



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DIDÁCTICOS PARA EL
ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN”**

**AUTORES:
ROMMEL ALEXANDER ALMEIDA RODRÍGUEZ
JORGE ISRAEL ANDRADE GUILLÉN**

**DIRECTORA DE TESIS:
ING. CECILIA GRÜNAUER E. M.Sc**

ABRIL 2015

GUAYAQUIL - ECUADOR

CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Cecilia Grünauer E. M.Sc, declaro que el presente proyecto de tesis, previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, fue elaborado por los señores Rommel Alexander Almeida Rodríguez y Jorge Israel Andrade Guillén, bajo mi dirección y supervisión.

Ing. Cecilia Grünauer E. M.Sc
Directora de tesis
UPS – SEDE GUAYAQUIL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, Abril del 2015

Rommel Alexander Almeida Rodríguez
C.I. 0926501628

Jorge Israel Andrade Guillen
C.I. 0927148247

AGRADECIMIENTOS

Al concluir la presente tesis de grado queremos expresar nuestros sinceros agradecimientos a:

- A la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil por su colaboración y apoyo institucional para la realización de esta tesis.
- A los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana de la sede Guayaquil por habernos impartido sus conocimientos durante el tiempo que duró nuestra carrera.
- A la Ing. Cecilia Grünauer E. M.Sc, tutora de nuestra tesis, por habernos brindado sus ideas y conocimientos durante el inicio y conclusión de esta tesis.

Rommel Almeida R.
Jorge Andrade G.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres Domingo Almeida y Luisa Rodríguez, por ser los forjadores de la persona que soy y ser los principales colaboradores para concluir mi etapa como profesional. A mi hermana Catherine Almeida quien ha sido también una gran amiga al ayudarme en los momentos difíciles y una mención especial para mi esposa Mayra Huilcapi quien ha sido ese baluarte tan importante que ha estado siempre a mi lado con su apoyo incondicional.

Rommel Almeida R.

Dedico este proyecto de tesis en primer lugar a Dios que siempre me ha dado fortaleza para continuar en los momentos difíciles, a mis padres Aníbal Andrade y Dora Guillén que gracias a sus consejos han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ayudó a salir adelante en la vida.

A mis hermanos Johana, Ronald y Carlos que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo incondicional.

Jorge Andrade G.

ÍNDICE GENERAL

Certificación.....	ii
Declaratoria de responsabilidad	iii
Agradecimientos	iv
Dedicatorias	v
Índice general	vi
Índice de figuras	xii
Índice de tablas.....	xv
Índice de ecuaciones.....	xvii
Índice de anexos	xviii
Resumen	xix
Abstract.....	xx
Introducción	xxi
Capítulo I	2
El problema	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Delimitación del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación	3
1.5 Hipótesis.....	4
1.6 Variables e indicadores	4
1.7 Metodología	4
1.7.1 Métodos.....	4
1.7.2 Técnicas.....	5
1.7.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos	5
1.8 Población y muestra	6
1.9 Descripción de la propuesta	6
1.10 Beneficiarios	6
1.11 Impacto.....	6

Capítulo II.....	8
Marco teórico.....	8
2.1 Generalidades	8
2.2 Concepto de refrigeración	8
2.2.1 Materia	8
2.2.2 Cambio de estado de la materia	9
2.2.3 Temperatura	9
2.2.4 Tipos de temperatura:.....	10
2.2.5 Calor.....	12
2.2.6 Factores para conversión.....	13
2.2.7 Manifestación de calor en los cuerpos	13
2.3 Ciclos de refrigeración	14
2.3.1 Principio del ciclo de carnot – clausius (máquina frigorífica)	14
2.3.2 Ciclo de rankine o joule	15
2.3.3 Ciclo frigorífico ideal de clapeyron	16
2.4 Descripción de un acondicionador de aire tipo ventana.....	16
2.4.1 Introducción	16
2.4.2 Funcionamiento del sistema.....	17
2.4.3 Compresor	19
2.4.4 Evaporador	27
2.4.5 Condensador.....	28
2.4.6 Válvula de expansión	29
2.4.7 Motor ventilador.....	30
2.4.8 Capacitor	31
2.4.9 Selector de velocidad	33
2.4.10 Termostato.....	33
2.4.11 Protector térmico	34
2.4.12 Refrigerante del sistema.....	35
2.5 Acondicionador de aire tipo split (dividido)	37
2.5.1 Funcionamiento del sistema.....	37
2.5.2 Evaporador	37
2.5.3 Condensador.....	39
2.5.4 Contactor electromagnético	42
2.5.5 Relé	44

2.5.6 Transformador.....	45
2.5.7 Termostato.....	46
2.5.8 Presostatos.....	47
2.5.9 Temporizador.....	48
Capítulo III.....	49
Diseño y construcción de los módulos didácticos.....	49
3.1 Módulo 1: acondicionador de aire tipo ventana 8000 btu.....	49
3.1.1 Desmontaje del aire acondicionado de ventana.....	49
3.1.2 Secuencia de elaboración del tablero.....	53
3.1.3 Secuencia de la instalación de elementos en el módulo didáctico.....	54
3.1.4 Conexión interna de los dispositivos eléctricos.....	55
3.1.5 Inventarios de equipos que conforman el módulo didáctico uno.....	56
3.1.6 Presupuesto de construcción del módulo acondicionador de ventana.....	57
3.2 Módulo 2: acondicionador de aire tipo split de 12000 btu.....	58
3.2.1 Desmontaje de aire acondicionado tipo split.....	58
3.2.2 Secuencia de elaboración del tablero.....	59
3.2.3 Secuencia de la instalación de elementos en el módulo didáctico.....	60
3.2.4 Conexión interna de los dispositivos eléctricos.....	63
3.2.5 Inventarios de equipos que conforman el módulo didáctico.....	64
3.2.6 Presupuesto de construcción módulo didáctico tipo split (dividido).....	65
Capítulo IV.....	66
Manual de prácticas.....	66
4.1 Práctica 1: Seguridad y funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo ventana.....	67
4.1.1 Datos informativos.....	67
4.1.2 Objetivos.....	67
4.1.3 Requerimientos.....	67
4.1.4 Recursos utilizados.....	68
4.1.5 Desarrollo.....	69
4.1.6 Normas de seguridad del módulo didáctico tipo ventana.....	75
4.1.7 Normas de seguridad dentro del laboratorio.....	76
4.1.8 Recomendaciones.....	76

4.1.9 Conclusiones	76
4.1.10 Cuestionario	77
4.2 Práctica 2: Mantenimiento y verificación de estado del módulo didáctico de climatización tipo ventana.	78
4.2.1 Datos informativos	78
4.2.2 Objetivos:	78
4.2.3 Requerimientos	78
4.2.4 Recursos utilizados.....	79
4.2.5 Desarrollo	79
4.2.6 Recomendaciones.....	92
4.2.7 Conclusiones	92
4.2.8 Cuestionario	92
4.3 Práctica 3: Arranque de motor ventilador del evaporador, motor ventilador del condensador y compresor.....	93
4.3.1 Datos informativos	93
4.3.2 Objetivos	93
4.3.3 Requerimientos	93
4.3.4 Recursos utilizados.....	94
4.3.5 Desarrollo.....	94
4.3.6 Recomendaciones.....	102
4.3.7 Conclusiones	102
4.3.8 Cuestionario	102
4.4 Práctica 4: Conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo ventana y prueba de funcionamiento.....	103
4.4.1 Datos informativos	103
4.4.2 Objetivos	103
4.4.3 Requerimientos:	103
4.4.4 Recursos utilizados.....	104
4.4.5 Desarrollo.....	104
4.4.6 Recomendaciones.....	107
4.4.7 Conclusiones	107
4.4.8 Cuestionario	107
4.5 Práctica: Simulación de fallas comunes en un sistema de climatización tipo ventana.	108

4.5.1 Datos informativos	108
4.5.2 Objetivos	108
4.5.3 Requerimientos	108
4.5.4 Recursos utilizados.....	109
4.5.5 Desarrollo.....	109
4.5.6 Recomendaciones.....	112
4.5.7 Conclusiones	113
4.5.8 Cuestionario	113
4.6 Práctica 6: Seguridad y funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo split (dividido).	114
4.6.1 Datos informativos	114
4.6.2 Objetivos	114
4.6.3 Requerimientos	114
4.6.4 Recursos utilizados.....	115
4.6.5 Normas de seguridad de los elementos y funcionamiento.	116
4.6.6 Normas de seguridad del módulo didáctico tipo split (dividido).....	123
4.6.7 Normas de seguridad dentro del laboratorio.	124
4.6.8 Recomendaciones.....	125
4.6.9 Conclusiones	125
4.6.9 Cuestionario	125
4.6 Práctica 7: Mantenimiento y verificación de estado del módulo didáctico de climatización tipo split (dividido).	126
4.7.1 Datos informativos	126
4.7.2 Objetivos	126
4.7.3 Requerimientos	126
4.7.4 Recursos utilizados.....	127
4.7.5 Desarrollo.....	127
4.7.6 Recomendaciones.....	139
4.7.7 Conclusiones	139
4.7.8 Cuestionario	139
4.8 Práctica 8: Arranque de motores ventiladores evaporador y condensador, arranque del compresor.....	140
4.8.1 Datos informativos	140
4.8.2 Objetivos	140

4.8.3 Requerimientos	140
4.8.4 Recursos utilizados.....	141
4.8.5 Desarrollo.....	141
4.8.6 Recomendaciones.....	149
4.8.7 Conclusiones	149
4.8.9 Cuestionario	149
4.9 Práctica 9: Conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo split (dividido).....	150
4.9.1 Datos informativos	150
4.9.2 Objetivos	150
4.9.3 Requerimientos	150
4.9.4 Recursos utilizados.....	151
4.9.5 Desarrollo.....	151
4.9.6 Recomendaciones.....	154
4.9.7 Conclusiones	154
4.9.8 Cuestionario	154
4.10 Práctica 10: Simulación de fallas comunes en un sistema de climatización tipo split (dividido).....	155
4.10.1 Datos informativos	155
4.10.2 Objetivos	155
4.10.3 Requerimientos	155
4.10.4 Recursos utiizados.....	156
4.10.5 Desarrollo.....	156
4.10.6 Recomendaciones.....	159
4.10.7 Conclusiones	159
4.10.8 Cuestionario	159
Capítulo V	160
Conclusiones y Recomendaciones.....	160
5.1 conclusiones	160
5.2 recomendaciones	160
bibliografía	162
anexos.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Cambio de estado de la materia.....	8
Figura 2	Escala de Celsius y Fahrenheit.....	9
Figura 3	Escala termométricas absolutas.....	11
Figura 4	Ciclo de Carnot para máquina frigorífica.....	14
Figura 5	Ciclo de Rankine o Joule.....	14
Figura 6	Ciclo frigorífico ideal.....	15
Figura 7	Sentido del flujo del aire en un acondicionar de aire tipo ventana.....	16
Figura 8	Proceso de recirculación de gas refrigerante.....	17
Figura 9	Funcionamiento de compresor Scroll.....	19
Figura 10	Funcionamiento de compresor rotativo.....	19
Figura 11	Funcionamiento de compresor rotativo.....	20
Figura 12	Partes de un compresor de doble tornillo.....	21
Figura 13	Compresor reciprocante.....	22
Figura 14	Compresor hermético.....	23
Figura 15	Compresor semi hermético.....	24
Figura 16	Compresor abierto.....	24
Figura 17	Medición de resistencia en terminales del compresor.....	25
Figura 18	Compresor en corto.....	25
Figura 19	Compresor abierto.....	25
Figura 20	Evaporador.....	26
Figura 21	Condensador.....	28
Figura 22	Válvula de expansión.....	28
Figura 23	Conexión de un motor ventilador.....	28
Figura 24	Conexión de un motor ventilador.....	29
Figura 25	Arranque de compresor mediante capacitor.....	30
Figura 26	Capacitor sencillo.....	31
Figura 27	Capacitor dual.....	31
Figura 28	Conexión interna de switch selector.....	32
Figura 29	Conexión de termostato respecto al común (C).....	32
Figura 30	Pruebas de termostato.....	33
Figura 31	Conexión de un protector térmico.....	33

Figura 32	Sentido del flujo del aire en un acondicionador de aire tipo split.....	36
Figura 33	Split decorativo de pared.....	37
Figura 34	Partes internas de un split de pared.....	37
Figura 35	Partes internas de un split de pared.....	38
Figura 36	Partes internas de un split de pared.....	38
Figura 37	Conexión para vacío de un sistema tipo split.....	39
Figura 38	Conexión para vacío de un sistema tipo split.....	40
Figura 39	Conexión de tuberías en condensador.....	40
Figura 40	Modelo de contactor a 24VAC.....	41
Figura 41	Partes de un contactor.....	43
Figura 42	Modelo de relé para encendido de motor ventilador.....	44
Figura 43	Bobina y contactos del relé.....	44
Figura 44	Transformador y terminales del transformador.....	45
Figura 45	Termostato digital.....	45
Figura 46	Estructura interna de un termostato manual.....	46
Figura 47	Presostatos de baja y alta presión.....	46
Figura 48	Conexión eléctrica de los presostatos.....	47
Figura 49	Temporizador y diagrama de conexión.....	47
Figura 50	Acondicionador de aire tipo ventana.....	49
Figura 51	Termostato, Selector y Capacitor.....	49
Figura 52	Terminales del compresor y protector térmico.....	50
Figura 53	Ubicación de evaporador, condensador y compresor.....	50
Figura 54	Soldado de tuberías de cobre.....	51
Figura 55	Soldado de tubería para colocación de manómetro.....	51
Figura 56	Identificación de colores según tipo de presión.....	52
Figura 57	Motor ventilador evaporador y motor ventilador condensador.....	52
Figura 58	Vista lateral del módulo didáctico previa a la ampliación.....	53
Figura 59	Vista frontal de módulo didáctico de aire acondicionado con elemento... 54	
Figura 60	Vista frontal de módulo didáctico de aire acondicionado con diagrama... 55	
Figura 61	Conexión interna del breaker, barra de alimentación y capacitor.....	55
Figura 62	Vista frontal del módulo didáctico concluido	56
Figura 63	Condensador una vez realizado el desmontaje de la parte eléctrica.....	58
Figura 64	Borneras de conexión y capacitores.....	59
Figura 65	Vista frontal del módulo didáctico split tipo central de 12000 BTU.....	60

Figura 66 Colocación de borneras en el módulo didáctico.....	60
Figura 67 Elementos de control y protección instalados en el módulo.....	61
Figura 68 Montaje de evaporador y condensador.....	61
Figura 69 Instalación de tubería de cobre y revestimiento.....	62
Figura 70 Conexión eléctrica parte posterior del tablero.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Comparación entre grados Celsius y Fahrenheit.....	9
Tabla 2	Unidades y factores de conversión.....	12
Tabla 3	Propiedades del refrigerante R22.....	34
Tabla 4	Inventario de equipos.....	55
Tabla 5	Presupuesto de construcción del módulo uno.....	56
Tabla 6	Inventario de equipos.....	63
Tabla 7	Presupuesto de construcción del módulo dos.....	64
Tabla 8	Toma de valores enchufe 120VAC.....	81
Tabla 9	Toma de valores breaker.....	82
Tabla 10	Toma de valores luz piloto.....	83
Tabla 11	Toma de valores capacitor 35 + 5 uf.....	84
Tabla 12	Toma de valores selector de velocidad.....	85
Tabla 13	Toma de valores termostato.....	86
Tabla 14	Toma de valores compresor.....	87
Tabla 15	Toma de valores evaporador.....	88
Tabla 16	Toma de valores condensador.....	89
Tabla 17	Toma de valores motor ventilador.....	90
Tabla 18	Toma de valores motor ventilador evaporador.....	95
Tabla 19	Toma de valores motor ventilador condensador.....	96
Tabla 20	Toma de valores motor ventilador evaporador.....	97
Tabla 21	Toma de valores motor ventilador condensador.....	98
Tabla 22	Toma de valores compresor.....	99
Tabla 23	Toma de valores compresor.....	100
Tabla 24	Toma de valores corrientes en el sistema.....	105
Tabla 25	Toma de valores clavija trifásica.....	130
Tabla 26	Toma de valores Breaker.....	131
Tabla 27	Toma de valores luz piloto.....	132
Tabla 28	Toma de valores capacitor.....	133
Tabla 29	Toma de valores termostato.....	134
Tabla 30	Toma de valores compresor.....	135
Tabla 31	Toma de valores evaporador.....	136

Tabla 32 Toma de valores condensador.....	137
Tabla 33 Toma de valores motor ventilador.....	138
Tabla 34 Toma de valores motor ventilador evaporador.....	143
Tabla 35 Toma de valores motor ventilador condensador.....	144
Tabla 36 Toma de valores motor ventilador evaporador.....	145
Tabla 37 Toma de valores motor ventilador condensador.....	146
Tabla 38 Toma de valores compresor.....	147
Tabla 39 Toma de valores compresor.....	148
Tabla 40 Toma de valores split tipo central.....	153

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Conversión de Fahrenheit a Celsius.....	9
Ecuación 2 Conversión de Celsius a Fahrenheit.....	10
Ecuación 3 Conversión de Celsius a Kelvin.....	10
Ecuación 4 Conversión de Fahrenheit a Rankine.....	11
Ecuación 5 Ecuación del calor sensible.....	12
Ecuación 6 Ecuación del calor latente.....	13
Ecuación 7 Relación entre extracción de calor e inversión de energía.....	14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Composición y propiedades de refrigerantes.....	163
--	-----

RESUMEN

Tema: Diseño e implementación de módulos didácticos para el estudio de los sistemas de climatización

Autores: Rommel Almeida R. y Jorge Andrade G.

