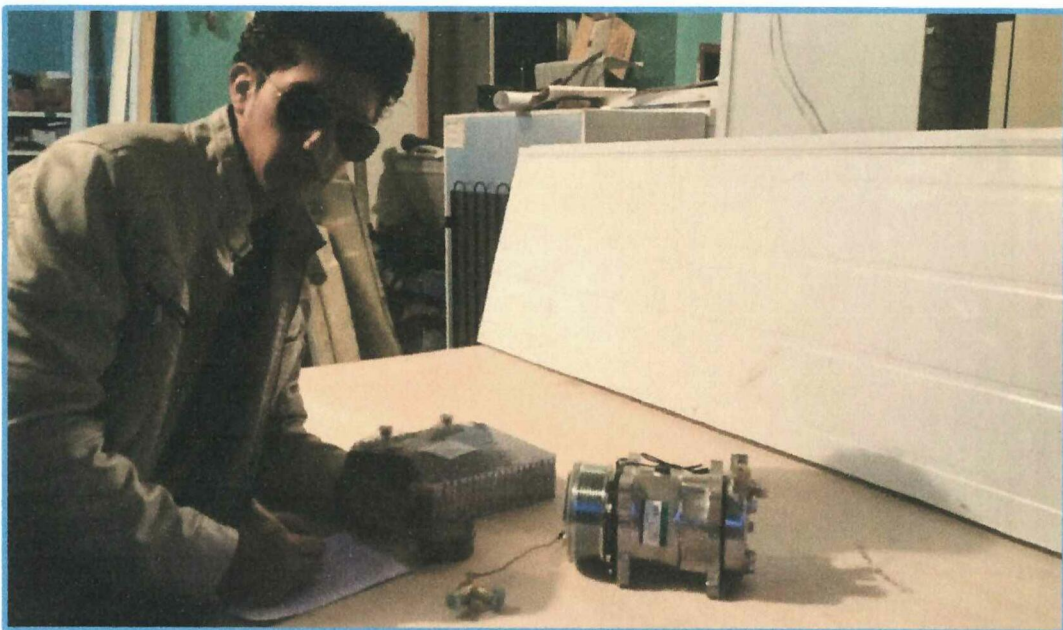
3.6. Construcción del módulo para el Banco de Pruebas de Refrigeración

FIGURA N° 3.2. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO O MUEBLE



Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

FIGURA N° 3.3. MONTAJE DE ELEMENTOS EN MÓDULO O MUEBLE



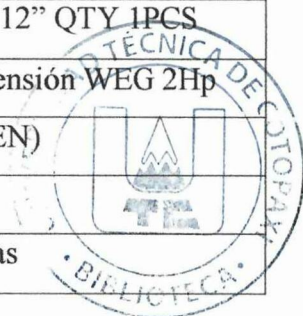
Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

3.6.1. Selección de elementos para el Banco de Pruebas de Refrigeración

El orden de los elementos está de acuerdo a la ubicación de los mismos en el plano del Banco de Pruebas de Refrigeración Figura N° 3.4.

CUADRO N° 3.2 ELEMENTOS PARA BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN

N°	Elemento	Característica
1	Switch On-OFF	Eléctrico 110/220 w
2	Termostato	Digital GAUGE TC-900Ri power/3
3	Termostato	Digital GAUGE MT-512 E 2HP
4	Termostato	Digital GAUGE MT-512 E 2HP
5	Termostato	Digital GAUGE MT-512 E 2HP
6	Termostato	Digital GAUGE MT-512 E 2HP
7	Termostato	Digital GAUGE MT-512 E 2HP
8	Indicador led	Rojo
9	Indicador led	Blanco
10	Indicador led	Amarillo
11	Indicador led	Azul
12	Manómetro de presión	Alta AG229P
13	Manómetro de presión	Alta AG229P
14	Manómetro de presión	Baja AG230V
15	Manómetro de presión	Baja AG230V
16	Paro de emergencia	Manual ½ vuelta
17	Evaporador	24cm x 22cm x 6cm genérico
18	Condensador	60cm x 39cm x 2cm genérico
19	Moto ventilador	WH-04608: 2a 12v 80w 12" QTY 1PCS
20	Moto ventilador	WH-04608: 2a 12v 80w 12" QTY 1PCS
21	Motor	Eléctrico de alta y baja tensión WEG 2Hp
22	Compresor	TM16 12v (134ª SANDEN)
23	Correa de caucho	57 pulgadas a 1,45 cm
24	Presostato	De seguridad - control gas

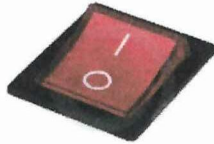


25	Transformador	Monofásico 220 v
26	Visores de líquido	½ pulgada 1
27	Visores de líquido	½ pulgada 1
28	Visores de líquido	3/8 pulgada 1
29	Relevador 2142	12 V 30 A
30	Relevador 2142	12 V 30 A
31	Relevador 2142	12 V 30 A
32	Relevador 2142	12 V 30 A
33	Tubería aluminio	½ pulgada 6m.
34	Tubería aluminio	3/8 pulgada 2 m.
35	Tubería cobre	½ pulgada 0.5 m.
36	Tubería cobre	3/8 pulgada 0.5 m.
37	Tubería cobre	¼ pulgada 4.5 m.
38	Tubo capilar de cobre	Calibre 0.40 8m.
39	Acoples enroscables	½ pulgada 8
40	Acoples enroscables	3/8 pulgada 6
41	Acoples enroscables	¼ pulgada 12
42	Válvula de paso	½ pulgada 3 danfos
43	Válvula de paso	3/8 pulgada 1 Quality
44	Válvula de paso	¼ pulgada 2 AQ-BRASS-Ball valve
45	Válvula de paso	½ pulgada 1 AQ-BRASS-Ball valve
46	Válvula de expansión	0.5 tn. Danfos
47	Boquilla de carga	2
48	Cable eléctrico	Nº 12 5m.
49	Cable eléctrico	Nº 16 20 m.
50	Bases	Hierro galvanizado 3

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

3.6.1.1. *Switch de encendido*

FIGURA N° 3.4. SWITCH ENCENDIDO



Fuente: <http://es.aliexpress.com/store/product/10-Snap-in-On-Off-4>

Descripción técnica: son impulsados en gran medida por 120 VCA y 240 VCA funcionando sobre una alimentación eléctrica monofásica.

3.6.1.2. *Termostato Digital GAUGE TC-900Ri power/3*

FIGURA N° 3.5. TERMOSTATO DIGITAL TC-900RI



Fuente: www.fullgauge.es

Especificaciones técnicas:

Alimentación: TC-900Ri power: 115 ó 230 vac+/- 10% (50/60 Hz)

TC-900Ri power: 12 ó 24 vac/dc

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

Temperatura de operación: 0 hasta 40°C/32 hasta 104°F

Humedad de operación: 10 hasta 90% HR (sin condensación)

Resolución: 0.1°C entre -10 y 75.0 °C y 1°C entre -50 y -10°C / 1°F todo rango

Corriente máxima: COMP: (compresor, válvula solenoide o contactor)

DEFR: 10A / 240Vac 1/4HP (deshielo-resistencia o gas caliente)

FANS: 5(3) A / 240Vac 1/8HP (forzadores del evaporador)

Sensores: S1: Sensor de ambiente (negro). S2: Sensor preso al evaporador a través de abrazadera metálica (gris)

Aplicaciones:

- Cámaras frío y,
- Expositores frigoríficos

3.6.1.3. Termostato Digital GAUGE MT-512 E 2HP

FIGURA N° 3.6. TERMOSTATO DIGITAL MT-512 E



Fuente: www.fullgauge.es

Especificaciones técnicas:

Alimentación: MT-512E 2HP → 115 o 230 Vac ±10%(50/60 Hz)

MT-512EL 2HP → 12 o 24 Vac/dc ±10%

Temperatura de control: -50 a 105°C (-58 a 221°F)(*)

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

Corriente máxima: 16(12) A 250Vac 2HP

Humedad de operación: 10 a 90% HR (sin condensación)

Grado de protección: IP 65 (frontal)

Aplicaciones:

- Mostradores refrigerados
- Cámaras frías
- Buffet de comidas calientes
- Estufas

3.6.1.4. Luces piloto tipo led

FIGURA N° 3.7. LUZ LED 5050



Fuente: www.ledsenergia.com/

Descripción técnica: luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta, operación a altas frecuencias, útiles en tecnologías avanzadas de comunicaciones y control incluyendo equipos de audio y video.

3.6.1.5. Evaporador

FIGURA N° 3.8. EVAPORADOR



Fuente: <http://www.clubedarefrigeracao.com.br>

Descripción Técnica: hechos de aluminio, cobre o latón, buena conductividad térmica, son de placa (o roll-bond), el tubular y el con aletas: utilizado en los refrigeradores de uso doméstico, está formado por 2 chapas de aluminio superpuestas y curvadas, con una tubería embutida en forma de zigzag, a través de la cual fluye el fluido refrigerante.

3.6.1.6. Moto ventilador

FIGURA N° 3.9. MOTO VENTILADOR



Fuente: <http://www.clubedarefrigeracao.com.br>

Descripción Técnica: parte del sistema de refrigeración se conecta automáticamente según la necesidad. Gira a velocidades constantes en tiempos periódicos de acuerdo a la necesidad de la temperatura del líquido refrigerante o del exterior, el ventilador no se conecta.

3.6.1.7. Compresor

FIGURA N° 3.10. COMPRESOR



Fuente: www.weg.net



Características técnicas:

Energía: 2 HP Special

Recinto: ODP

Voltaje: 115/230 VCA

Servicio: continuo

Amperaje: 15 / 7.5 Amps

Cuadro: 56

Velocidad: 3450 RPM

Base: de montaje

Fase: 1

Eje: 5/8" día. x 1 7/8"

Rotación: CCW; w / 3/16" chavetero

Factor de servicio: 1.0

Tamaño: 10 1/4 x 8" x 6 1/2"

Rodamientos: de bolas

Aplicaciones:

Frigoríficos, cámaras y cuartos fríos, compresor de aire, banco de refrigeración, movimiento de bandas.

3.6.1.8. Condensador

FIGURA N° 3.11. CONDENSADOR



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Condensador>

Descripción técnica: está construido por paneles de aluminio o bronce, dentro de los paneles circula líquidos como aceite o agua para su enfriamiento algunos modelos se apoyan en un ventilador eléctrico para un mejor enfriamiento en el proceso de condensación, debido a la entrega o pérdida de calor y a la elevada presión a que se lo somete, el gas se condensa y constituye una fuente de agente de un equipo de refrigeración.

3.6.1.9. Manómetros de alta y baja presión

Manómetro de Alta AG229P (rojo) y Baja AG230G (azul)

FIGURA N° 3.12. MANÓMETROS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN



Fuente: <http://edisonelectric.com/es/?product=relojes-de-alta-y-baja-presion>

Los manómetros son los instrumentos utilizados para medir la presión de fluidos (líquidos y gases).

Lo común es que ellos determinen el valor de la presión relativa, aunque pueden construirse también para medir presiones absolutas. Existen de alta (color rojo) y baja presión (color azul).

3.6.1.10. *Tubo capilar de cobre*

FIGURA N° 3.13. TUBO CAPILAR DE COBRE



Fuente: <http://es.qequality.com/categories/186/COBRE>

Ventajas:

- Sencillez
- Fiabilidad: no tiene piezas móviles
- Facilidad de reparación
- No necesita depósito de líquido
- Económico

Desventajas:

- Rigidez: no permite adaptar el caudal de refrigerante a las variaciones de carga térmica y de temperatura del medio. El punto de fusión es bajo poco diámetro.

3.6.1.11. *Relevadores 2142 12V 30 Flosser*

FIGURA N° 3.14. RELEVADORES 2142 12V



Fuente: http://belovari.hr/Flosser_Katalog_2010_2011_web.pdf

Descripción técnica: controla altas cantidades de voltajes con pequeñas tensiones de control. Optimiza todo el sistema de las luces altas, las corneta, el electro ventilador y accesorios del automóvil que trabajan con corriente eléctrica, tiene un amperaje de 30 y un de voltaje 12, cuatro patas invertidas y es tipo Bosch. Disponible en: <https://www.linio.com.ve/p/rele-flosser-2142-30a-12v-cuatro-patas-jqvdc>

3.6.1.12. Contactor Metasol MC-18b

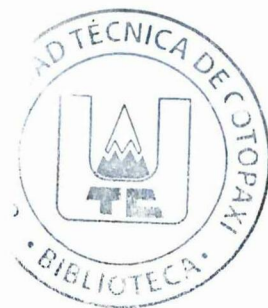
FIGURA N° 3.15. CONTACTOR MC-18B



Fuente: http://www.altechcorp.com/PDFS/Contactors_MC.pdf

Características técnicas:

- 3 polos (NO) contacto principal
- Carril DIN o tornillo montable
- Control de CA o CC en diverso tamaño físico
- Frente / laterales accesorios montables disponibles
- Relé de sobrecarga montable directa disponible Clasificación
- 1 NA y 1 NC Auxiliar de contactos incorporada de serie.



3.6.1.13. *Acoples enroscables metálicos 1/2, 1/4 y 3/8, pulgada*

FIGURA N° 3.15. ACOPLER ENROSCABLES



Fuente: <http://cememsa.com/pdf/BRONCE.pdf>

Son elementos de conexión hechos de cobre, bronce, aluminio o hierro sirven para conectar tuberías con equipos (Bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios codos, válvulas, etc

3.6.1.14. *Válvulas de paso 1/2, 1/4 y 3/8, pulgada*

FIGURA N° 3.16. VÁLVULAS DE PASO



Fuente: www.aqbrassballvalve.com

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de bola o esfera. La bola tiene un corte adecuado (usualmente en V) que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior.

3.6.1.15. *Válvula solenoide*

FIGURA N° 3.17. VÁLVULAS SOLENOIDE



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

Descripción Técnica: válvula solenoide operada eléctricamente, operada manualmente pero, como es accionada eléctricamente puede ser controlada por interruptores eléctricos simples.

3.6.1.16. *Botón de paro general o de emergencia*

FIGURA N° 3.18. BOTÓN DE PARO O EMERGENCIA



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

Descripción técnica:

- Un interruptor accionado manual o eléctricamente, situado en la línea de alimentación de la máquina.
- Un auxiliar de mando dispuesto en el circuito auxiliar de modo que, al ser accionado, todos los circuitos que puedan originar peligro queden desconectados.

- El órgano de mando utilizado como paro de emergencia debe reunir las características siguientes:
- Será visible y fácilmente accesible, por lo que se colocará en un lugar donde pueda ser alcanzado rápidamente por el operario.
- Será capaz de cortar la corriente máxima del motor de mayor potencia en condiciones de arranque.
- Podrá ser accionado manualmente y será enclavable en la posición de abierto.
- Puede presentar varias formas: maneta, pedal, cuerda, botón pulsador, etc., eligiéndose la más conveniente en cada caso; en todos los casos el color será rojo.

3.6.1.17. Gas refrigerante 134a

FIGURA N° 3.20. ENVASE CON REFRIGERANTE 134A



Fuente: http://www.abellolinde.es/internet.lg.lg.esp/es/images/R-134a316_85645.pdf

El R134a es un gas refrigerante del tipo HFC (hidrofluorcarbono) que no daña la capa de ozono. Es de baja toxicidad, no es inflamable con la presencia del aire atmosférico a temperatura inferior a 100° C y a presión atmosférica. No es corrosivo, y es compatible con la mayoría de materiales. Sus vapores tienen un olor levemente dulce.



CUADRO Nº 3.3 CARACTERÍSTICAS GAS REFRIGERANTE 134A

R134a HFC (hidrofluorcarbono)		
Fórmula química:	CF ₃ CH ₂ F	
Masa molar:	102.0 g/mol	
Punto de ebullición a 1013 mbar:	Temperatura:	247,05 k (-26,1° C)
	Calor latente de ebullición:	215,9 kj/kg
Punto crítico:	Temperatura:	374,15 k (101° C)
	Presión:	40,7 bar
	Densidad:	0,512 kg/dm ³
Fase líquida a 25° C:	Densidad:	1,206 kg/dm ³
Vapor saturado:	Densidad:	5,28 kg/m ³
Calor específico a 25° C:	Estado líquido:	1,46 kj/(kg.k)
	Estado gaseoso a 1013 mbar:	0,858 kj/(kg.k)
Límite de inflamabilidad:	En aire, temperatura ambiente:	Ninguno
ODP (Potencial Destrucción del Ozono):		0
Temperatura de auto-ignición:	En aire	770° C

Fuente: http://www.abellolinde.es/internet.lg.lg.es/es/images/R-134a316_85645.pdf

Aplicaciones:

El R134a es utilizado por la mayoría de fabricantes de equipos, debido a su excelente eficacia, como sustituto a largo plazo del R12 en aplicaciones tales como:

- Aparatos de aire acondicionado
- Aire acondicionado industrial (grupos de refrigeración rápida)
- Refrigeración doméstica
- Refrigeración comercial y de transporte

3.7. *Elaboración Banco de Pruebas de Refrigeración*

El banco de pruebas se realizó por etapas: La primera etapa se inicia con la elaboración del plano de la estructura del módulo o mueble para el banco de pruebas. Ver Anexo 7. Para luego ensamblar con los materiales propuestos para ese fin.