Directora de tesis: Ing. Cecilia Grünauer E. M.Sc

Palabras Claves: Climatización, Compresor, Condensador, Evaporador, Motor Ventilador, Protector Térmico, Capacitor, A/C

Los módulos de prueba didácticos para el estudio de los sistemas de climatización están diseñados en dos partes; el primero es un módulo basado en un aire acondicionado tipo ventana y el segundo es un módulo compuesto por un acondicionador de aire tipo split. Ambos equipos fueron desmantelados y ensamblados en los módulos didácticos. Las partes principales tanto eléctricas como mecánicas de ambos aparatos de refrigeración son las mismas, siendo los equipos mecánicos el compresor, condensador y evaporador coexistiendo con los componentes de la parte eléctrica como el motor ventilador del evaporador y condensador, selector de temperatura, selector de velocidad, protector térmico y capacitor. Sin embargo a diferencia del módulo tipo ventana, el tipo split está compuesto por dos partes principales, la unidad condensadora dentro de la cual se encuentra el compresor, motor ventilador y el serpentín condensador; y la unidad evaporadora en cuyo interior se encuentra la turbina y el motor del ventilador y el serpentín del evaporador. Como componentes adicionales a este segundo módulo de climatización tenemos termostato, transformador, protector térmico, capacitores, presostatos y timer. Adicionalmente se realizó un manual de usuario, el cual incluye la descripción técnica, diez prácticas didácticas y los protocolos de seguridad.

ABSTRACT

Topic: Design and implementation of training modules for the study of air conditioning systems

Authors: Rommel R. Almeida and Jorge Andrade G.

Director of thesis: Ing Cecilia Grunauer E. M.Sc.

Keywords: Air Conditioning, Compressor, Condenser, Evaporator, Fan Motor, and Capacitor Thermal Protector, A/C

Teaching modules tested for the study of air conditioning systems are designed in two parts; the first is based on a window type air conditioning module and the second is a module composed of an air conditioner split type. Both teams were dismantled and assembled in the teaching modules. The main parts both electrical and mechanical refrigeration both are the same, being mechanical equipment compressor, condenser and evaporator coexisting with the components of the electrical part and the evaporator and condenser fan motor temperature selector, speed selector thermal and capacitor protector. However unlike the type window module, Split type consists of two main parts, the condensing unit within which the compressor, fan motor and condenser coil is located; and the evaporator unit within which lies the turbine and the fan motor and evaporator coil. Additional components of this second module have air conditioning thermostat, transformer, thermal protector, capacitors, switches and timer. Additionally, a user manual, which includes the technical description ten instructional practices and safety protocols was performed.

INTRODUCCIÓN

Debido a la inconstante temperatura ambiental, se hace cada vez más necesario adquirir sistemas de climatización que regulen la temperatura de un espacio, logrando así sensaciones térmicas más agradables. Lugares donde el calor prima, requieren de equipos de climatización de aire acondicionado. En el mercado existen dos modelos de aire acondicionado el de ventana y el split (dividido).

Para el estudio del sistema de climatización de aire acondicionado, se crearon dos módulos didácticos, el primero tipo ventana y el segundo tipo split (dividido). Para cada uno se diseñaron los planos y los respectivos diagramas de conexiones que facilitan el montaje de los equipos

Posteriormente a la construcción de los módulos se realizaron las pruebas de funcionamiento eléctrico, de las cuales se desarrolla el manual de usuario para los módulos, el cual incluye las pruebas realizadas en formato de prácticas didácticas.

En el documento también se encuentran los fundamentos teóricos, para facilitar la comprensión de conceptos y definiciones como principios de funcionamiento de motores ventiladores, compresores, evaporador, condensador así como también los equipos de control eléctrico que utilizan las unidades acondicionadoras de aire.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Hoy en día es necesario encontrar métodos didácticos que faciliten y optimicen el tiempo de aprendizaje en las carreras técnicas, donde surge el problema que en la actualidad la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil no dispone de módulos experimentales de climatización, para implementar prácticas dentro del pensum académico en las carreras técnicas. Al ser detectado este problema se propone implementar dos módulos didácticos que sirvan de referencia para poder ampliar el laboratorio de instalaciones eléctricas.

1.2 Delimitación del Problema

El tema se centrará principalmente en la implementación de dos módulos didácticos de sistemas de climatización, uno tipo ventana y el otro tipo split (dividido) que nos servirán para el estudio de ambos sistemas, su funcionamiento, diagramas de conexiones y mantenimiento.

El tema requiere de estudios y pruebas, y se implantará en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, en el laboratorio de instalaciones eléctricas del edificio bloque B.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar dos módulos didácticos para el estudio de los sistemas de climatización para el laboratorio de instalaciones eléctricas de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, que incluya partes, elementos, motores y compresores para pruebas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Construir dos módulos didácticos para conocer los sistemas de climatización de aire acondicionado presente en el mercado.
- Dimensionar y seleccionar los equipos a utilizar en estos módulos.
- Diseñar el esquema básico de símbolos eléctricos de los equipos de climatización.
- Preparar diez prácticas demostrativas para aplicar en los módulos didácticos.

1.4 Justificación

Con la elaboración de este proyecto se pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en la materia de instalaciones civiles, además se asentará atención en el desarrollo de normas de seguridad en equipos de climatización que refuerzan conceptos del funcionamiento de capacitores, motores ventiladores y compresores.

Con esto realza la importancia de ampliación de bancos didácticos en los laboratorios, en este caso el proyecto se enfocará en el laboratorio de Instalaciones Civiles para la elaboración de trabajos experimentales.

Se utiliza un acondicionador de aire de tipo ventana debido a que es uno de los equipos más comunes en el mercado de climatización y posee todos sus componentes dentro de un solo encapsulado.

El uso de estos acondicionadores de aire se impone en la mayoría de las aplicaciones debido a las ventajas que presentan como la robustez, la sencillez de mantenimiento, la facilidad de instalación y el bajo coste.

Adicionalmente se cuenta un sistema de acondicionamiento de aire tipo split (dividido) central que está compuesto de dos unidades por separado como son

evaporador y condensador. De esta forma con los dos módulos se puede enmarcar las diferencias entre los diferentes sistemas de acondicionamiento de aire.

1.5 Hipótesis

A través de la implementación de los módulos didácticos se podrá realizar las pruebas necesarias para la verificación de funcionamiento y conexiones de un sistema de climatización, la cual servirá para el desarrollo y prácticas de los estudiantes que ejerzan dicha carrera.

1.6 Variables e indicadores

Las variables son los componentes del acondicionador de aire y el diseño de los módulos didáctico que ayudarán a la elaboración de prácticas.

Los indicadores son las prácticas que se realizan para obtener la verificación de funcionamiento y pruebas de los equipos de climatización.

1.7 Metodología

1.7.1 Métodos

Para el desarrollo de la investigación se han utilizado los siguientes métodos:

- **Método Experimental**

Se utilizó el método experimental al desarrollar pruebas reales de funcionamiento de los equipos de climatización, además se realizaron varios prototipos de diseños para la elaboración del módulo didáctico final.

- **Método Deductivo**

Con varias pruebas realizadas y luego de analizar el funcionamiento de los módulos didácticos, se establecen conceptos particulares de teorías generales ya establecidas y estudiadas en las diferentes materias.

1.7.2 Técnicas

Las técnicas aplicadas en el transcurso de la investigación fueron las siguientes:

- **Técnica Documental**

Se utilizó la técnica documental al recolectar la información necesaria para poder sustentar los conceptos de climatización, diagramas de conexiones de los acondicionadores de aire, compresores y motores ventiladores. Además para el desarrollo del marco teórico.

- **Técnica de Campo**

Esta técnica fue utilizada durante la mayoría del tiempo de la implementación de este proyecto, ya que todas las pruebas y estudios fueron realizadas en campo, con equipos reales.

1.7.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos

Para este proyecto se utilizaron varios elementos que ayudaron con el desarrollo de la investigación a continuación detallados:

- MIRANDA A. L. (2005). *Aire Acondicionado: Nueva Enciclopedia de la Climatización*. Barcelona, España: CEAC
- GONZALEZ C. (2013). *Diseño y cálculo de instalaciones de climatización*. Murcia, España: S.L. Edicones CEYSA.

1.8 Población y Muestra

Este proyecto va a ser de mucha utilidad para todos los estudiantes de la carrera Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil específicamente en la materia de Instalaciones Civiles.

1.9 Descripción de la Propuesta

Diseño e implementación de dos módulos didácticos para el estudio de los sistemas de climatización, estos módulos van a estar ubicados en el laboratorio de instalaciones eléctricas del bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil; los cuales servirán para el desarrollo de prácticas para los estudiantes, estos módulos están compuestos tanto por un sistema de acondicionador de aire tipo ventana y un sistema acondicionar de aire tipo split (dividido) central.

En cada módulo se desarrollarán cinco prácticas en las cuales se podrá verificar el funcionamiento de cada uno de los componentes del equipo e ir verificando presiones, temperaturas, corrientes, voltaje y potencia de cada uno de los elementos que comprenden cada módulo. Adicionalmente se puede realizar una prueba completa con todos los componentes de cada módulo para comprobar el funcionamiento completo del equipo de climatización utilizando tanto los elementos de control y protección.

1.10 Beneficiarios

Estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil; en la materia de Instalaciones Civiles; para realizar prácticas reales, pruebas de funcionamiento, conocimientos de equipos de climatización, conexiones de los equipos de acondicionador de aire, para reforzar el desarrollo de aprendizaje de los estudiantes de dicha materia.

1.11 Impacto

A nivel estudiantil el sistema construido ayudará en el desarrollo académico de los estudiantes que estén cursando la carrera de Ingeniería Eléctrica en niveles básicos

donde se pueden realizar muchas prácticas con dos módulos didácticos de climatización. Fortalecerá la parte técnica, de conocimiento y práctica de materias como Instalaciones Civiles, Instalaciones Industriales, Química y Electrónica Analógica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

Climatizar para acondicionar el aire significa regular la humedad, temperatura, la pureza y circulación del aire. Un acondicionador de aire en un área determinada enfría el aire extrayendo de esta el calor, la humedad y el polvo. Por medio de las unidades manuales o automáticas de climatización, la persona puede regular a su elección la temperatura en el interior del área. (Allen, 2013)

2.2 Concepto de refrigeración

Por refrigeración se entiende a la acción de retirar calor de un cuerpo, con el objetivo de que su temperatura sea más baja que la ambiental. Proceso de remoción de energía térmica de una sustancia o un espacio. (Arrégle, 2012)

2.2.1 Materia

Es llamado así a todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y es tangible a nuestros sentidos. La materia la encontramos en tres estados bien definidos que son: sólido, líquido y gaseoso. (Díaz, 2010)

- Un cuerpo se halla en estado sólido cuando tiene una forma determinada.

- Un cuerpo está en estado líquido cuando toma la forma del recipiente que lo contiene.

- Un cuerpo está en estado gaseoso cuando además de lo anterior ocupan todo el recipiente que lo contiene y no importa la cantidad de masa del elemento.

2.2.2 Cambio de estado de la materia

La materia puede cambiar de estado con el aumento o disminución de temperatura. Pasar del estado sólido al estado líquido se necesita la suma de calor y se llama fusión, licuefacción o descongelación. El proceso contrario se llama solidificación o congelación y en este calor del cuerpo es disipado.

Pasar del estado líquido al estado gaseoso necesita de la suma de calor y se llama evaporación. Si pasamos del estado gaseoso al estado líquido el proceso se llama condensación con la consecuente pérdida de energía del cuerpo en forma de calor.

Si pasamos el estado sólido al gaseoso y viceversa sin pasar por el estado líquido realizamos el proceso de sublimación.



Figura 1: Cambio de estado de la materia

Fuente: (de la Llata, 2011)

2.2.3 Temperatura

Es una indicación cualitativa de la velocidad promedio de las moléculas de una sustancia. Cuando un cuerpo recoge energía sus moléculas vibran más intensamente y viceversa, cuando se retira energía de las moléculas sus moléculas vibran menos, también se puede decir que es una medida de la intensidad de la energía calorífica en

una sustancia. La temperatura no es una medida de la energía calorífica. (Gonzalez, 2013)

2.2.4 Tipos de temperatura:

- **Temperatura Relativa**

Es aquella que se mide a partir de un punto de referencia dado por las condiciones físicas de cambio de estado de algún elemento de la naturaleza. En definitiva pone el cero de la escala en un punto diferente del cero absoluto. (Díaz, 2010)

Las dos escalas más utilizadas son: Celsius y Fahrenheit. Las ecuaciones 1 y 2 permiten la conversión de una escala a otra.

Escala Celsius	Ubica el cero en el punto de congelamiento del agua pura, a presión atmosférica al nivel del mar; y pone cien grados al punto de ebullición del agua a la misma presión. La escala se divide en cien divisiones llamadas grados centígrados o grados Celsius.
Escala Fahrenheit	Ubica el cero en el punto de congelamiento de una mezcla de agua y sal; y pone a cien grados a la temperatura normal del cuerpo humano, de esta forma se divide en 180 divisiones a las que se llama grados Fahrenheit. Cabe recalcar que en esta escala el punto de congelamiento del agua es 32°F y el punto de ebullición es de 212°F.