En la segunda etapa se diseñó el diagrama de elementos constitutivos, para que culminado el mueble se puedan montar los elementos determinados para el funcionamiento del Banco de Pruebas de Refrigeración. Ver Anexo 9

Seguidamente en la tercera etapa se realizó el diagrama de tuberías para las conexiones entre los elementos que requieren diferentes tipos de tubos, tanto de aluminio como de cobre. Ver Anexo 8

En la cuarta etapa se diagrama el plano eléctrico tanto de control como de fuerza para conectar e interconectar los elementos eléctricos y electrónicos del equipo. Ver Anexo 5 y 6

Finalmente se realizó una verificación de todos los elementos montados en el mueble que es muy ergonómico, amplio y con excelente señalética para que su funcionalidad cumpla con las expectativas de los catedráticos y estudiantes universitarios.

3.9. Inversión para Banco de Pruebas de Refrigeración

CUADRO N° 3.4. INVERSIÓN - PRESUPUESTO

N°	DESCRIPCIÓN DEL GASTO	VALOR USD
1	Switch On-OFF Eléctrico 110/220 w	6
2	Termostato Digital GAUGE TC-900Ri power/3	180
3	Termostato Digital GAUGE MT-512 E 2HP	140
4	Termostato Digital GAUGE MT-512 E 2HP	140
5	Termostato Digital GAUGE MT-512 E 2HP	140
6	Termostato Digital GAUGE MT-512 E 2HP	140
7	Termostato Digital GAUGE MT-512 E 2HP	140
8	Indicador led Rojo	5
9	Indicador led Blanco	5
10	Indicador led Amarillo	5
11	Indicador led Azul	5
12	Manómetro de presión Alta AG229P	25
13	Manómetro de presión Alta AG229P	25
14	Manómetro de presión Baja AG230V	25
15	Manómetro de presión Baja AG230V	25
16	Paro de emergencia Manual ½ vuelta	30
17	Evaporador 24cm x 22cm x 6cm genérico	250
18	Condensador 60cm x 39cm x 2cm genérico	180
19	Moto ventilador WH-04608: 2a 12v 80w 12" QTY 1PCS	90
20	Moto ventilador WH-04608: 2a 12v 80w 12" QTY 1PCS	90
21	Motor Eléctrico de alta y baja tensión WEG 2Hp	450
22	Compresor TM16 12v (134ª SANDEN)	450
23	Correa de caucho 57 pulgadas a 1,45 cm	28
24	Presostato de seguridad - control gas	28
25	Transformador Monofásico 220 v	320

26	Visores de líquido ½ pulgada	38
27	Visores de líquido ½ pulgada	38
28	Visores de líquido 3/8 pulgada (2)	30
29	Relevador 2142 12 V 30 A	12
30	Relevador 2142 12 V 30 A	12
31	Relevador 2142 12 V 30 A	12
32	Relevador 2142 12 V 30 A	12
33	Tubería aluminio ½ pulgada (6m.)	18
34	Tubería aluminio 3/8 pulgada (2 m.)	12
35	Tubería cobre ½ pulgada (0.5 m.)	9
36	Tubería cobre 3/8 pulgada (0.5 m.)	7
37	Tubería cobre ¼ pulgada (4.5 m.)	24
38	Tubo capilar de cobre Calibre 0.40 (8m.)	16
39	Acoples enroscables ½ pulgada (8)	32
40	Acoples enroscables 3/8 pulgada (6)	24
41	Acoples enroscables ¼ pulgada (12)	36
42	Válvula de paso ½ pulgada (3 Danfos)	120
43	Válvula de paso 3/8 pulgada (1 Quality)	22
44	Válvula de paso ¼ pulgada (2) AQ-BRASS-Ball valve	52
45	Válvula de paso ½ pulgada (1) AQ-BRASS-Ball valve	38
46	Válvula de expansión 0.5 tn. Danfos	120
47	Boquilla de carga (2)	8
48	Cable eléctrico N° 12 (5m.)	18
49	Cable eléctrico N° 16 (20 m.)	40
50	Bases Hierro galvanizado (3m.)	50
51	Tubo cuadrado Estructural 2" (8 m.)	50
52	Ángulo Metálico 1" x 1/8" (12 m.)	25
53	Panel aislamiento 5 cm, (1)	90
54	Electrodos 6011 (11br)	5
55	Plancha de triplex 18mm (1)	80
56	Pernos 1/16 x 1 ½ hilo grueso (12)	5

57	Broca para hierro 1/16 x 1 1/2 '' (1)	5
58	Arandelas Planas (12)	4
59	Tuercas hilo grueso (12)	6
60	Tol prepintado planco (1)	30
61	Regatones caucho (4)	8
62	Tiraderas 3'' metálicas (3)	5
63	Disolvente Acrílico (1 l.)	3
64	Pintura azul Esmalte (1/2 l.)	6
65	Pintura blanca Esmalte (1/2 l.)	6
66	Pintura negra anticorrosiva (1/2 l.)	12
67	Pintura negra Esmalte (1/2 l.)	6
68	Suelda eléctrica 110/220w.(alquiler)	40
69	Soplete de botella	40
70	Amoladora eléctrica (alquiler)	120
71	Taladro eléctrico (alquiler)	120
72	Guaípe(250 g.)	2
TOTAL:		4390^{USD}

Elaborado por: Jarrín Milton & Romero Alexander

3.10. Conclusiones y recomendaciones

3.10.1. Conclusiones:

- El Diseño y Construcción del Banco de Refrigeración se ha desarrollado paso a paso mediante un "interfaz hombre-máquina" (HMI) que permite al operador, en determinadas circunstancias, hacer funcionar la máquina y observar el estado de equipos e interpretar las magnitudes del sistema.
- La información de las Magnitudes del Sistema de Refrigeración se proporcionan por medio del panel de control con luces de señalización, botones de accionamiento, elementos de simple observación, manómetros digitales automatizables que utilizan un sistema de visualización, manómetros análogos de presión que nos proporcionan lecturas tanto a la entrada como a la salida del compresor, evaporador y condensador.
- Se ha desarrollado un proyecto fundamental para la carrera de Ingeniería Electromecánica, basándonos en las ramas que la componen como: Industrial (diseño y estructuras metálicas), Eléctrica y Sistemas de Potencia (cajetines y conexiones para 110-220-12V), Electrónica e Instrumentación (termómetros digitales automatizables).
- Se implementó dos transformadores, necesarios para el funcionamiento del sistema de refrigeración, ya que uno permite transformar de 220 a 12V (motor) y el otro de 110 a 12V (indicadores led y termómetros digitales, etc); debido a que los elementos no funcionan con un solo voltaje.

3.10.2. Recomendaciones:

- Antes de poner en marcha los switch de encendido del motor y compresor, revisar las válvulas de paso, en especial la Quality de 3.8” que se encuentre normalmente abierta, para no causar un choque de interno del R134a (gas) en el compresor y causar daños en todo el sistema de refrigeración.
- Al energizar el Banco de Pruebas de Refrigeración visualizar en el panel de control, que el indicador led color rojo este encendido; de no ser así, revisar la botonera del transformador de 110 a 12V para accionarla en 12V y visualizar que la pluma del indicador marque 30A de los fusibles, caso contrario reemplazarlos por otros en perfecto estado de funcionamiento.
- Tomar en cuenta que el Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de sus Magnitudes entra en funcionamiento, energizándolo a 220V, para esto la conexión trifásica del conector o enchufe, es la fase – fase y el neutro obligatoriamente para que permita la activación de los instrumentos del sistema de refrigeración que se energizan con 12V.
- Mantener el Banco de Pruebas de Refrigeración en constante funcionamiento para que el R134a (gas) no pierda sus propiedades y por ende deje de funcionar el sistema correctamente, por lo que es importante revisar los manuales de funcionamiento, de procedimientos y realizar el mantenimiento periódico para conservar el Banco de Pruebas en óptimas condiciones.



BIBLIOGRAFÍA

- **ALARCÓN, José.** *Tratado práctico de refrigeración automática.* Barcelona : Marcombo S.A., 1998, p. 98.
- **ARKINS, Peter y DE PAULA, Julio.** *Química Física.* Buenos Aires : Panamericana, 2008
- **BARREIRO, José y SANDOVAL, Aleida.** *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas.* Caracas, Venezuela : Equinoccio, 2006, p. 220.
- **BLASCO, Begonia, y otros.** *Fundamentos Físicos de la Edificación I.* Madrid : Delta, 2008, p. 124.
- **BOLAÑOS, Guillermo y MOLINA,** *Introducción al currículo.* Costa Rica : Universidad Estatal a Distancia, 2007, p. 48.
- **CABRERA, Antonio.** 2010, *Sistemas de refrigeración por absorción.* Bogotá : PNUMA, 2010, p. 22.
- **CASTELLAN, Gilbert.** *Físico-química.* México : Adisson Wesley Iberoamericana S.A., 1987, p. 102.
- **CONESA, J.A.** *Sistema de refrigeración por compresión.* Universidad de Alicante. Alicante : Universidad de Alicante, 2011, p. 51 -57.
- **ESCUADERO, Cristina y FERNÁNDEZ, Pablo.** *Máquinas y equipos térmicos.* Madrid : Paraninfo S.A., 2013, p. 120 - 121.
- **FRANCO, Juan Manuel.** *Manual de refrigeración.* Barcelona, España : Reverté S.A., 2006, p. 1.
- **GIEANCOLI, Douglas.** *Física. Principios con aplicaciones.* México : Pearson Educación, 2006, p. 357.

- **GÓMEZ, Blanca.** *El nuevo reglamento de gases fluorados y su recuperación en el sector de la climatización.* España : Enfoque, 2014: p. 2.
- **GONZÁLEZ, Conti.** *Principios de la refrigeración y aire acondicionado.* México : Trillas, 2007.
- **HERNÁNDEZ, Eduardo.** *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración.* México : Limusa, 2009, p. 227.
- **HIDALGO, José.** *Tratado de enología I.* Madrid : Mundi-Prensa, 2010, p. 718.
- **HILL, John y KOLH, Doris.** *Química para el nuevo milenio.* México : Prentice Hall, 1999, p. 160.
- **JUTGLAR, Luis y MIRANDA,** *Técnicas de refrigeración.* Barcelona - España : Marcombo S.A., 2008, p. 29.
- **KURT, Role.** *Termodinámica.* México : Pearson Education, 2006, p. 57.
- **LAPUERTA, Magin y ARMAS, Octavio.** *Frío industrial y aire acondicionado.* Cuenca - España : Universidad de Castilla - La Mancha, 2012, p. 33.
- **MARTÍNEZ, Eduardo.** *Conservación del frío.* Madrid : Tendencias, 2006, p. 1. Vol. 1.
- **MELGAREJO, Mario.** *“Nuevo curso de ingeniería del frío”.* Murcia : Vicente Madrid, 2003: p. 13 - 15.
- **MIRANDA, Ángel y RUFES, Pedro.** *Ciclos de refrigeración.* España : CEAC, 2004, p. 11.
- **MIRANDA, Luis.** 2012, *Manual técnico de refrigerantes.* Barcelona, España : MARCOMBO S.A., 2012, p. 7- 8.

- **MORÁN, Michael y SHAPIRO, Howard.** *Termodinámica Técnica.* Barcelona : Reverté S.A., 2004, p. 516.
- **MOTT, Robert.** *Mecánica de fluidos aplicada.* México : Prentice Hall, 1996, p. 59.
- **NUNES, Ernani.** *Sociedades más maduras tienen nuevas necesidades.* Brasil : Embraco, 2014.
- **PADERO, Manuel.** *Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas industriales.* Madrid, España : Paraninfo S.A., 2014, p. 33.
- **RAMÍREZ, Ma. Soledad y BURGOS,** *Recursos educativos abiertos en ambientes enriquecidos con tecnología.* México : Tecnológico de Monterrey, 2010, p. 37.
- **RENDÓN, Adrián.** *Procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración y cuartos fríos (Proyecto de Grado).* Colombia : Universidad Tecnológica de Pereira, 2014: p. 59 -62.
- **SANZ, Félix y SANZ , Dionisia.** *Control de la refrigeración.* Madrid : UNED-Ciencias, 2014.
- **UMAÑA, Eduardo.** *Consrvación de alimentos por frío.* El Salvador : Fiagro, 2010, p. 20.
- **WHITMAN, William y JOHNSON, William.** *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado I.* España : Thomson, 2006, p. 17.
- **WIRZ, Dick.** *Refrigeración comercial para técnicos de aire acondicionado.* España : Thomson Paraninfo, 2008, p. 58.
- **YUNUS A, Cengel. BOLES, Michael .** *Termodinámica.* Mexico : Mc Graw Hill, 2003.

CITAS ELECTRÓNICAS:

- **CARRASQUILLA, Maribel.** *Diseño de la infraestructura de control para un Banco de Pruebas para sistemas de refrigeración Doméstica.* Colombia : Universidad Pontificia Bolivariana, Disponible en: <http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/2278>, 2011.
- **CENTRO TECNOLÓGICO JOSÉ CASABELLA.** *Operador de sistema de refrigeración por compresión de amoníaco.* Argentina : MTESS, 2011.
- **CONALEP.** *Colegio Nacional de Educación Pública. Instalación de sistemas de refrigeración.* México : Disponible en: http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Recurso/211/mtp_insar00int.pdf, 2007, p. 132.
- **KIELMANN, Rev.** *Catálogo técnico. Tubería capilar.* s/n : Disponible en: http://www.kielmannonline.com/pdf/productos/cat_capillary-tube_kct-c-ves_r00.pdf, 2015, p. 3.
- **MERO, Javier y ZAMBRANO, Carlos.** *Diseño y construcción de un Banco para un Sistema de Refrigeración por Compresión de vapor de 1hp de capacidad, usando refrigerante R404a para procesos de carga, descarga, recuperación de refrigerante del sistema y simulación de fallas para el laboratorio.* Ecuador : Escuela Politécnica del Ejército. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5693>, 2012.
- **PROAÑO, Roosevelt y ROJAS, Edison.** *Diseño y construcción de un Módulo Didáctico de Refrigeración, para prácticas de laboratorio en la Unidad académica de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Técnica de Cotopaxi.* Ecuador : Universidad Técnica de Cotopaxi. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1349>, 2012.

ANEXOS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS**

CARRERA: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ENCUESTA PARA ESTUDIANTES

ENCUESTA DIRIGIDA A: Estudiantes de séptimo, octavo y noveno Nivel Abril - agosto 2014 de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

OBJETIVO

Obtener información para la implementación de un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2014.

INSTRUCCIONES:

Lea detenidamente cada pregunta, cada una de ellas tiene tres opciones, marque con **X** solo una alternativa de acuerdo a su percepción de la realidad.

CUESTIONARIO	SI	NO	NO SE
1. ¿Considera que el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica tiene el equipamiento suficiente para las prácticas técnico profesionales de los estudiantes?			
2. ¿Considera que el Laboratorio de Control e Instrumentación de la carrera de Electromecánica tiene el los elementos básicos para las prácticas técnico profesionales en refrigeración?			
3. ¿Considera que el Laboratorio de Electromecánica tiene implementado un banco de pruebas de refrigeración para las prácticas técnico profesionales?			

Anexo A	Tema: Encuesta para estudiantes	2/2
---------	---------------------------------	-----

4. ¿Considera que, en las prácticas de refrigeración se pueden visualizar las magnitudes del sistema de refrigeración?			
5. ¿Considera que, en las prácticas de refrigeración mejoran las competencias técnico profesionales del Ingeniero electromecánico de la Universidad Técnica e Cotopaxi?			
6. ¿Considera que, se debe implementar un Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica?			
7. ¿El Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica debe prestar servicios únicamente a los profesores y estudiantes?			
8. ¿El Banco de Pruebas de Refrigeración para la visualización de magnitudes en el sistema de refrigeración para el Laboratorio de Electromecánica debe prestar servicios a clientes externos?			
Gracias por su colaboración			

Anexo B	TEMA: Puesta en marcha para Banco de Pruebas de Refrigeración.	1/2
---------	---	-----

Puesta en marcha para Banco de Pruebas de Refrigeración

Ensayos Banco de Pruebas de Refrigeración

- 1) Visualizar las magnitudes de todo el sistema de refrigeración, tanto a la entrada como a la salida de cada uno de sus elementos mediante los manómetros de presión análogos y termostatos digitales previo la programación pertinente.
- 2) Prueba del Sistema Defrost mediante su correcto funcionamiento de deshielo.
- 3) Prueba del peso del refrigerante R134a en todo el sistema mediante el ciclo Brayton Regenerativo de termodinámica y comportamiento mediante el cierre de los bypass; observación de los visores.