Tabla 1 Comparación entre grados Celsius y Fahrenheit

Fuente: (Díaz, 2010)

La relación entre estas dos escalas de temperaturas es la siguiente: (Ver figura 2)

$$^{\circ}C = 0.556 (^{\circ}F - 32) = \frac{5}{9} (^{\circ}F - 32)$$

Ecuación 1 Conversión de Fahrenheit a Celsius

Fuente: (Wilson, 2013)

$$^{\circ}F = 1.8 * ^{\circ}C + 32 = \frac{9}{5} ^{\circ}C + 32$$

Ecuación 2 Conversión de Celsius a Fahrenheit

Fuente: (Wilson, 2013)

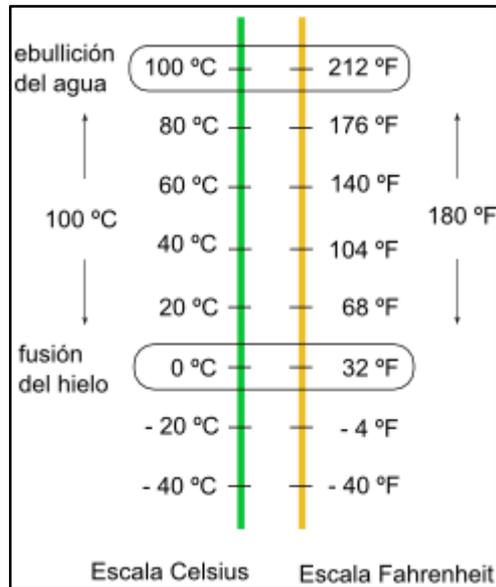


Figura 2 Escala de Celsius y Fahrenheit

Fuente: (Wilson, 2013)

- **Temperatura absoluta**

Se basa en el principio de que la temperatura es una medida cualitativa de la energía de vibración de las moléculas, el cero absoluto es el punto en que se elimina dicha vibración.

La temperatura absoluta empieza a partir del cero absoluto y no es factible obtener valores negativos para temperatura. Existen dos escalas: Kelvin y Rankine. (Ver figura 3)

Conversiones:

$$K = ^{\circ}C + 273$$

Ecuación 3 Conversión de Celsius a Kelvin

Fuente: (Wilson, 2013)

$$R = ^\circ F + 460$$

Ecuación 4 Conversión de Fahrenheit a Rankine

Fuente: (Wilson, 2013)

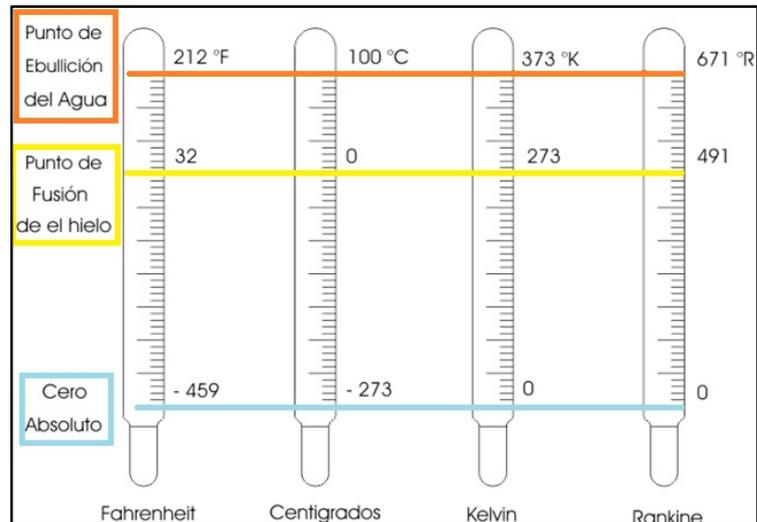


Figura 3 Escalas termométricas absolutas

Fuente: (Wilson, 2013)

2.2.5 Calor

El calor es una representación de energía, la cual está en transición y necesita que haya una diferencia de temperatura entre cuerpos para manifestarse. (Gonzalez, 2013)

Las unidades en que se mide el calor se dan de acuerdo a los diferentes sistemas de unidades, siendo las más utilizadas en el sistema internacional de medidas (MKS), la unidad de medida es el Joule (J) y sus múltiplos que son el kilojoule (KJ) y el megajoule (MJ) y en el sistema inglés de medidas, la unidad es el BTU que significa unidad térmica británica. Para el sistema MKS la unidad es la caloría y como múltiplo es muy utilizada la kilocaloría. En algunas partes se identifica a la kilocaloría con frigoría cuando se está hablando de retiro de calor.

2.2.6 Factores para conversión

1 kcal = 3.968 BTU (4BTU)	1 BTU = 0.25 kcal
1 kcal = 4186 Joule	1 BTU = 1.046 kj
1 kcal = 4.186 kj	1 kj = 0.23 kcal

Tabla 2 Unidades y factores de conversión

Fuente: (Wilson, 2013)

2.2.7 Manifestación de calor en los cuerpos

- **Calor sensible**

Se manifiesta por una variación de temperatura en el cuerpo cuando gana o pierde calor, además se presenta en un estado específico del material. Este calor no es posible medirlo directamente, se lo cuantifica conociendo el cambio de temperatura y la masa del cuerpo. (de la Llata, 2011)

$$Q = mCp (T_0 - T_f) = mCp\Delta T$$

Ecuación 5 Ecuación del calor sensible

Fuente: (Allen, 2013)

Siendo:

Q : Calor en Joule (J) (kcal o BTU)

m : Masa de la sustancia kg o lb

Cp : Calor específico de la sustancia

ΔT : Diferencial de temperatura °C o °F

- **Calor latente**

Es el calor que toma o concede un cuerpo cuando cambia su estado. Como particularidad general la temperatura se mantiene constante durante el proceso de cambio de estado. (de la Llata, 2011)

El agua tiene un calor latente de fusión de 80 kcal/kg (144 BTU/lb) y de evaporación de 538 kcal/kg (970.2 BTU/lb)

$$Q_L = m * \lambda$$

Ecuación 6 Ecuación del calor latente

Fuente: (Allen, 2013)

Siendo:

Q : Calor latente en Joule (kcal o BTU)

m : Masa de la sustancia kg o lb

λ : Calor latente específico

2.3 Ciclos de refrigeración

2.3.1 Principio del ciclo de Carnot – Clausius (máquina frigorífica)

El funcionamiento de una máquina frigorífica debe soportar la existencia de dos fuentes de calor a temperaturas diferentes T_K y T_0 , la fuente fría es el evaporador T_0 y la fuente de calor es el condensador T_K . (Díaz, 2010)

La relación entre beneficio del ciclo y la inversión de energía es:

$$\varepsilon = COP = \frac{Q_0}{Q_k - Q_0} = \frac{Q_0}{W} = \frac{T_0}{T_k - T_0}$$

Ecuación 7 Relación entre extracción de calor e inversión de energía

Fuente: (Allen, 2013)

Para todos los fluidos se describe un ciclo frigorífico entre las temperaturas T_K y T_0 el efecto frigorífico óptimo se obtendrá haciendo describir un ciclo Carnot. (Ver figura 4)

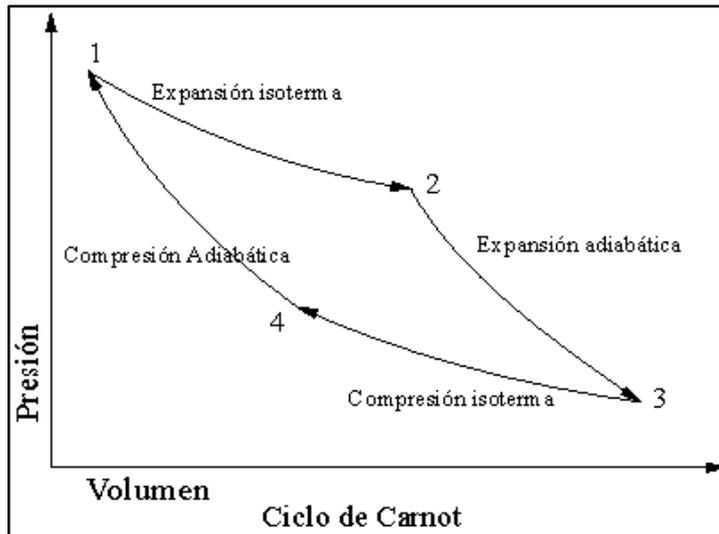


Figura 4 Ciclo de Carnot para máquina frigorífica

Fuente: (Miranda, 2010)

2.3.2 Ciclo de Rankine o Joule

El ciclo de Carnot es un ciclo térmico prácticamente imposible de realizar, pues debemos trabajar con un fluido que deba hacer los procesos adiabáticos a una velocidad infinitamente grande y los procesos isotérmicos a una velocidad extremadamente lenta. Desde el punto de vista industrial se busca un ciclo que se aproxime al de Carnot. (Díaz, 2010)

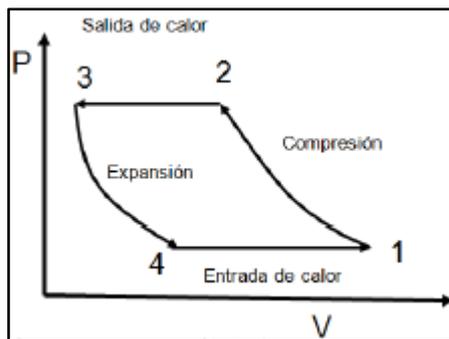


Figura 5 Ciclo de Rankine o Joule

Fuente: (Miranda, 2010)

2.3.3 Ciclo frigorífico ideal de Clapeyron

El ciclo real frigorífico no es exactamente un ciclo Rankine, pues el proceso de expansión no se realiza adiabáticamente sino que, es una expansión al hacer pasar el fluido de trabajo por un orificio. (Díaz, 2010)

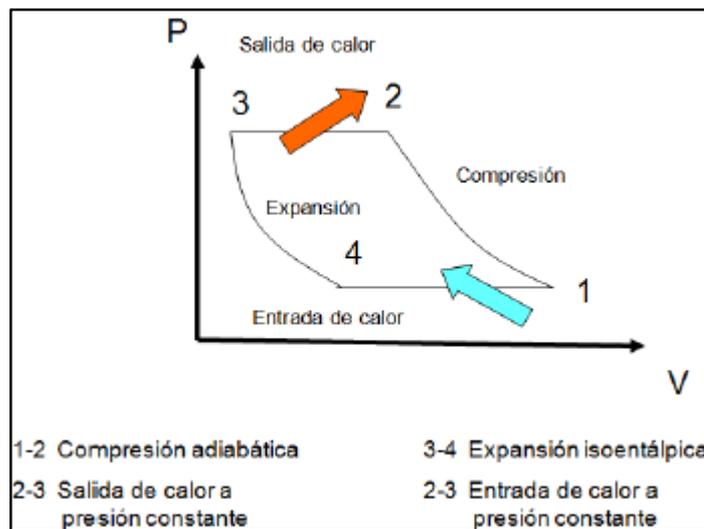


Figura 6 Ciclo frigorífico ideal

Fuente: (Miranda, 2010)

2.4 Descripción de un acondicionador de aire tipo ventana

2.4.1 Introducción

Los acondicionadores de aire de tipo ventana son equipos que se colocan directamente en el espacio de una ventana o en un orificio realizado en la pared. Estos equipos no poseen ductos debido a que succiona el aire caliente de la habitación expulsando el aire enfriado por la parte frontal y el aire caliente es desechado por la parte posterior de la unidad hacia el exterior del inmueble. (Ver figura 7)

Los controles se ubican normalmente en el panel frontal. Sus capacidades se encuentran entre los 5.000 BTU hasta 24.000 BTU en voltaje de corriente alterna (VAC). El voltaje está en el rango de los 120 VAC y 240 VAC. No es común encontrar acondicionadores de aire tipo ventana de 240 VAC trifásico.

La unidad de ventana utiliza refrigerante R-22 (clorodifluorometano) a una presión de 60 a 75 psi en la succión o presión de baja y 250 a 375 psi en la descarga o presión de alta.

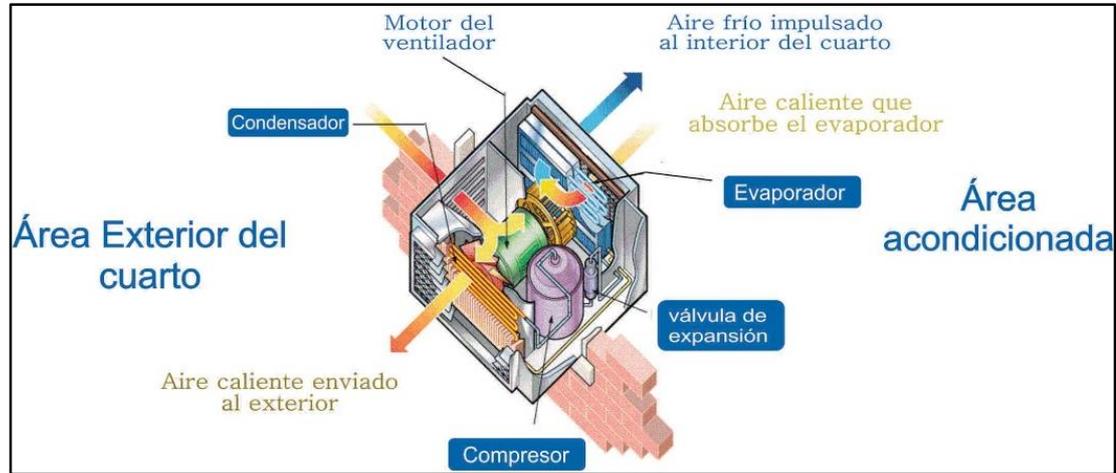


Figura 7 Sentido del flujo del aire en un acondicionador de aire tipo ventana

Fuente: (Gonzalez, 2013)

2.4.2 Funcionamiento del sistema

Los mecanismos de refrigeración que se utilizan generalmente son de compresión mecánica que radica en la realización de un proceso cíclico de transferencia de calor interior de un inmueble al exterior, mediante la evaporación de sustancias denominadas refrigerantes como el freón, las que actualmente están siendo sustituidas por refrigerantes alternativos que no afectan el medio ambiente y la capa de ozono, ya que por un largo periodo de tiempo se dio uso a mezclas especiales de gases para los sistemas de refrigeración que anunciaban la protección de la capa de ozono pero afectaban fuertemente el calentamiento global, un ejemplo es el refrigerante R134a, hoy día se busca utilizar derivados de los hidrocarburos al ser fluidos con cero Potencial de Calentamiento Global (PCG) y afectación a la capa de ozono.

El proceso básicamente se realiza en cuatro pasos, durante el primero el refrigerante que se halla en estado líquido a baja presión y temperatura. Cuando llega al evaporador, este gana energía en forma de calor y cambia de estado a gas, logrando un primer intercambio térmico entre el aire del interior del local más caliente y el refrigerante.

Una vez en estado de vapor, se succiona y comprime mediante un compresor aumentando su presión y consecuentemente su temperatura, para luego en el condensador ceder la energía ganada, en forma de calor, al ambiente que se encuentra a menor temperatura. Así el refrigerante se condensa cambiando de estado a líquido.

De esa manera en el tercer paso, el refrigerante en estado líquido a alta presión y temperatura vuelve al evaporador mediante una válvula de expansión el cual a consecuencia de su propiedad de capilaridad origina una significativa reducción de presión, provocando una cierta vaporización del líquido que reduce su temperatura, por último retorna a las condiciones iniciales del ciclo.

El elemento básico es el compresor del tipo alternativo o a pistón que se utiliza en la mayoría de los casos. También se utilizan compresores rotativos para sistemas pequeños o tipo espiral llamado scroll. En grandes instalaciones se suelen emplear compresores llamados a tornillo o del tipo centrífugo.