Funcionamiento módulo de aire

- 1) Conectar o energizar el banco de pruebas de refrigeración a 220V.
- 2) Visualizar que la lámpara de color verde (redonda) esté encendida.
- 3) Encender el transformador de 110V a 12V
- 4) Cerciorarse que el transformador de 110 V esté en 12V; en caso de actuar en 24V se producirá la pérdida de os elementos del banco de pruebas de refrigeración.
- 5) Poner el botón del transformador de 110V a 12V (en mínimo), ya que el boost (convertidor o elevador) es para 24V.
- 6) Comprobar que el fusible sea el correcto 20A.
- 7) Verificar visualizando el encendido de la luz led piloto color rojo.
- 8) Quitar el Paro de Emergencia, girando en sentido de las manecillas del reloj.
- 9) Encender el switch del motor.
- 10) Comprobar mediante visualización de encendido de la luz led piloto color verde.
- 11) Encender el switch del motor

Anexo B	TEMA: Puesta en marcha para Banco de Pruebas de Refrigeración.	2/2
<p>12) Comprobar mediante visualización de encendido de la luz led piloto color blanco.</p> <p>13) Verificar el correcto funcionamiento de la correa (banda) de caucho, si es necesario regular la misma templando más para evitar que se rompa con la vibración.</p> <p>14) Visualizar que los termostatos digitales enciendan y funciones correctamente.</p> <p>15) Revisar que los cables eléctricos estén todos conectados correctamente al motor y a la toma corriente ubicada en la parte posterior del panel de control del banco de pruebas de refrigeración.</p> <p>16) Comprobar el paso de energía del compresor, mediante el puente o en el presostato y visualizar nuevamente el encendido de la luz led piloto color blanco.</p> <p>17) Revisar el paso de energía en la válvula solenoide para el correcto funcionamiento del sistema Defrost.</p> <p>18) Verificar mediante el encendido de la luz led piloto color azul.</p> <p>19) Revisar que las dos válvulas de paso $\frac{1}{2}$ y la de $\frac{3}{8}$ estén en modo abierto.</p> <p>20) Comprobar que las válvulas de paso de $\frac{1}{4}$ estén en modo cerrado.</p> <p>21) Visualizar el paso del gas R134A en los visores.</p> <p>22) Controlar presiones en los dos manómetros de presión de alta y en los dos de baja.</p> <p>23) Con estos pasos se procede a realizar varias pruebas de refrigeración.</p>		

STARTUP FOR TESTBED REFRIGERATION**Testing Testbed Refrigeration**

- 1) Display the magnitude of the entire cooling system, both at the entrance and exit of each of its elements by similar pressure gauges and digital thermostats previous relevant programming.
- 2) Test System Defrost by proper operation of thaw.
- 3) Test the weight of R134a refrigerant throughout the system through regenerative Brayton thermodynamic cycle and behavior by closing the bypass; Viewers watching.

Operation air module

- 1) Connect or energize the test cooling 220V.
- 2) Display the lamp green (round) is on.
- 3) Turn on the transformer 110V to 12V
- 4) Make sure that the 110 V transformer is 12V; if acting in 24V will result in the loss of elements of the cooling test.
- 5) Put the button transformer 110V to 12V (at least) as the boost (converter or lift) it is for 24V.
- 6) Check that the fuse is correct 20A.
- 7) Check the ignition displaying LED pilot light red.
- 8) Remove the emergency stop by turning in the direction of clockwise.
- 9) Turn the engine switch.
- 10) Check by displaying on LED pilot light green.
- 11) Turn the engine switch
- 12) Check display by illumination of the lamp white LED driver.
- 13) Check operation of the belt (band) of rubber, if necessary regulate the same tuning more to prevent break with vibration.

Anexo C	Tema: STARTUP FOR TESTBED REFRIGERATION	2/2
<p>14) Display digital thermostats that turn on and functions correctly.</p> <p>15) Check that all electrical cords are properly connected to the engine and the power socket on the back of the control panel cooling test.</p> <p>16) Check the flow compressor power through the bridge or switch and display lighting the pilot light again led white.</p> <p>17) Check the passage of energy in the solenoid valve for the proper functioning of Defrost system.</p> <p>18) Check by switching on the light blue LED light.</p> <p>19) Check that the two shut-off valves $\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{8}$ are in open mode.</p> <p>20) Check that shutoff valves are closed so $\frac{1}{4}$.</p> <p>21) Display the passage of gas R134A in viewers.</p> <p>22) Check pressures in the two pressure gauges at both high and low.</p> <p>23) With these steps we proceed to perform various tests of cooling.</p>		

Anexo D	TEMA: Mantenimiento del Banco de Pruebas de Refrigeración	1/2
---------	--	-----

Mantenimiento del Banco de Pruebas de Refrigeración

Procedimiento de mantenimiento de sistemas de refrigeración

Explica el autor, (RENDÓN, 2014: p. 59 -62), los siguientes procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración son:

Los procedimientos o actividades utilizadas para el mantenimiento de equipos de refrigeración, basados en los conceptos y la información obtenida anteriormente se pueden abarcar de la siguiente manera.

En primer lugar, las técnicas o aspectos principales que el mantenimiento debe desarrollar son:

- Revisión e inspección
- Verificación de condiciones
- Limpieza y reparaciones
- Programa de pruebas y
- Control de instrumentos

Teniendo en cuenta que básicamente este es el orden en el cual se deben llevar a cabo los procedimientos de mantenimiento, a continuación nos referimos a las tareas implícitas en cada uno de ellos.

Revisión e Inspección

Se refiere a todas aquellas actividades que tiene por objeto, encontrar posibles fallas, sus causas y causantes, al mismo tiempo que se examinan partes desgastadas que pueden

Anexo D	TEMA: Mantenimiento del Banco de Pruebas de Refrigeración	2/3
---------	--	-----

ser punto de falla en el corto plazo, todo esto a la espera de poder determinar, el tipo de procedimiento a realizar para su corrección, el lugar donde se debe aplicar y los materiales e insumos necesarios para su poder llevar a cabo esta operación.

Se deben tener en cuenta durante el desarrollo de esta actividad, conceptos de funcionamiento básico de los sistemas de refrigeración, conceptos ambientales y las estadísticas que se tengan a la mano del equipo en el que se está trabajando.

Verificación de Condiciones

Es el análisis completo del entorno en el cual se encuentra ubicado el equipo, condiciones de temperatura, entradas de aire fresco, presiones, incidencia de los rayos de sol y todo aquello que pueda afectar directa o indirectamente el buen funcionamiento del sistema frigorífico.

Se refiere también a las condiciones de ubicación y de trabajo de cada uno de los componentes adicionales instalados en el sistema, verificación de posición, rangos de trabajo y capacidad de trabajo.

En algunos momentos se puede confundir con la revisión e inspección, se diferencia en que esta es para verificar que se cumple con los principios de buena instalación en cambio el primero es para encontrar fallas y culpables.

Reparaciones

Estos tiene como fin la reparación de fallas, cambio de piezas, ajustes, entre otros, al dar por terminado los dos anteriores procedimientos, estos para proceder con a la puesta en marcha bajo condiciones óptimas de trabajo del sistema para dar continuidad con las actividades de la empresa.

Anexo D	TEMA: Mantenimiento del Banco de Pruebas de Refrigeración	3/3
---------	--	-----

Limpieza

Aun cuando parezca la actividad más sencilla e insipiente de todo el proceso del mantenimiento como tal, esta es tal vez una de las más importantes y una de las más olvidadas o en algunos casos el escudo de muchos técnicos, es aquí donde se facilita y se garantiza que la aplicación de los procedimientos de mantenimiento es verdaderamente efectiva.

Se refiere a la limpieza de los serpentines, los componentes y cada uno de los elementos instalados en el sistema, con el fin de mantenerlos en óptimas condiciones para su funcionamiento.

Programa de Pruebas

Después de aplicar los anteriores procedimientos, se recomienda realizar una serie de pruebas a cada uno de los componentes del sistema, con el fin de obtener datos del funcionamiento de cada uno de ellos después de haber llevado a cabo las actividades correctivas, estas al tiempo de servir como base de datos comparativos para revisiones futuras, también servirán para determinar qué tan apto o efectivo es el servicio de mantenimiento prestado a la máquina.