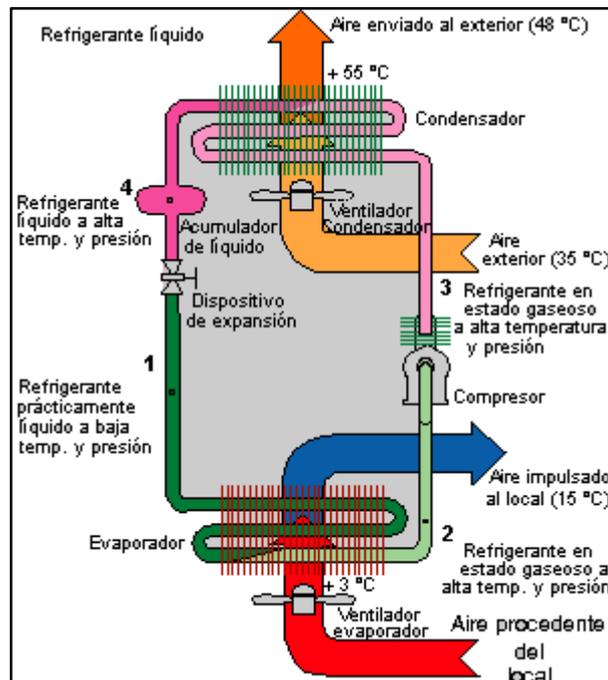


Figura 8 Proceso de recirculación de gas refrigerante

Fuente: (Tricimi, 2012)

Las partes principales que componen un acondicionador de aire de tipo ventana son: compresor, motor, evaporador, condensador y válvula de expansión.

2.4.3 Compresor

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y transportar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo practicado por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir. (Tricimi, 2012)

Al igual que las bombas, los compresores también trasladan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

Existen cuatro tipos de compresores más comunes en refrigeración y aire acondicionado estos son: tipo scroll o caracol que es de baja presión en su carcasa, de tipo rotativo que es de alta presión en su carcasa, de tipo tornillo y de tipo recíprocante de baja presión en su carcasa; este último también es conocido como compresor de pistón y es uno de los más comunes en las unidades de tipo ventana.

- **Compresor tipo scroll**

El compresor Copeland Scroll tiene un espiral, orbitante en un trayecto definido por un scroll fijo coincidente. El compresor scroll está unido al cuerpo del compresor.

El scroll orbitante está acoplado al cigüeñal y gira en órbita en lugar de rotar. El movimiento orbitante crea una serie de bolsillos de gas que se desplazan entre ambos scrolls. En la porción extrema de los scrolls, los bolsillos aspiran gas y lo trasladan al centro del scroll, donde lo descargan. A medida que el gas se mueve por los bolsillos internos, que son cada vez más pequeños, la temperatura y la presión aumentan a la presión de descarga deseada.



Figura 9 Funcionamiento de compresor scroll

Fuente: (Arrégle, 2012)

- **Compresor Rotativo**

Un compresor rotativo de paletas es un tipo de compresor en el cual el rotor gira en el interior de un estator cilíndrico. Durante la rotación, la fuerza centrífuga extrae las paletas de las ranuras para formar células individuales de compresión. La rotación reduce el volumen de la célula y aumenta la presión del aire.

El calor que genera la compresión se controla mediante la inyección de aceite a presión.

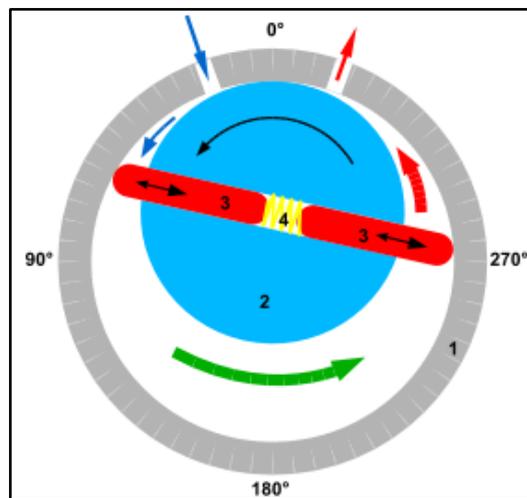


Figura 10 Funcionamiento de compresor rotativo

Fuente: (Arrégle, 2012)

- **Compresor de Tornillo**

Está compuesto por dos rotores de perfiles conjugados: Uno de ellos se denomina macho y posee lóbulos, mientras que el otro se llama hembra y posee alvéolos. En

general, el rotor macho posee 4 lóbulos y el rotor hembra consta de 6 alveolos; sin embargo, existen relaciones de 3/5 y 5/7.

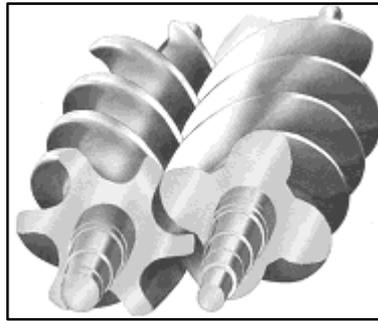


Figura 11 Funcionamiento de compresor de tornillo

Fuente: (Arrégle, 2012)

El principio de funcionamiento se explica mediante la distinción de las siguientes fases de trabajo:

Aspiración.- el fluido penetra a través de la entrada de aspiración y llena el espacio creado entre los lóbulos, los alveolos y la carcasa. El espacio aumenta progresivamente en longitud durante la rotación a medida que el engrane de los rotores se aproxima hacia el lado de descarga. Esta fase acaba una vez el fluido ha ocupado toda la longitud del rotor.

Compresión.- el fluido disminuye su volumen debido al engrane final de los rotores y en consecuencia aumenta su presión.

Descarga.- el fluido es descargado continuamente hasta que el espacio entre los lóbulos de los rotores desaparece.

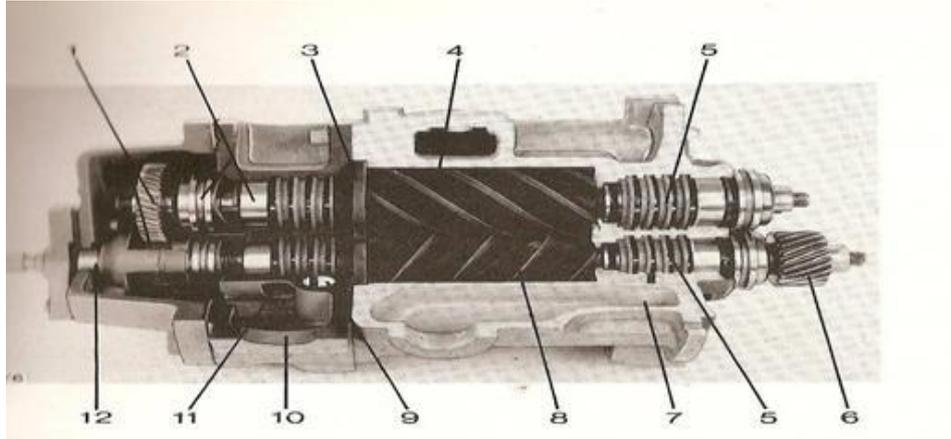


Figura 12 Partes de un compresor de doble tornillo

Fuente: (Arrégle, 2012)

El compresor de tornillo o helicoidal, está conformado por las siguientes partes:

- 1.- Engranaje de sincronización: Los dos tornillos no se encuentran en contacto, por ello es necesario este engranaje para que ambos giren en el sentido correspondiente.
- 2.- Rodamiento del rotor: Permite el movimiento del eje del rotor.
- 3.- Separador: Mantiene separados la zona de compresión, lugar donde se encuentran los tornillos y la zona de transmisión el lugar donde se encuentran los rodamientos, engranajes de sincronización.
- 4.- Rotor hembra: Es el que se encuentra formado por cavidades.
- 5.- Empaquetaduras: No permite que el aceite salga de la zona de compresión.
- 6.- Piñón: Transmite el movimiento al sistema.
- 7.- Chaqueta refrigeradora: Mantiene la temperatura del sistema constante, ya que esta aumenta cuando el equipo se encuentra trabajando.
- 8.- Rotor macho: Es el que se encuentra formado por lóbulos.
- 9.- Agujero de ventilación: Permite regular, conjuntamente con la chaqueta refrigeradora, la temperatura del equipo.
- 10.- Puerto de salida de aceite: Permite la salida de aceite al exterior del equipo.
- 11.- Agujero de drenaje: Permite la salida del aceite de la cámara de compresión.
- 12.- Pistón de equilibrio: Mantiene a los dos ejes a la misma distancia.

- **Compresor Reciprocante**

El diseño de este tipo de compresores es similar a un motor de automóvil moderno, con un pistón accionado por un cigüeñal que realiza carreras alternas de succión y compresión en un cilindro provisto con válvulas de succión y descarga. Debido a que el compresor reciprocante es una bomba de desplazamiento positivo, resulta apropiado para volúmenes de desplazamiento reducido, y es muy eficaz a presiones de condensación elevada y en altas relaciones de compresión.



Figura 13 Compresor Reciprocante

Fuente: (Arrégle, 2012)

Ventajas:

Adaptabilidad a diferentes refrigerantes

Facilidad con que permite el desplazamiento de líquido a través de tuberías dada la alta presión creada por el compresor.

Durabilidad

Sencillez de su diseño

Costo relativamente bajo

El motor recíprocante o de motor es uno de los más comunes y usados en los acondicionadores de aire residenciales y comerciales. Se dividen en tres tipos:

- **Compresor hermético**

Está totalmente sellado por medio de soldadura, lleva el motor en su interior y no se puede reparar. Es utilizado en unidades de ventana, unidades paquete, refrigeradoras entre otros.



Figura 14 Compresor hermético

Fuente: (Arrégle, 2012)

- **Compresor semi hermético**

Está sellado con pernos, lleva el motor en su interior pero si se puede reparar. Es utilizado en unidades paquete, vitrinas y cuartos de frío pequeño.

El eje del motor es prolongación del cigüeñal del compresor y están en una misma carcasa accesible desde el exterior. Se utilizan en potencias medias y eliminan los problemas de alineamiento entre el motor y el compresor.

Sus características son: sistema de válvulas de alta eficiencia, pistones contorneados y bielas con respiraderos, bomba automática reversible de aceite de alto flujo, sumidero sobredimensionado de aceite. (Ver figura 15)

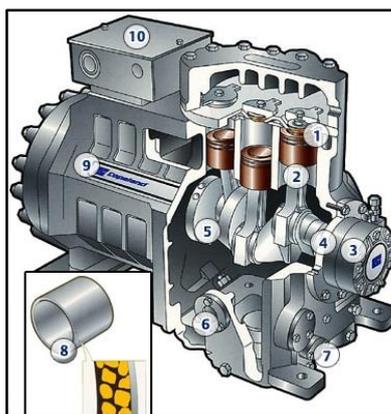


Figura 15 Compresor semi hermético

Fuente: (Arrégle, 2012)

- **Compresor abierto**

Este compresor es factible reparar en su totalidad porque tiene el motor en la parte externa y utiliza bandas para trabajar. Es utilizado en acondicionadores de aire de tipo automotriz y compresores de aire para mantenimiento automotriz.

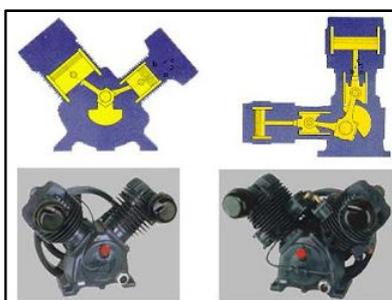


Figura 16 Compresor abierto

Fuente: (Arrégle, 2012)

- **Indicación de los terminales del compresor**

Para identificar los terminales de un compresor se tiene que medir la resistencia de sus bornes o bobinas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: (ver figura 17)

- Mayor resistencia se encuentra entre Arranque (S) y Marcha (R)
- Mediana resistencia se encuentra entre Arranque (S) y Común (C)
- Menor resistencia se encuentra entre Común (C) y Marcha (R)

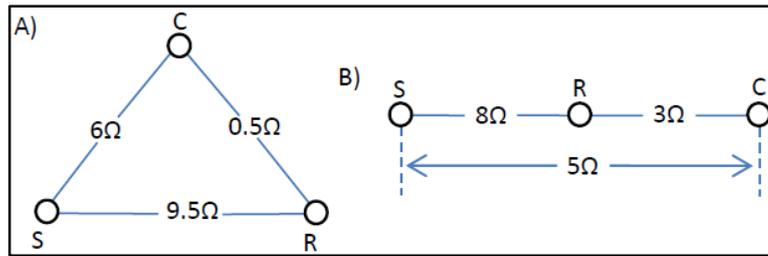


Figura 17 Medición de resistencia en terminales del compresor

Fuente: (Wirz, 2008)

- **Compresores en corto, abierto y a tierra**

Un compresor en perfecto estado debe marcar cierta resistencia entre sus terminales, nunca se debe medir la resistencia con respecto a la carcasa.

Si al comprobar que un compresor y el multímetro indica cero resistencia entre alguno de sus terminales entonces existe un corto circuito.

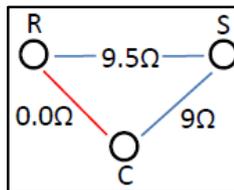


Figura 18 Compresor en corto

Fuente: (Wirz, 2008)

Si al verificar con un multímetro que los terminales del compresor no marcan nada o no reacciona, entonces una bobina del compresor se encuentra abierta y será necesario reemplazar el compresor.

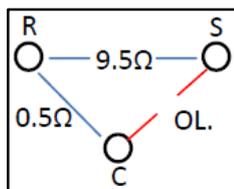


Figura 19 Compresor abierto

Fuente: (Wirz, 2008)

Cuando los terminales de un compresor marquen cero resistencia o continuidad entre cualquiera de sus bornes a la carcasa se dice que el compresor está aterrizado.

2.4.4 Evaporador

Se conoce por evaporador al intercambiador de calor donde se origina la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo. Su nombre proviene del cambio de estado sufrido por el refrigerante al recibir esta energía, luego de una brusca expansión que reduce su temperatura. Durante el proceso de evaporación, el fluido pasa del estado líquido al gaseoso. (Villanueva, 2014)

Los evaporadores se encuentran en todos los sistemas de refrigeración como neveras, equipos de aire acondicionado y cámaras frigoríficas. Su diseño, tamaño y capacidad depende de la aplicación y carga térmica de cada uso.

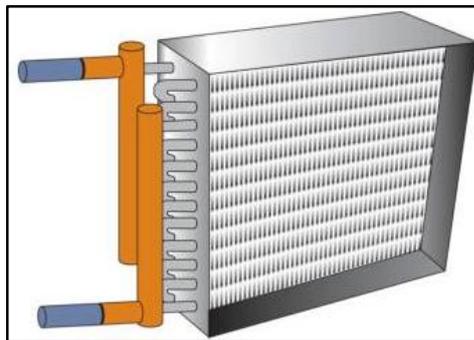


Figura 20 Evaporador

Fuente: (Whitman, 2010)

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

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

De esta manera, el evaporador absorbe el calor sensible del medio a refrigerar transformándolo en calor latente el cual queda incorporado al refrigerante en estado de vapor. Este calor latente será disipado en otro intercambiador de calor del sistema de refrigeración por compresión conocido como condensador dentro del cual se genera el cambio de estado inverso, es decir de vapor a líquido.

2.4.5 Condensador

El condensador termodinámico es utilizado muchas veces en la industria de la refrigeración, el aire acondicionado o en la industria naval y en la producción de energía eléctrica, en centrales térmicas o nucleares. (Villanueva, 2014)

Adopta diferentes formas según el fluido y el medio. En el caso de un sistema con fluido de gas refrigerante, está compuesto por un tubo de diámetro constante que curva 180° cada cierta longitud y unas láminas, generalmente de aluminio, entre las que circula el aire. (Ver figura 21)

Un condensador es un cambiador de calor latente que convierte el refrigerante en estado gaseoso a refrigerante en estado líquido, también conocido como fase de transición.