Control de Instrumentos

Al dar por terminado todas aquellas actividades necesarias para el buen funcionamiento de las máquinas, se recomienda realizar una inspección para la calibración de cada uno de los componentes instalados en el sistema, con el fin de garantizar que el equipo se deja trabajando en las mejores condiciones posibles con todos sus elementos a punto.

MAINTENANCE TEST BENCH REFRIGERATION**Procedure maintenance of cooling systems**

What procedures or activities used to maintain refrigeration equipment, based on the concepts and the information obtained can be covered as follows.

First, the major technical or maintenance issues that should be developed are:

- Review and inspection
- Verification of conditions
- Cleaning and repair
- Test program and
- Control instrument

Considering that basically this is the order in which they must perform maintenance procedures, then we refer to the tasks within each of them.

Revision and inspection

It refers to all activities aimed, to find possible faults, their causes and triggers, while worn parts that can be point of failure in the short term are examined, all waiting to be able to determine the type the procedure to be performed for correction, where it should be given the materials and supplies needed to be able to carry out this operation.

Must be taken into account during the development of this activity, basic concepts of operation of cooling systems, environmental concepts and the statistics have on hand the computer on which you are working.

Verification of conditions

It is the comprehensive analysis of the environment in which is located the equipment, temperature conditions, fresh air intakes, pressure, incidence of sunlight and anything that might directly or indirectly affect the proper operation of the refrigeration system.

It also refriere conditions and working location of each of the additional components installed on your system, check position, working ranges and ability to work.

At times it can be confused with the review and inspection, it differs in this is to verify compliance with the principles of good installation whereas the first is to find fault and blame.

Repairs

These aims to repair flaws, replacement of parts, adjustments, inter alia, to terminate the two previous procedures, these to proceed with the implementation under optimum operating conditions of the system to give continuity to the activities of the company.

Cleaning

Even when it seems the simplest and incipient activity of the entire maintenance process as such this is perhaps one of the most important and one of the most neglected or in some cases the coat of many technicians, is where is facilitated and It ensures that the application of the maintenance procedures is truly effective.

It means cleaning coils, components and each of the components installed in the system, in order to keep them in top condition for operation.

Anexo E	TEMA: Maintenance test bench refrigeration	3/3
---------	--	-----

Testing Program

After applying the above procedures, it is recommended to perform a series of tests on each of the components of the system, in order to obtain performance data for each of them after carrying out the remedial activities, such as the time of they serve as the basis of comparative data for future revisions, they will also serve to determine how suitable or effective the maintenance service provided to the machine.









Instrument Control

To terminate all activities necessary for the proper functioning of the machines, it is recommended that an inspection for the calibration of each of the components installed in the system, in order to ensure that the team is allowed to work in the best conditions possible with all its elements about.

Anexo F	TEMA: Manual de operaciones del Banco de Pruebas de Refrigeración	1/3
---------	---	-----

Manual de operaciones del Banco de Pruebas de Refrigeración

Visualización de Parámetros

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

3.13.3. Funciones

F01 - Código de acceso: Presionamos set y procedemos a ingresar el código de acceso 123 (ciento veintitrés). Es necesario cuando se desea alterar los parámetros de configuración.

F02 - Diferencial de control (histéresis): Es la diferencia de temperatura entre *conectar* y *desconectar* la refrigeración su valor es en °C.

F03 - Corrimiento de indicación de la temperatura ambiente (offset): Permite compensar eventuales errores en la lectura de la temperatura ambiente, provenientes del cambio del sensor o de la alteración del largo del cable (por defecto es 0°C).

F04 - Mínimo set point permitido al usuario final.

F05 - Máximo set point permitido al usuario final: Bloqueos electrónicos cuya finalidad es evitar, que por error, se regule la temperatura extremadamente alta o baja de set point.

F06 - Retardo en la partida (energización) de este instrumento: Sirve para evitar altas de demanda de energía eléctrica, en caso de corte y retorno de la misma, cuando existen varios equipos conectados en la misma línea.

Anexo F	TEMA: Manual de operaciones del Banco de Pruebas de Refrigeración	1/3
---------	--	-----

F07 - Punto de actuación de alerta de temperatura ambiente alta(S1): Si la temperatura ambiente (Sensor 1) alcanza este punto durante la refrigeración, esto será señalado a través de un parpadeo en el visor.

F08 - Tiempo de refrigeración – intervalo entre deshielos: Es el tiempo en el cual el compresor se conectara solamente por temperatura ambiente.

F09-Tiempo mínimo de compresor conectado: Es el espacio de tiempo entre la última partida y la próxima parada. Sirve para evitar altas de tensión en la red eléctrica.

F10 -Tiempo mínimo de compresor desconectado: Es el espacio de tiempo entre la última parada y la próxima partida. Sirve para aliviar la presión de descarga y aumentar la vida útil del compresor.

F11 - Situación del compresor con sensor ambiente S1 desconectado:Si el sensor S1 se encuentra desconectado o fuera de rango, el compresor asume este estado.

F12 - Deshielo en la partida del instrumento:Posibilita la realización de un deshielo en el momento en que el controlador es energizado.

F13 -Temperatura en el evaporador S2 para determinación de fin de deshielo: Si la temperatura en el S2 alcanza el valor ajustado, el fin de deshielo ocurrirá por temperatura.

F14 - Duración máxima de deshielo: Esta función sirve para ajustar el valor máximo de tiempo para el deshielo.

F15 -Forzador prendido durante el deshielo: Es el ventilador del evaporador e indica si está apagado o encendido durante el deshielo.

F16- Tipo de deshielo: “0” deshielo eléctrico (por resistencias), donde es activada solamente la salida de deshielo. “1” deshielo por gas caliente, donde son activadas las salidas del compresor y de deshielo.

F17 - Indicación de temperatura S1 bloqueada durante el deshielo:Esta función tiene la finalidad de evitar que sea visualizada la elevación de temperatura ambiente durante el deshielo.

F18- Tiempo de drenaje (goteo del agua del deshielo): Tiempo para que se escurran las últimas gotas de agua del evaporador.

Anexo F	TEMA: Manual de operaciones del Banco de Pruebas de Refrigeración	3/3
---------	--	-----

F19 - Temperatura del evaporador S2 para retorno del forzador después drenaje: Es un proceso necesario para remover el calor que todavía existe en el evaporador.

F20 - Tiempo máximo para retorno del forzador después del drenaje: Por seguridad, el retorno del forzador ocurrirá en el tiempo ajustado en esta función.

F21-Forzador prendido con compresor apagado: “0” El forzador permanece prendido solamente mientras el compresor este prendido. “1” El forzador permanece prendido durante todo el ciclo de refrigeración.









F22 - Parada del forzador por temperatura alta en el evaporador:Tiene por finalidad ciclar la ventilación del evaporador hasta que la temperatura ambiente se aproxime en el proyecto de la instalación frigorífica.

F23 - Tiempo para recogimiento del gas antes de iniciar el deshielo: Tiene como objetivo recoger el gas remanente de la línea de refrigeración antes de iniciar el ciclo de deshielo.

F24 - Intensidad del filtro digital aplicado al sensor 1: Ese filtro tiene la finalidad de simular un aumento de masa en el sensor de ambiente.

F25 - Permitir bloqueo de teclas: Este parámetro habilitara o no el recurso de bloqueo de teclas.

Operations Manual Testbed Refrigeration

- Simultaneously press buttons  and  **Fun 2** seconds until appears, then release. **F01** then appear.
- Use the buttons  and  to access the desired function.
- After selecting the function, press  (short touch) to visualize the configured value for this feature.
- Press  (short touch) again to return to the function menu.
- To exit the menu and return to normal operation (temperature gauge). Press  (hold) until 

Features:

F01 - Access code:We press set and proceed to enter the access code 123 (one hundred twenty-three). It is necessary when you want to alter the settings.

F02 - Control differential (hysteresis):It is the temperature difference between cooling switch the value is in ° C.

F03 - Offset indication of the ambient temperature (offset):Compensates an error in the reading of ambient temperature change from the sensor or cable length alteration (default is 0 ° C).

F04 - Minimum set point allowed to the end user.

F05 - Maximum set point allowed to the user:Electronic limits whose purpose is prevent that error, extremely high or low temperature set point is regulated.

F06 - Delay in the game)of this instrument:It serves to avoid high electricity demand, if cut and return it, when several connected on the same line equipment.

F07 - Act point of high ambient temperature alert (S1):If the ambient temperature (Sensor 1) reaches this point during refrigeration, this will be indicated through a blink in the viewfinder.

F08 - Refrigeration time - interval between defrosts:Is the time in which the compressor was connected only by ambient temperature.