Figura 21 Condensador

Fuente: Los autores

2.4.6 Válvula de Expansión

Este tipo de dispositivo de expansión es muy eficiente regulando el flujo de refrigerante que entra al evaporador. La válvula de expansión está en el circuito de entrada del evaporador y define como el lado de alta y baja presión. Reduce la presión por expansión del fluido, dosificando la llegada del mismo evaporador. El refrigerante debe evaporarse completamente en el evaporador y salir de el en estado gaseoso aligerando del recalentamiento.



Figura 22 Válvula de expansión

Fuente: Los autores

2.4.7 Motor Ventilador

El motor ventilador de un acondicionador de aire de tipo ventana cumple dos funciones. La primera función es extraer el aire caliente de la habitación mediante la turbina este aire caliente pasa por el evaporador es recogido por la turbina y es expulsado nuevamente al interior de la habitación.

La segunda función es enfriar el condensador debido a que el compresor expulsa gas a alta presión y alta temperatura y el condensador transforma este gas a alta temperatura a líquido a alta temperatura por ende esta temperatura tiene que ser disipada; y el ventilador lo que hace es enfriar el condensador.

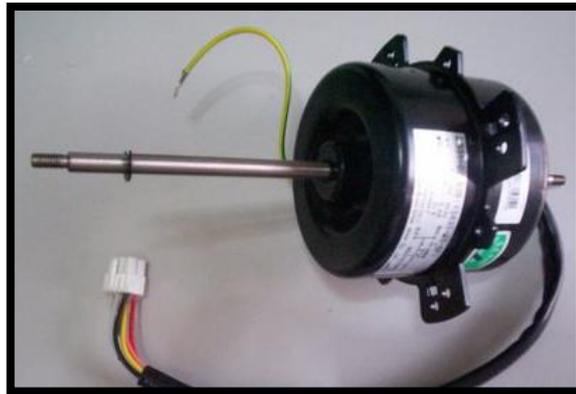


Figura 23 Conexión de un motor ventilador

Fuente: Los autores

Un motor ventilador normalmente está equipado con tres velocidades; cualquiera de estas tres pueden ser definidas como un común y va a ir a un línea de alimentación, adicionalmente cuenta con dos terminales adicionales que son la marcha (R) y el arranque (S) estos dos terminales normalmente van conectados a un capacitor, el valor de la capacitancia a utilizar va a estar dada por el fabricante del motor.

El terminal de marcha (R) debe ir a la vez conectado con la otra línea de alimentación. (Ver figura 24)

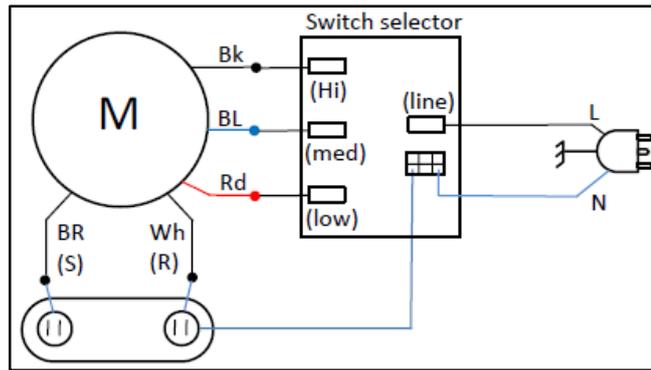


Figura 24 Conexión de un motor ventilador

Fuente: (Wirz, 2008)

2.4.8 Capacitor

Los capacitores en climatización se utilizan para arrancar el motor compresor y el motor ventilador. También mejora el factor de potencia, esto significa que la potencia reactiva disminuye y el factor de potencia es más próximo a uno.

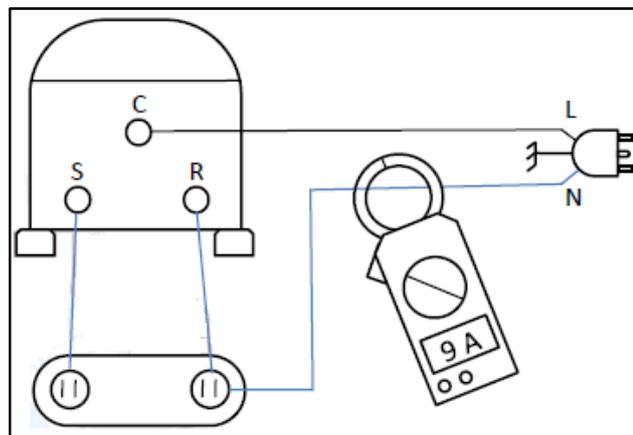


Figura 25 Arranque de compresor mediante capacitor

Fuente: (Wirz, 2008)

- **Capacitor de marcha**

El capacitor de marcha o también denominado capacitor permanente de arranque y marcha, es de aceite. Este capacitor puede permanecer en el circuito y sus capacidades van a estar dadas de acuerdo a la potencia y voltaje tanto del motor compresor como motor ventilador.

Este capacitor se divide en sencillo y dual. El capacitor sencillo tiene un solo arranque que puede trabajar tanto para el motor compresor o motor ventilador dependiendo de su valor de capacitancia y el capacitor dual tiene dos arranques.



Figura 26 Capacitor sencillo

Fuente: (Whitman, 2010)

El capacitor dual que está compuesto de tres terminales los cuales son:

C = corriente. Aquí se conectan las marchas (R) tanto del compresor como motor ventilador

Herm = Aquí va conectado el terminal de arranque (S) del compresor

Fan = Aquí se conecta el arranque (S) del motor ventilador



Figura 27 Capacitor dual

Fuente: (Whitman, 2010)

2.4.9 Selector de velocidad

Se utiliza para encender o apagar la unidad de aire acondicionado. En el mismo se comanda el encendido del compresor y las tres velocidades del motor. Existen tres tipos de selectores que son rotativo, de teclas y digital. Aunque existen diferentes tipos de selectores todos realizan la misma tarea, que es controlar las funciones de la unidad de ventana.

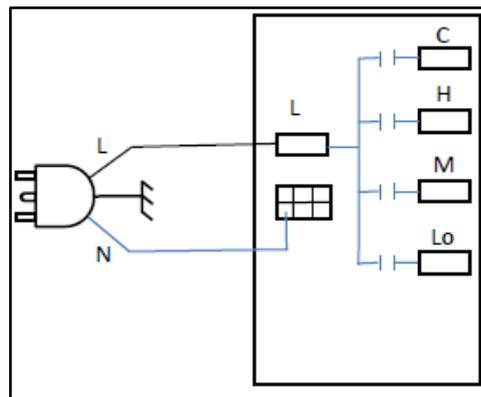


Figura 28 Conexión interna de selector de velocidad

Fuente: (Wirz, 2008) o

2.4.10 Termostato

Su función es controlar la temperatura del espacio que queremos enfriar. Por lo general el termostato de la unidad de aire tipo ventana controla el terminal común (C) del compresor.

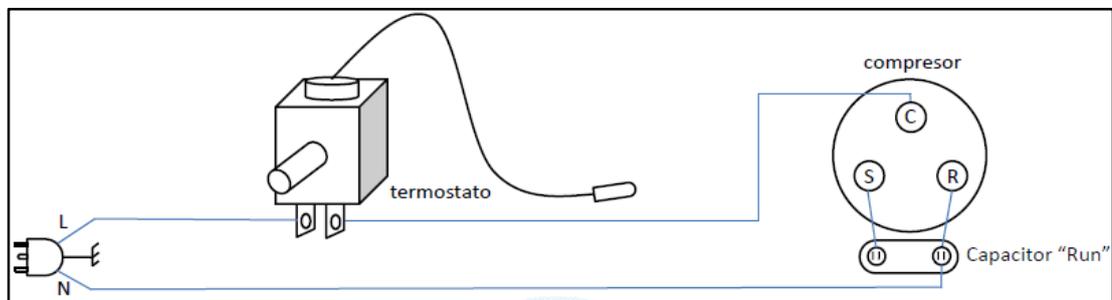


Figura 29 Conexión de termostato respecto al común (C)

Fuente: (Wirz, 2008)

Cuando el bulbo sensor de un termostato detecta su temperatura mínima de activación abre su contacto evitando el paso de la alimentación al común del compresor, cuando el bulbo sensor detecta que la temperatura aumenta, cierra su contacto permitiendo el paso de la alimentación hacia el común del compresor y por ende este pueda encenderse. Para comprobar el funcionamiento de un termostato se pueden realizar las siguientes pruebas.

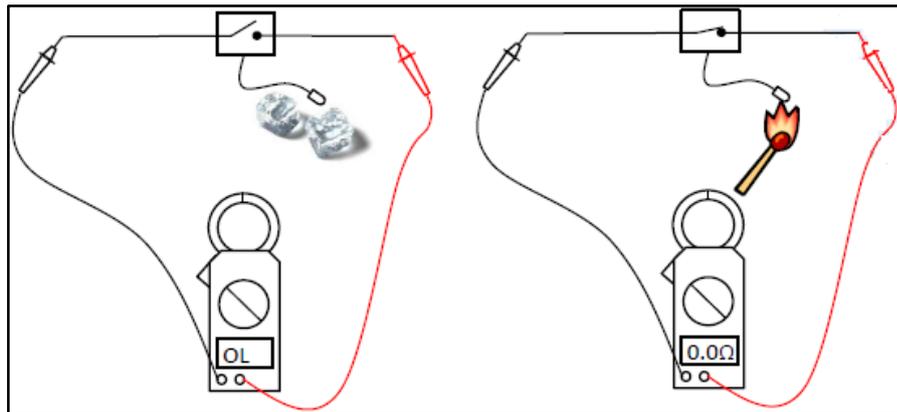


Figura 30 Pruebas de termostato

Fuente: (Wirz, 2008)

2.4.11 Protector térmico

Se utiliza para proteger el compresor de una sobrecarga de corriente o de un sobrecalentamiento. Por lo general se conecta al terminal común (C) del compresor en serie.

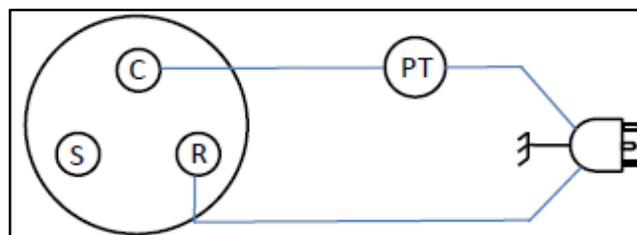


Figura 31 Conexión de un protector térmico

Fuente: (Wirz, 2008)

2.4.12 Refrigerante del sistema

El R22 o clorodifluorometano es un gas incoloro comúnmente utilizado para los equipos de refrigeración, en principio por su bajo punto de fusión que es -157°C . (de la Llata, 2011)

- Densidad tres veces la del aire; en estado líquido 1.2 veces la del agua.
- A 20°C tiene una presión de saturación de 9.1 bares este dato es importante para el trabajo en las instalaciones de refrigeración, pues una medida esencial que es la presión del circuito, depende de la temperatura ambiente.

El R22 era hasta hace poco el gas refrigerante más utilizado en el sector del aire acondicionado, tanto para instalaciones de tipo industrial como domésticas, aunque está prohibido su distribución por ser altamente perjudicial para la capa de ozono.

Apariencia	Gas incoloro
Densidad	Líquido a -41°C : 1.143 kg/m^3
Masa molar	86.48 g/mol
Punto de fusión	97.73 K (-175°C)
Punto de ebullición	232.45 K (-41°C)
Temperatura crítica	369 K (96°C)
Presión crítica	43.96 atm
Viscosidad	12.56
Estructura cristalina	Tetraédrico

Tabla 3 Propiedades del refrigerante R22

Fuente: (Arrégle, 2012)

Actualmente ha sido sustituido por el R407C o más modernamente por el R410A. Los sustitutos del R22 cumplen ciertas características:

- No dañan la capa de ozono y tienen bajo efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables
- Son estables en condiciones normales de presión y temperatura
- Son eficientes energéticamente

Los candidatos más importantes son el R410A, el R407C y el R134A. La normativa al respecto indica que desde el 1 de enero de 2004 se prohíbe la manufactura de todo tipo de equipos con HCFCs (Hidroclorofluorocarbonos).

Aún se permitirá el uso de R-22 regenerado hasta el 2015. Para cubrir la demanda de R-22 en instalaciones existentes, como posibles fugas, han nacido varios productos sustitutos como el R-427A que aseguran una transición sencilla y no son destructoras de la capa de ozono.

El R-427A es una mezcla de gases refrigerantes HFC, con cero agotamiento a la capa de ozono, utilizada como sustituto indirecto, en equipos de R-22 de temperaturas positivas y medias.

El R-427A es un refrigerante similar al R-22 y al R-407C en cuanto a presiones de trabajo, capacidad y eficiencia energética para temperaturas positivas y medias de evaporación. Precisa el vaciado del aceite original y su sustitución por un aceite sintético. El R-427A tiene un deslizamiento de temperatura muy elevado por lo que se recomienda en caso de fuga en la línea de baja presión, no recargar ya que la mezcla presente en el sistema estará muy descompuesta y el equipo no trabajaría satisfactoriamente. La composición de la fase vapor remanente en los envases se habrá desviado de las especificaciones del producto.

Aplicaciones:

- Sistemas de aire acondicionado comercial y doméstico en general.
- Unidades Rooftop.
- Enfriadoras.
- Equipos de conservación de supermercados.
- Almacenamiento de Alimentos.
- Cámaras frigoríficas.
- Transporte frigorífico.

2.5 Acondicionador de aire tipo split (dividido)

2.5.1 Funcionamiento del sistema

Se trata de un equipo muy similar al acondicionador de ventana, pero con una apariencia diferente con una consola en la pared; este tiene un aspecto que permite integrarla con mayor o menor fortuna dentro de la habitación.

Consta de dos partes diferenciadas, aunque no están separadas. La parte anterior que comprende el evaporador y el ventilador; y la parte posterior que comprende el compresor y el condensador.

Las dos partes van unidas por las tuberías de fluido de gas refrigerante R22 o R410A y dependiendo el tipo van conectadas mediante tuercas o es soldable.



Figura 32 Sentido del flujo del aire en un acondicionador de aire tipo split (dividido)

Fuente: (Gonzalez, 2013)

2.5.2 Evaporador

La consola que incluye el evaporador y el motor que da movimiento a la turbina interior aspira el aire por la parte superior y delantera, expulsándolo por la parte inferior. Dispone de un sistema de drenaje para evacuar el agua de condensación que se forma procedente del vapor de agua del aire. (Ver figura 33)



Figura 33 Split decorativo de pared

Fuente: (Whitman, 2010)

El instalador deberá prever el montaje de unos conductos de evacuación al drenaje más cercano. Dispone de los siguientes mandos: uno para seleccionar la posición de frío o ventilación respecto a la temperatura ambiente y mando de selección de velocidades para ventilador del evaporador.

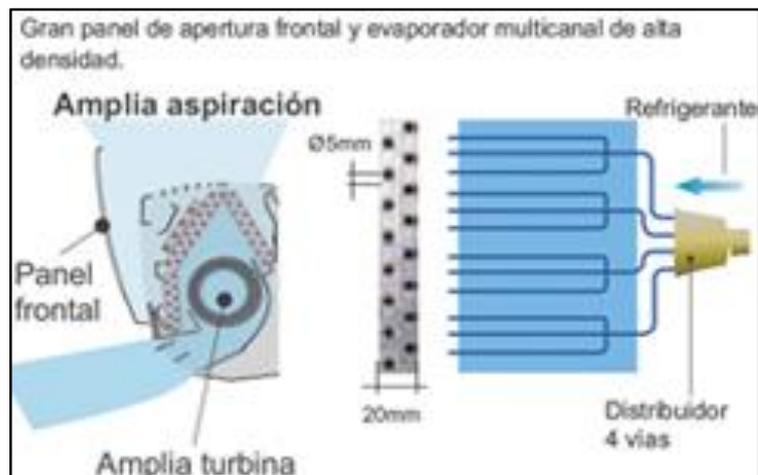


Figura 34 Partes internas de un split de pared

Fuente: (Whitman, 2010)

Split significa separada, quiere decir que la unidad evaporadora se encuentra a cierta distancia de la condensadora. La condensadora es la unidad que se encuentra en el exterior, la evaporadora se encuentra dentro el espacio acondicionado.

2.5.3 Condensador

Utilizan R22 a una presión de 60 a 75 psi en la succión o presión de baja. El refrigerante que sustituye al R22 es el R410A para máquinas de ventana, paquete y split. Con una presión de 100 a 120 psi en la succión y de 400 psi en la descarga.

Normalmente son de voltaje monofásico a 240VAC y una frecuencia de 60Hz. La unidad mini split de pared sólo tiene un evaporador y un condensador. La multi split o extra split por lo general tienen una unidad condensadora y dos o tres evaporadores dependiendo el tipo.



Figura 35 Condensador

Fuente: (Whitman, 2010)

Las partes internas de un condensador son: Compresor, serpentín del condensador, motor ventilador, aspa del motor ventilador y capacitor.



Figura 36 Partes internas de un condensador

Fuente: (Whitman, 2010)

Para la instalación de la unidad condensadora se debe tomar las siguientes consideraciones:

Unir las tuberías de líquido y succión correctamente con la válvula de acceso mediante la tuerca hexagonal. Se debe apretar la tuerca hexagonal de forma correcta considerando que un exceso de fuerza puede provocar alguna fuga. Se debe conectar la manguera del manómetro en el lugar correspondiente; una manguera conectada a la válvula de succión y la otra que va conectada a la bomba de vacío. La bomba de vacío debe tener el aceite recomendado por el fabricante para evitar cualquier tipo de contaminación de humedad en el sistema.

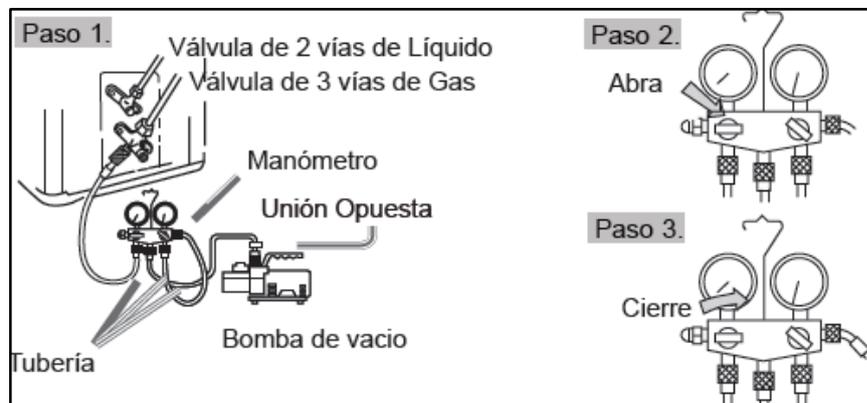


Figura 37 Conexión para vacío de un sistema tipo split

Fuente: (Wirz, 2008)

Una vez abierta al máximo la llave del manómetro se conecta la bomba de vacío para iniciar la evacuación de humedad del sistema. Es importante verificar que se esté realizando el vacío, para esto se debe cerrar la llave del manómetro de baja después de haber trabajado aproximadamente unos cinco minutos se esperan otros cinco minutos para comprobar si se mantiene la presión de vacío; si este es el caso continuar con el vacío durante un tiempo aproximado de 30 minutos. (Ver figura 38).

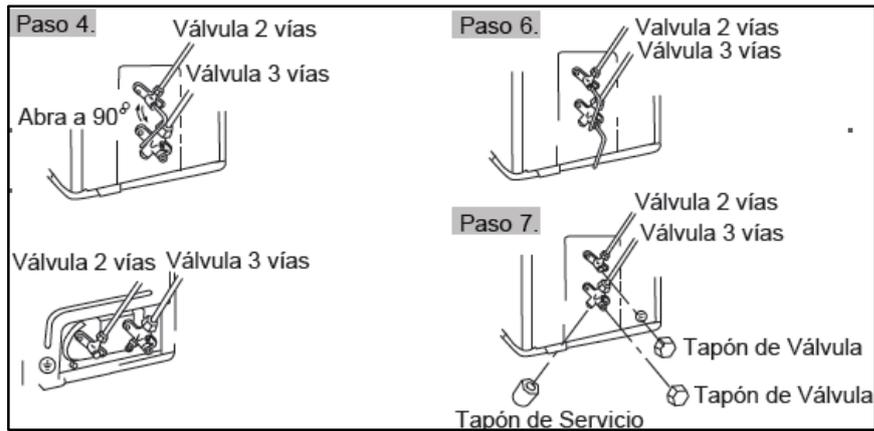


Figura 38 Conexión para vacío de un sistema tipo split

Fuente: (Wirz, 2008)

De darse el caso de acrecentarse alguna fuga de vacío durante los cinco minutos de espera, esto indica que el sistema tiene alguna fuga de refrigerante, de ser así deberá abrir la válvula de servicio de succión o baja presión para permitir la liberación de refrigerante hacia el sistema. Cierre después de tres segundos aproximadamente para tener alguna presión y poder detectar la fuga. Una vez detectada la fuga continuar con el vacío.

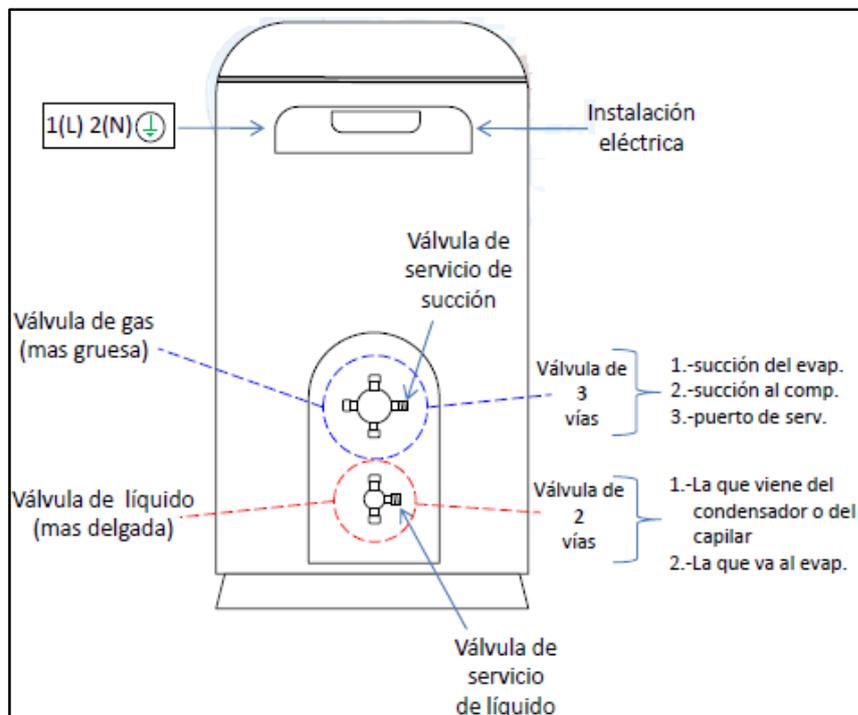


Figura 39 Conexión de tuberías en condensador

Fuente: (Wirz, 2008)

Una vez realizado el vacío abra las válvulas tanto de succión como de descarga de líquido para permitir el paso del refrigerante hacia el sistema. Es recomendable hacer una revisión de fugas profundamente. Tener en consideración que no es permisible ningún tipo de fuga porque esto a la larga disminuye la carga de refrigerante en el sistema.

2.5.4 Contactor electromagnético

Se utiliza para soportar la corriente que consume tanto el compresor como el motor ventilador del condensador. En el caso de los acondicionadores de aire los contactares trabajan en sus bobinas a un voltaje de 24VAC. La bobina del contactor al ser energizada mueve mecánicamente los puntos metálicos permitiendo el paso de la alimentación de voltaje hacia las cargas conectadas a los terminales del contactor.



Figura 40 Modelo de contactor a 24VAC

Fuente: (Whitman, 2010)

Carcasa

Es el soporte fabricado en material no conductor que tiene rigidez y resiste el calor no extremo, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores al contactor. Además es la presentación visual del contactor.

Electroimán

Es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de dispositivos, los más importantes son el circuito magnético y la bobina; su propósito es transformar la

energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que estimulará un movimiento mecánico.

Núcleo

Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina colocada en la columna central del núcleo, para atraer con mayor eficiencia la armadura.

Espira de sombra

Forma parte del circuito magnético, situado en el núcleo de la bobina, y su misión es crear un flujo magnético auxiliar desfasado 120° con respecto al flujo principal, capaz de mantener la armadura atraída por el núcleo evitando así ruidos y vibraciones.

Armadura

Elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizadas la bobina, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada.

Contactos

Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente en cuanto la bobina se energice. Todo contacto está compuesto por tres conjuntos de elementos:

Dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva el mencionado resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.

Contactos principales: su función es establecer o interrumpir el circuito principal, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga.

Contactos auxiliares: son contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de la corriente a las bobinas de los contactores o los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas.

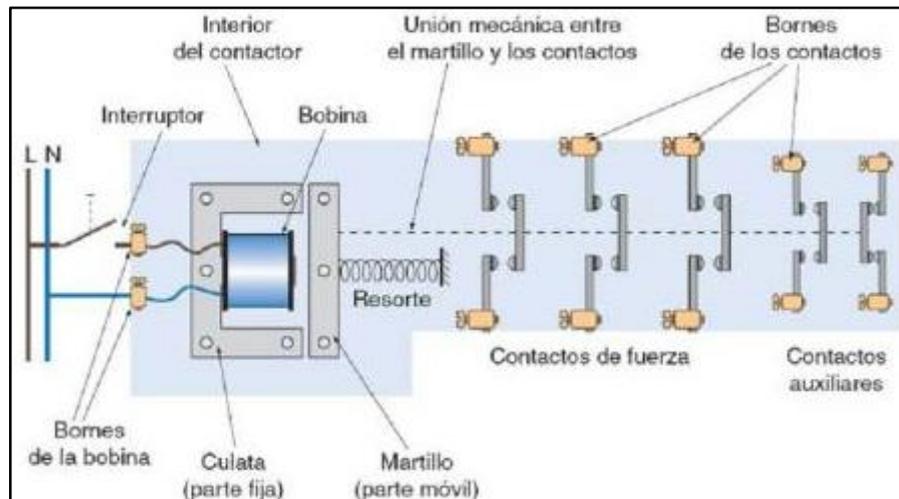


Figura 41 Partes de un contactor

Fuente: (Whitman, 2010)

2.5.5 Relé

Se utiliza para controlar el motor de la turbina del evaporador. Su principio de operación y funcionamiento es similar al del contactor electromagnético sólo que en capacidades pequeñas promediando hasta un consumo máximo de 15 Amperios un modelo común de relé para encendido de motor ventilador para turbina.



Figura 42 Modelo de relé para encendido de motor ventilador

Fuente: (Whitman, 2010)

Un relé cuenta de tres partes principales que son bobina, cuerpo y contactos. Y las otras partes son semejantes al contactor electromagnético.

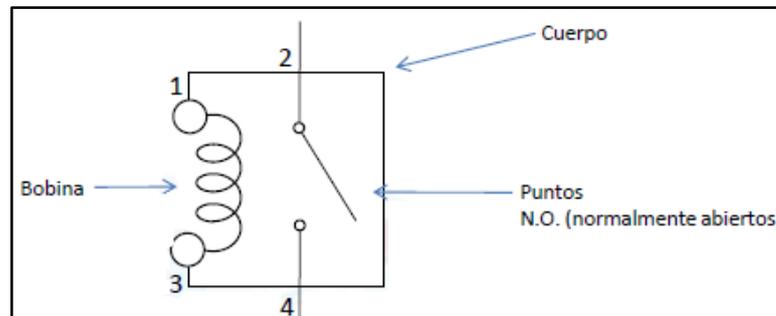


Figura 43 Bobina y contactos del relé

Fuente: (Wirz, 2008)

2.5.6 Transformador

Componente que está siempre conectado. Transforma el voltaje primario de 240VAC a 24VAC de voltaje secundario. Si se mide resistencia tanto en los terminales primarios o secundarios del transformador la bobina del primario es la que siempre va a marcar mayor resistencia entre sus terminales de esta forma podemos verificar la bobina primaria y secundaria del transformador.

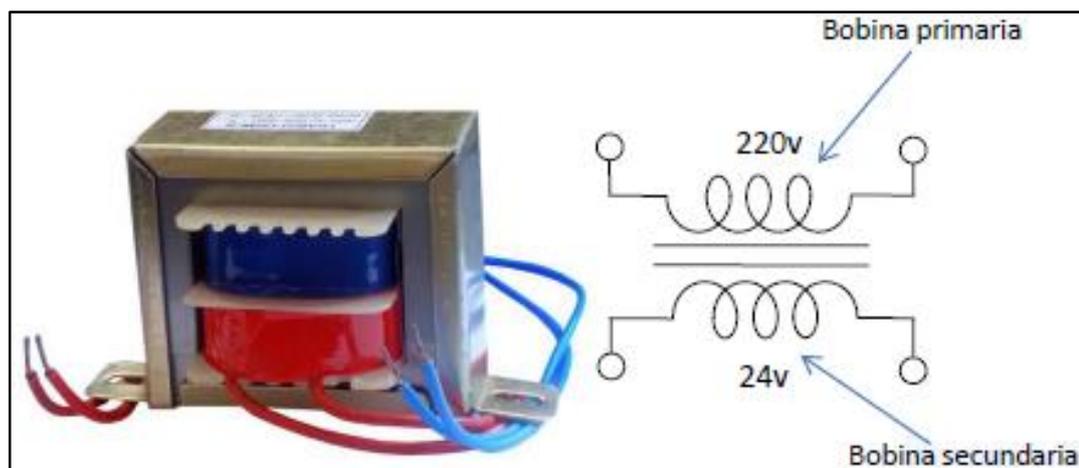


Figura 44 Transformador y terminales del transformador

Fuente: (Wirz, 2008)

2.5.7 Termostato

Es el control de la unidad. Funciona con un voltaje de 24VAC; cuando detecta una mayor temperatura que la establecida cierra sus contactos y enciende tanto la unidad evaporadora como la condensadora. Existen varios tipos de termostatos, entre los más comunes están los termostatos electrónicos y los manuales o análogos.



Figura 45 Termostato digital

Fuente: (Moreno, 2010)

El termostato analógico abre y cierra sus puntos por medio de una cinta bimetálica devanada que al dilatarse con el calor de la habitación tiende a girar un poco para inclinar una ampolla con mercurio que une sus terminales. Al alcanzar la temperatura deseada la cinta regresa a su lugar y el circuito se abre.