F09- Time minimum compressor connected:It is the time between the last game and the next stop. It serves to prevent high voltage in the power grid.

F10 - Minimum compressor off time:It is the time between the last stop and the next start. It relieves the discharge pressure and increase compressor life.

F11 - Compressor status with detached ambient sensor S1 off:If the S1 sensor is switched off or out of range, the compressor assumes this state.

F12 - Melt in the starting of the instrument:Allows the realization of a melt in the moment when the driver is energized.

F13 - S2 Temperature in the evaporator for defrosting end determining:If the temperature S2 reaches the set value, the end defrost will happen for temperature.

F14 - Maximum duration of defrost:This function is used to set the maximum time to thaw.

F15 -Forzador on during defrost:It is the evaporator fan and indicates if it is turned on or off during defrost.

F16- Defrost Type:"0" Electrical defrost (resistance), which is activated only defrost output. "1" defrosting by hot gas, where compressor outputs are activated and de-icing.

F17 - Locked temperature indication S1 during defrost:This feature is intended to prevent it from being displayed elevated ambient temperature during thawing.

F18- Draining time (dripping of defrost water):Time for the last drops of water from the evaporator drain.

F19 - Evaporator temperature S2 to return after draining:It is necessary to remove the heat that still exists in the evaporator process.

F20 - Maximum time for fan return after draining:For safety, the fan return occurs at the time set in this function.

F21 -Forzador on with compressor off:"0" The fan is active only while the compressor is on. "1" The fan remains on during all refrigeration cycle.

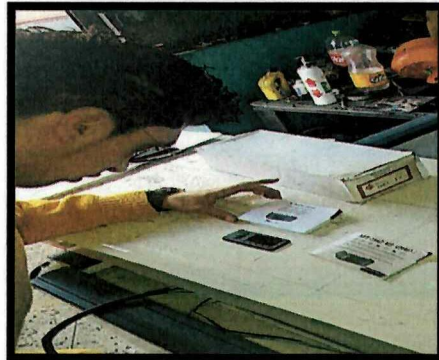
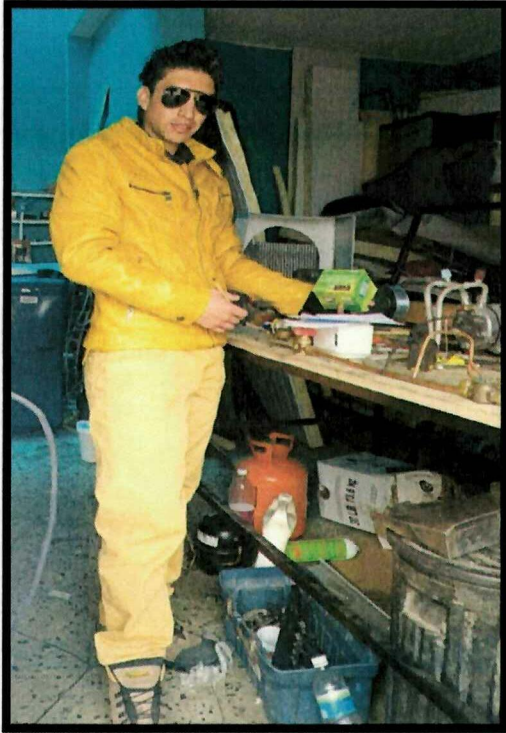
F22 - L forcer stop for high temperature in the evaporator:Its purpose is to cycle the evaporator ventilation until the ambient temperature approaches in the draft refrigeration system.

F23 - Time for collection of gas before starting the defrost:It aims to collect the remaining gas from the cooling line before starting the defrost cycle.

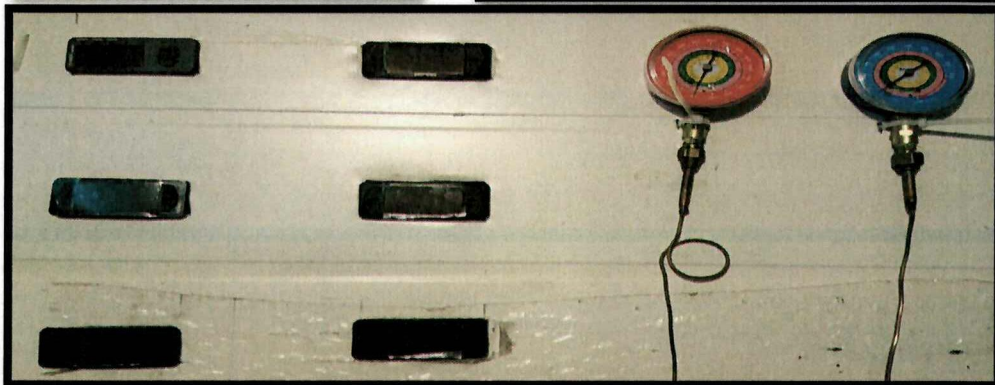
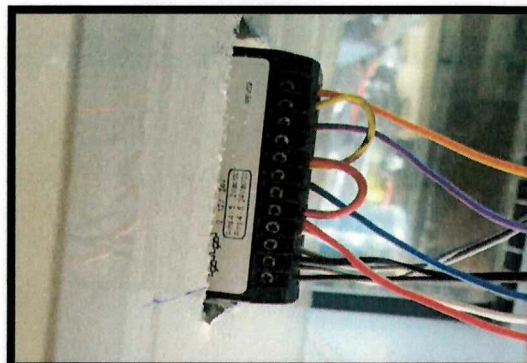
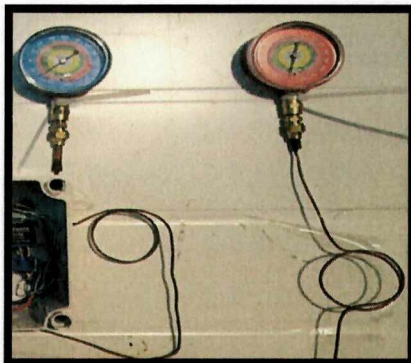
F24 - Intensity digital filter applied to the sensor 1:This filter is intended to simulate an increase in mass on the sensor environment.

F25 - Enable key lock:This parameter enables or not the Lock key.

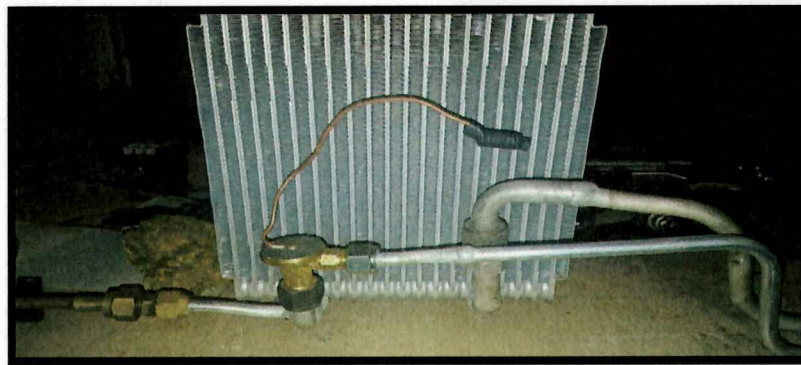
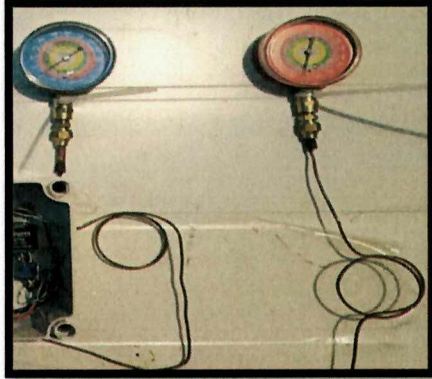
Instalación y acoples de: La Válvula Solenoide, Boquillas de alta y baja presión del compresor y Válvula de Expansión.