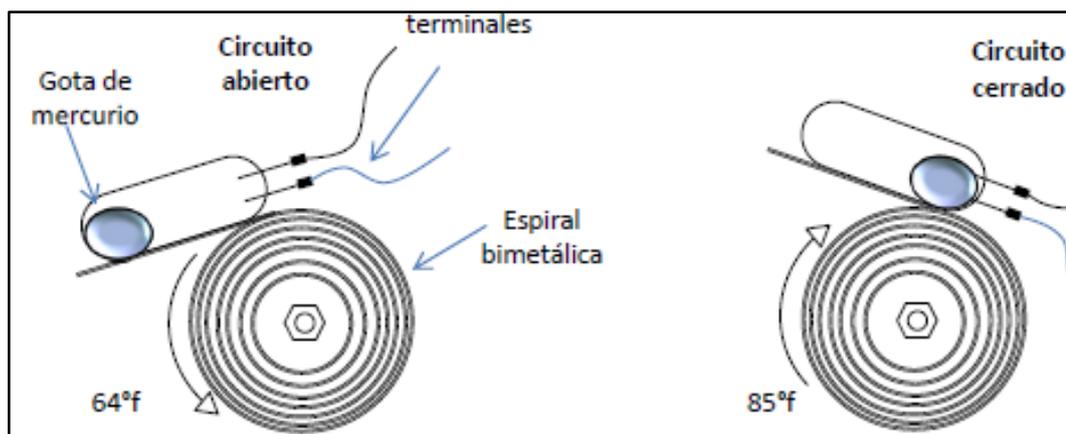


Figura 46 Estructura interna de un termostato manual

Fuente: (Wirz, 2008)

2.5.8 Presostatos

Se utilizan para protección del compresor, hay dos presostatos uno para la tubería de succión o baja presión y otro para la tubería descarga o alta presión.



Figura 47 Presostatos de baja y alta presión

Fuente: (Whitman, 2010)

Los presostatos pueden ser de 24VAC o 240VAC, esto significa que se pueden instalar en el circuito de control que sería lo más recomendable debido a que el de fuerza como el presostato es un contacto que se cierra o abre debido a la presión del gas refrigerante este contacto no viene diseñado para soportar altas corrientes.

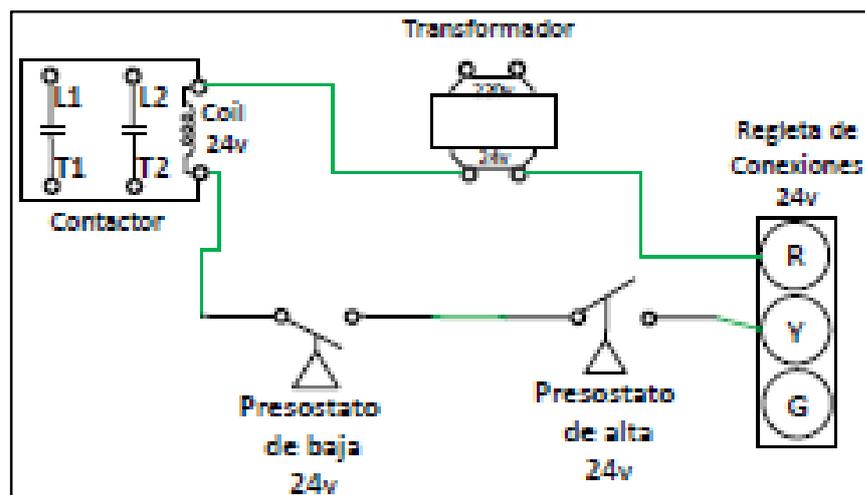


Figura 48 Conexión eléctrica de los presostatos

Fuente: (Wirz, 2008)

2.5.9 Temporizador

Se lo utiliza para proteger el compresor cuando hay alguna interrupción de energía eléctrica y regresa antes de los tres minutos de descanso para el compresor. Esta protección también es conocida como protección de línea o timer por lo general se conecta a 24 VAC y va en serie con una alimentación del terminal del contactor electromagnético.

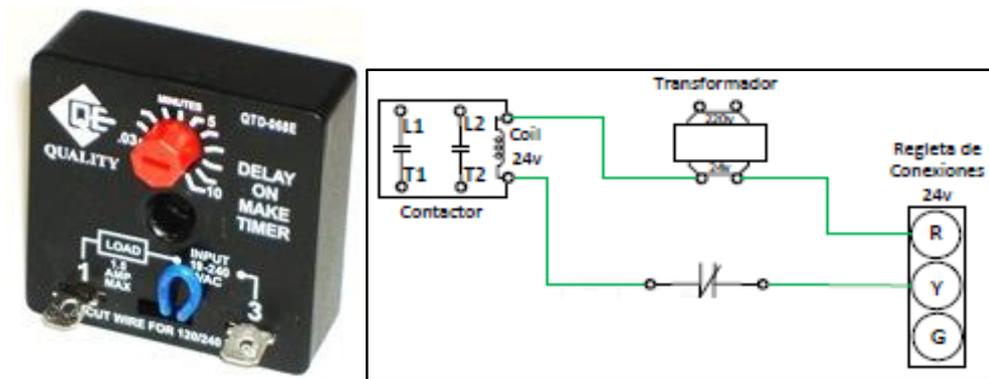


Figura 49 Temporizador y diagrama de conexión

Fuente: (Whitman, 2010)

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS

3.1 Módulo 1: Acondicionador de aire tipo ventana 8000 BTU

3.1.1 Desmontaje del aire acondicionado de ventana

A continuación se da una secuencia gráfica en la elaboración del módulo didáctico número uno. Para el estudio de sistemas de climatización el proyecto empezó con la adquisición del aire acondicionado tipo ventana de 8.000 BTU. Antes de proceder con el desmontaje de los equipos, se realizan las pruebas de funcionamiento del mismo para verificar su estado.

Las pruebas básicas realizadas al equipo son medición de corriente tanto del compresor como motor ventilador, la prueba de fugas en todo el recorrido de la tubería de gas refrigerante y medición de la presión del gas refrigerante tanto en la tubería de succión como en la tubería de descarga.



Figura 50 Acondicionador de aire tipo ventana.

Fuente: Los Autores

Una vez que se tiene el acondicionador de aire tipo ventana desmontado se procede a realizar la desconexión eléctrica del motor ventilador, compresor, capacitor y equipos de control como el selector de velocidades y el termostato. (Ver figura 51 y 52)

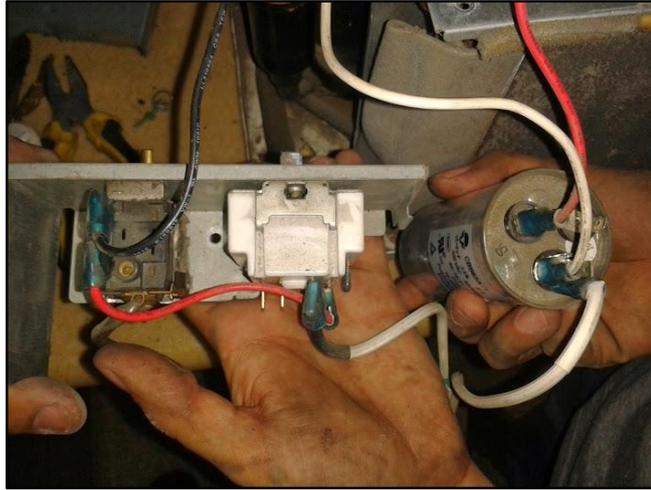


Figura 51 Termostato, Selector y Capacitor

Fuente: Los autores



Figura 52 Terminales del compresor y protector térmico

Fuente: Los autores

La propuesta a implementar es referente a un módulo didáctico. Para realizar prácticas es necesario realizar un diseño de manera que los elementos del acondicionador de aire sean expuestos en la parte frontal del módulo, este proceso empieza desde el diseño en el programa de AutoCAD de la parte frontal y posterior del módulo didáctico con la supervisión y sugerencias adecuadas de los docentes.

En la parte frontal podemos apreciar los siguientes elementos: evaporador, condensador, compresor, capacitor, selector de velocidades, termostato y disyuntor principal y en la parte posterior se puede apreciar el diagrama eléctrico para realizar la conexión del módulo didáctico, una vez aprobado el diseño del módulo didáctico se

procede a la implementación del diseño, para lograr este objetivo se procedió a cortar las tuberías de cobre que unen al evaporador con el condensador para colocarlos de manera que sean visibles en el tablero.



Figura 53 Ubicación de evaporador, condensador y compresor

Fuente: Los autores

En la elaboración de este módulo didáctico también se procedió a soldar las tuberías de cobre con soldadura oxiacetilénica y soldadura de plata, para unir las tuberías del evaporador, condensador y compresor.



Figura 54 Soldado de tuberías de cobre

Fuente: Los autores

Así como también la colocación de un manómetro para medir la presión de baja o presión de succión y una válvula de carga manual que va a servir como medio por el cual ingrese la carga de gas refrigerante. (Ver figura 55)



Figura 55 Soldado de tubería para colocación de manómetro

Fuente: Los autores

Para culminar con esta parte se procedió a pintar las tuberías, diferenciando con color rojo la tubería de alta presión o tubería de descarga y color azul la tubería de baja presión o tubería de succión.



Figura 56 Identificación de colores según tipo de presión

Fuente: Los autores

Para esta implementación es necesario la adaptación de otro motor ventilador , ya que este acondicionador de aire en su diseño original de fábrica usa un solo motor ventilador con un eje pasante que sujeta dos turbinas para realizar el trabajo de soplar y extraer el aire de la habitación determinada, al cambiar el diseño original de fábrica también se altera este proceso, para cumplir con el funcionamiento del condensador y evaporador adquirimos otro motor ventilador con las mismas especificaciones que el original para que funcionen en paralelo y poder efectuar el funcionamiento de dichos elementos. (Ver figura 57)



Figura 57 Motor ventilador evaporador y motor ventilador condensador

Fuente: Los autores

3.1.2 Secuencia de elaboración del tablero

Para este proyecto contamos con la ayuda de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil que donó las estructuras metálicas con dos puertas para ambos módulos.

Con el diseño aprobado se visitó un taller mecánico para que nos proporcionen un soporte en las adecuaciones mecánicas necesarias, como soldar las dos planchas metálicas de 3mm de espesor para el montaje de los elementos en el módulo didáctico, ampliar el ancho a 30 cm de la estructura para poder colocar en la parte interna los motores, realizar las perforaciones para las borneras, disyuntor, luz piloto y las entradas de aire tanto como el evaporador y condensador, pulir y pintar. (Ver figura 58)

Para el correcto pintado previamente se debe colocar un fondo gris debido a que la plancha metálica es de acero al carbón; una vez que el fondo está completamente seco se procede con la primera mano de pintura y luego de unas horas se da otra mano de pintura para evitar cualquier tipo de oxidación al momento de pegar el vinil debido a que este es necesario pegarlo con agua y jabón.



Figura 58 Vista lateral del módulo didáctico previa a la ampliación

Fuente: Los autores

Luego de realizar todos los agujeros y adecuaciones necesarias se procede a pegar el vinil transparente adhesivo en la plancha metálica verificando que encajen todos los agujeros, se coloca los perfiles de aluminio en el marco del tablero y se deja secar, lo mismo para el diagrama eléctrico de la parte posterior.

3.1.3 Secuencia de la instalación de elementos en el módulo didáctico.

Luego de pegar el vinil en cada una de las planchas se procede a realizar el montaje de los elementos del acondicionador de aire, disyuntor, capacitor, selector de velocidad, termostato y borneras en la parte frontal, en la parte interna del módulo se instalan los motores ventiladores y en la parte posterior queda plasmado el diagrama eléctrico para realizar la conexión eléctrica del módulo.



Figura 59 Vista frontal de módulo didáctico de aire acondicionado con elementos

Fuente: Los autores

En la cara posterior del módulo solamente va el diagrama eléctrico del acondicionador de aire tipo ventana este va a servir como guía para la conexión del sistema completo del módulo uno.

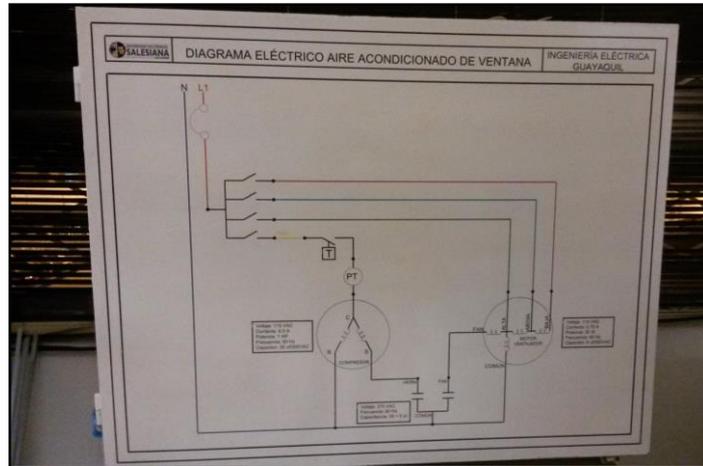


Figura 60 Vista frontal de módulo didáctico de aire acondicionado con diagrama

Fuente: Los autores

3.1.4 Conexión interna de los dispositivos eléctricos

Luego del montaje de los equipos se procede a la conexión de los equipos eléctricos hacia sus respectivas borneras de prueba.



Figura 61 Conexión interna del disyuntor, barra de alimentación y capacitor

Fuente: Los autores

Para una mayor confiabilidad de que el módulo didáctico este operativo se realiza la conexión del módulo didáctico, realizando las pruebas necesarias.

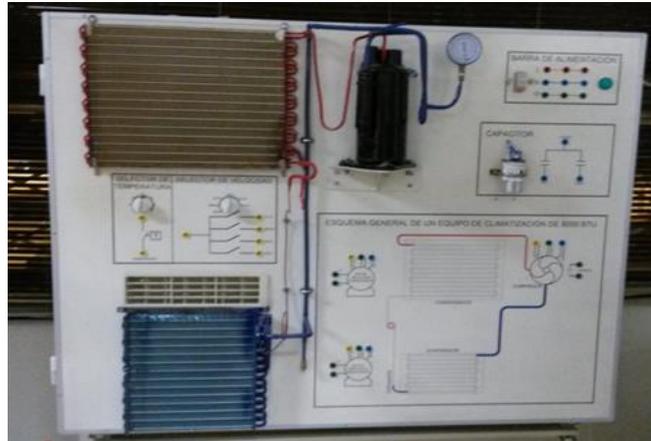


Figura 62 Vista frontal del módulo didáctico concluido

Fuente: Los autores

3.1.5 Inventarios de equipos que conforman el módulo didáctico uno

A continuación se detalla cada una de las partes del módulo didáctico tal como se puede apreciar en la tabla a continuación.