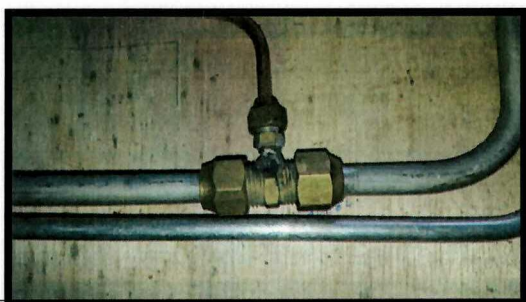
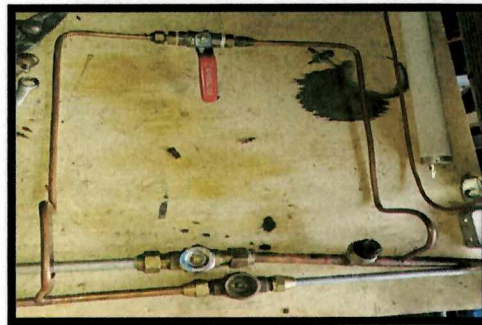
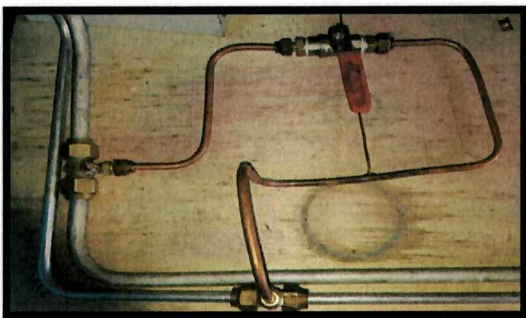
Posicionamiento e instalación en el Panel de Control del Banco de Pruebas.



Instalación y acoples de: La Válvula Solenoide, Boquillas de alta y baja presión del compresor y Válvula de Expansión.



Diseño e Implementación de By-Pass para el Compresor, Evaporador y Condensador con sus respectivas Mirillas.



Elaborado por: Milton & Alexander

Posicionamiento de la placa general del Proyecto de Implementación y placas didácticas de todos los elementos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

  **Ingeniería Electromecánica**

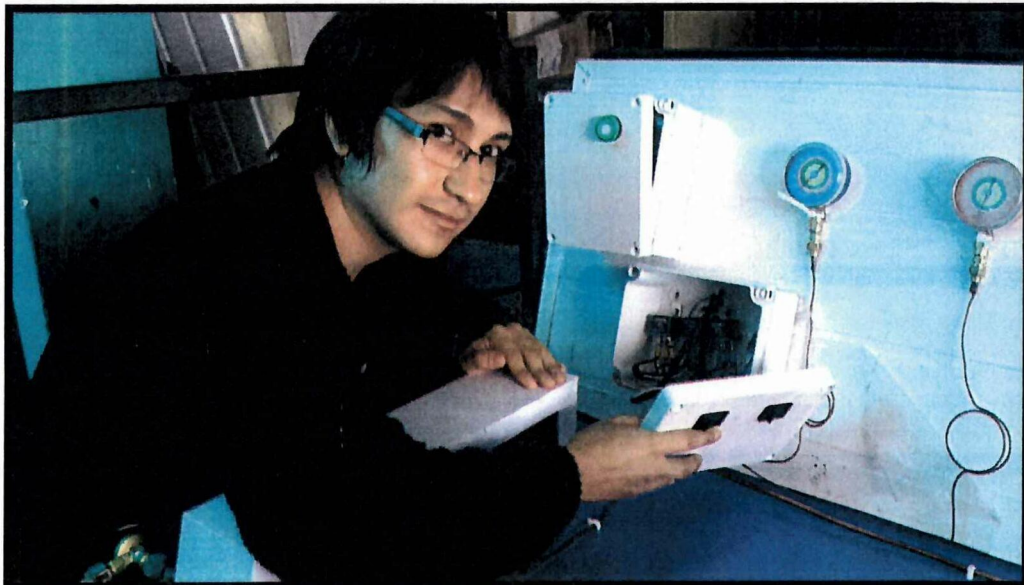
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA:
"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE MAGNITUDES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014"

AUTORES:
Ing. Jarrín Contreras Milton Rolando
Ing. Romero Guacho Jorge Alexander

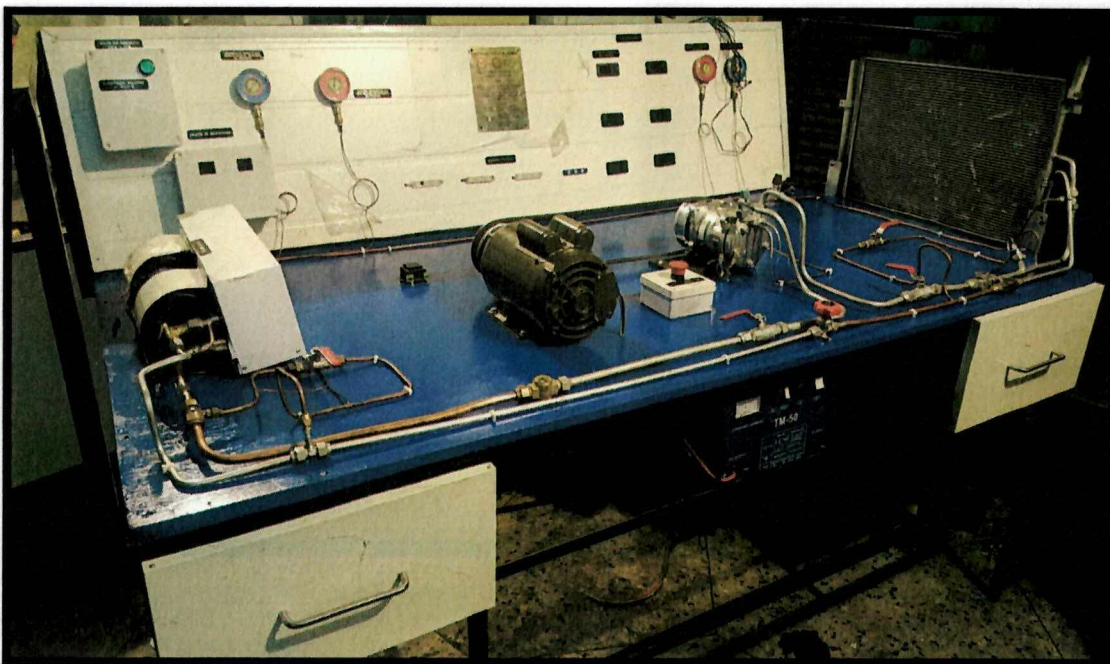
DIRECTOR:
Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina

Latacunga - Ecuador
2015 - 2016

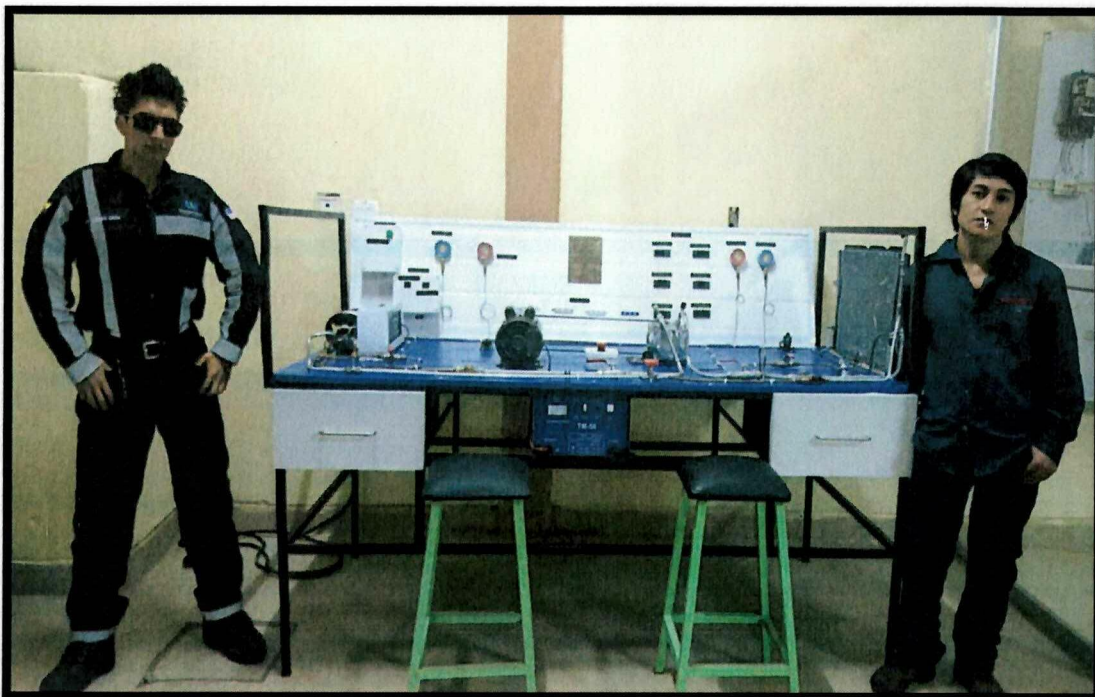


Elaborado por: Milton & Alexander

Banco de Pruebas de Refrigeración terminado y en óptimas condiciones para su uso.



Implementación del Banco de Pruebas de Refrigeración en el laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.



Elaborado por: Milton & Alexander