ITEM	EQUIPOS	CANTIDAD
1	Aire acondicionado tipo ventana 120 VAC 8.000 BTU	1
2	Luz piloto 120 VAC	1
3	Motor ventilador 115V, 35 W, 0.70 A 60 Hz	1
4	Disyuntor 1 polo 20 A	1
5	Borneras	34
6	Manómetro de baja presión de succión	1
7	Válvula de carga	1
8	Capacitor 35 uf	1

Tabla 4 Inventario de equipos

Fuente: Los autores

3.1.6 Presupuesto de construcción del módulo acondicionador de ventana

Materiales	Cantidad	Costo	Total
Aire acondicionado tipo ventana 8.000 BTU a 120 VAC	1	360.00	360.00
Luz piloto 120 VAC	1	5.00	5.00
Motor ventilador 115VAC, 35 W, 0.70 A, 60 Hz	1	75.00	75.00
Disyuntor 1 polo 20 A	1	10.00	10.00
Borneras	34	0.00	0.00
Manómetro de presión de succión	1	10.00	10.00
Válvula de carga	1	5.00	5.00
Riel din	1	2.00	2.00
Impresión blanco y negro	5	2.00	10.00
Impresión a color	5	4.00	20.00
Impresión Vinil	4	25.00	100.00
Pernos	50	0.25	12.50
Terminal ojo azul	50	0.10	5.00
Terminal puntero amarillo	10	0.10	1.00
Base adhesiva	12	0.25	3.00
Amarras transparentes 10cm	5	0.10	0.50
Amarras transparentes 15cm	5	0.15	0.75
Terminal puntero roja	10	0.10	1.00
Cable flexible 16 color azul	30 m	0.40	12.00
Juego de brocas	1	25.00	25.00
Remaches	50	0.05	2.50
Perfil de aluminio	8	0.50	4.00
Pintura	2 litros	10.0	20.00
Diluyente	2 litros	1.00	2.00
Soldadura oxiacetilénica	1	35.00	35.00
Soldadura de plata	3	2.00	6.00
Soplete de pintar	1	25.00	25.00
Tuberías de cobre	2	10.00	20.00
Terminales tipo bandera	10	0.35	3.50
Abrazaderas tipo grillete	5	2.50	12.50
Uniones de cobre	4	0.25	1.00
Movilización	1	100.00	100.00
		TOTAL	\$889.25

Tabla 5 Presupuesto de construcción del módulo uno

Fuente: Los autores

3.2 Módulo 2: Acondicionador de aire tipo split de 12000 BTU

3.2.1 Desmontaje de aire acondicionado tipo split

A continuación se da una secuencia gráfica en la elaboración del segundo módulo didáctico. Para el estudio de sistemas de climatización se empezó con la adquisición del aire acondicionado tipo split (dividido) el cual se realizó la verificación, estado y funcionamiento tanto del evaporador como del condensador para luego empezar el desmontaje de la parte eléctrica de ambos elementos; debido a que la parte eléctrica debe ir en la cara principal del módulo didáctico detallando cada una de sus partes.



Figura 63 Condensador una vez realizado el desmontaje de la parte eléctrica

Fuente: Los autores

Una vez que tenemos el acondicionador de aire tipo split (dividido) desarmado se procede a realizar la desconexión eléctrica del condensador y evaporador. Y a la vez sus componentes internos como motor ventilador, compresor, capacitores y equipos de control. (Ver figura 64)

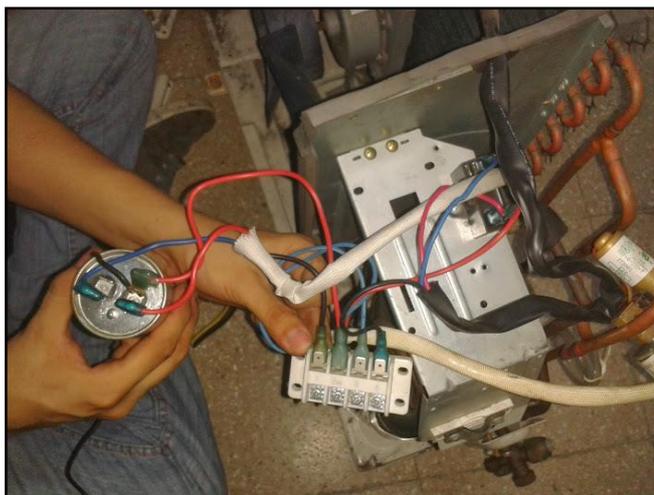


Figura 64 Borneras de conexión y capacitor

Fuente: Los autores

Con los equipos desarmados por partes se empieza a realizar en el programa AutoCAD el diseño del módulo didáctico. Luego de varias propuestas y revisiones por parte de los docentes se determinó el modelo del diseño del módulo didáctico.

Será en la parte frontal el diagrama eléctrico del módulo didáctico junto con los equipos de control con sus respectivas borneras, en la parte posterior quedaran los elementos del acondicionador de aire que son el evaporador y el condensador.

3.2.2 Secuencia de elaboración del tablero

Con el diseño aprobado se visitó un taller mecánico para que nos den un soporte en las adecuaciones mecánicas necesarias, como soldar las 2 planchas metálica de 3mm de espesor para el montaje de los elementos en el módulo didáctico, ampliar el ancho a 30 cm de la estructura para poder pasar la tubería de cobre, realizar las perforaciones para las borneras, disyuntor, luz piloto, pulir y pintar.

Luego de realizar todos los agujeros y adecuaciones necesarias procedemos a pegar el vinil transparente adhesivo en la plancha metálica verificando que encajen todos los agujeros, se coloca los perfiles de aluminio en el marco del tablero y se deja secar, lo mismo para la parte posterior. (Ver figura 65)

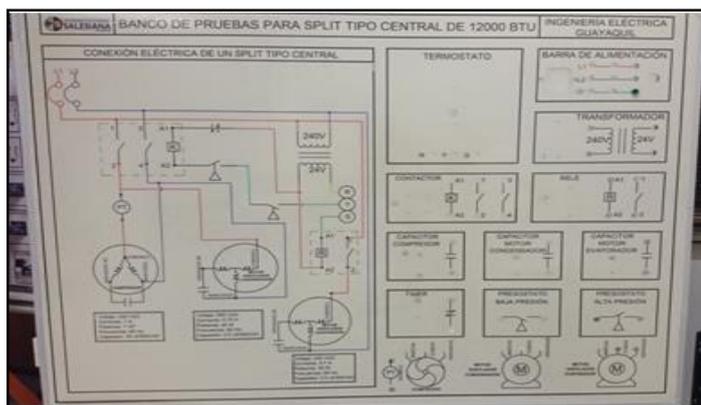


Figura 65 Vista frontal del módulo didáctico split tipo central de 12.000 BTU

Fuente: Los autores

3.2.3 Secuencia de la instalación de elementos en el módulo didáctico

Una vez pegado y fijado el vinil adhesivo transparente se procede a la colocación de cada una de las borneras; estas tienen una tuerca de seguridad que ajusta en la parte posterior del tablero para que la misma quede fijada y no pueda moverse al momento de realizar la conexión eléctrica de cada una de ellas.

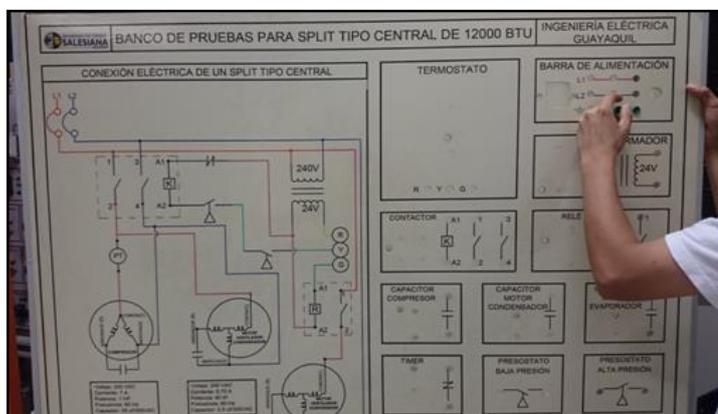


Figura 66 Colocación de borneras en el módulo didáctico

Fuente: Los autores

Luego se procede a la instalación de cada uno de los elementos de control y protección que van en la parte frontal del tablero, los elementos a utilizar son los siguientes:

- Disyuntor
- Luz piloto

- Termostato
- Contactor
- Relé
- Capacitores
- Timer
- Presostatos

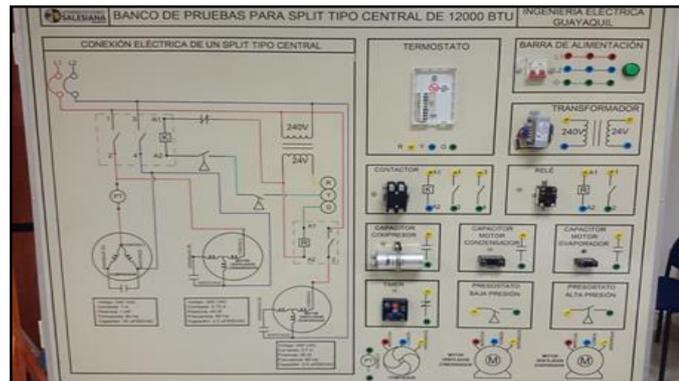


Figura 67 Elementos de control y protección instalados en el módulo

Fuente: Los autores

Cuando ya se tienen los elementos de control y protección instalada se comienza con el montaje en el tablero tanto del evaporador como el condensador estos van en la cara posterior del tablero. El evaporador va sujetado a una placa metálica previamente ajustada al tablero y el condensador va sobre dos bases angulares que fueron previamente soldadas al tablero.



Figura 68 Montaje de evaporador y condensador

Fuente: Los autores

Cuando ya se tiene tanto el evaporador y condensador correctamente instalados, se procede con la instalación de la tubería de cobre la misma que va a llevar el gas refrigerante R22. Normalmente un split de pared debe tener un cierto recorrido de tubería la misma que se ha dado en un espiral en la parte interior del tablero y sobre este se encuentran ubicados los dos presostatos de alta presión y baja presión. La tubería de cobre debe llevar un revestimiento de rubatex para evitar la condensación de la misma. La tubería en la parte superior va soldada al evaporador y aquí se realiza una pequeña ramificación a la parte superior para poder soldar las dos válvulas de carga donde van conectados los presostatos.

La conexión de cada presostato se la lleva mediante dos conductores hacia las borneras ubicadas en la parte frontal del tablero; cada presostato se lo diferencia acorde a su color, el de color azul es el presostato de succión o baja presión y el presostato de color negro es el de descarga o baja presión.

Junto con la tubería de cobre que sale del evaporador se debe colocar una manguera para el drenaje del condensado que expulsa al funcionar el evaporador; esta manguera será dirigida en un reservorio ubicado en la parte inferior del tablero.



Figura 69 Instalación de tubería de cobre y revestimiento

Fuente: Los autores

3.2.4 Conexión interna de los dispositivos eléctricos

Luego del montaje de los equipos se procede a la conexión de los equipos eléctricos hacia las borneras de prueba y su posterior prueba de conexión; para luego proceder con el desarrollo de las prácticas

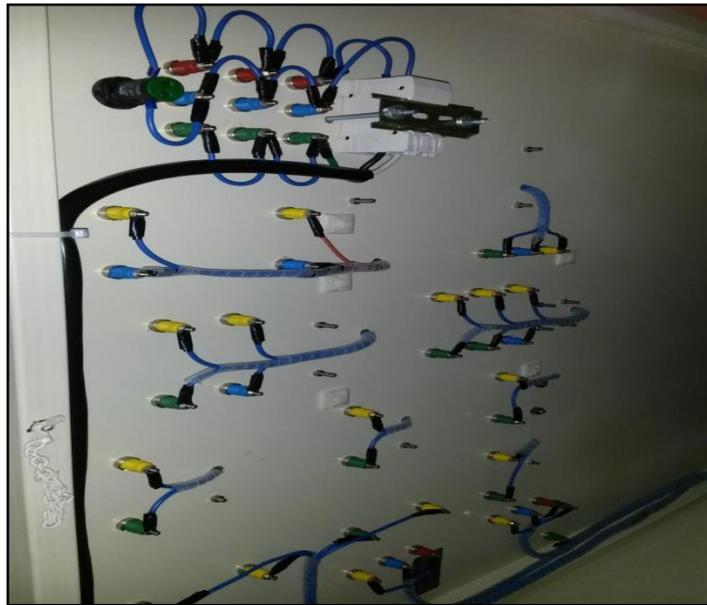


Figura 70 Conexión eléctrica parte posterior del tablero

Fuente: Los autores

3.2.5 Inventarios de equipos que conforman el módulo didáctico.

A continuación se detalla cada una de las partes del módulo didáctico tal como se puede apreciar en la tabla a continuación.

Ítem	Equipos	Cantidad
1	Aire acondicionado tipo split 12.000 BTU a 240VAC	1
2	Luz piloto 240VAC	1
3	Presostato de alta presión	1
4	Presostato de baja presión.	1
5	Termostato electrónico.	1
6	Manómetro de presión de succión	1
7	Válvula de carga	1
8	Relé a 24VAC	1
9	Contactador a 24VAC	1
10	Transformador 240VAC / 24VAC	1
11	Temporizador	1
12	Disyuntor 2 polo 20A	1
13	Borneras	49
14	Capacitor 35 uf a 370VAC	1
15	Capacitor 5 uf a 370VAC	1
16	Capacitor 2.5 uf a 370VAC	1

Tabla 6 Inventario de equipos

Fuente: Los autores

3.2.6 Presupuesto de construcción módulo didáctico tipo split (dividido)

Materiales	Cantidad	Costo	Total
Aire acondicionado tipo split 12.00BTU a 240VAC	1	600	600
Luz piloto 240VAC	1	5	5,00
Disyuntor 2 polo 20A	1	25	25,00
Borneras	49	0	0
Manómetro de presión de succión	1	10	10,00
Riel din	1	2	2,00
Impresiones blanco y negro	3	20	60,00
Impresiones a color	1	30	30,00
Impresión Vinil	8	135	135,00
Pernos	68	8.20	8,20
Terminal ojo azul	50	0.10	15,57
Terminal puntero amarillo	6	0.15	11,64
Base adhesiva	1	7.05	7,05
Amarras transparentes 10cm	2	0.82	1,64
Amarras transparentes 15cm	2	2.04	4,08
Base adhesiva	1	10.96	10,96
Cable flexible 14 AWG color azul	45mts	26.45	26,45
Juego de brocas	1	25	25,00
Remaches	100	2	2,00
Perfil de aluminio	4	3.80	15,20
Encabezado de tablero	1	25	25,00
Pintura	1	5	5,00
Disolvente	1	5	5,00
Soldadura oxiacetilénica.	1	12	12,00
Soldadura de plata.	3	2	6,00
Cinta rubatex	1	35	35,00
Tuberías de cobre	2	2	4,00
Terminales tipo bandera	20	0.35	7,00
Rubatex	2	1	2
		TOTAL	1103,9

Tabla 7 Presupuesto de construcción del módulo dos

Fuente: Los autores

CAPÍTULO IV

MANUAL DE PRÁCTICAS

Guía de prácticas para pruebas de módulos didácticos

Práctica 1: Seguridad y funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

Práctica 2: Mantenimiento y verificación de estado del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

Práctica 3: Arranque de motor ventilador del evaporador, motor ventilador del condensador y compresor.

Práctica 4: Conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo ventana y prueba de funcionamiento.

Práctica 5: Simulación de fallas comunes de un sistema de climatización tipo ventana.

Práctica 6: seguridad y funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo split.

Práctica 7: Mantenimiento y verificación de estado del módulo didáctico de climatización tipo split.

Práctica 8: Arranque de motores ventiladores evaporador y condensador, arranque de compresor.

Práctica 9: Conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo split.

Práctica 10: Simulación de fallas comunes de un sistema de climatización tipo split.

4.1 Práctica 1: Seguridad y funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

4.1.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 1
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.1.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Conocer las normas de seguridad que se deben tomar en cuenta para la manipulación de cada uno de los elementos que se encuentran instalados en el módulo didáctico de climatización tipo ventana y conocer el funcionamiento de cada uno de los elementos que constituyen el módulo didáctico de climatización tipo ventana.

- **Objetivos específicos**

- ✓ Implementar normas de seguridad para cada uno de los elementos que se encuentran instalados en el módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Conocer el funcionamiento de los elementos instalados en modulo didáctico de climatización tipo ventana.

4.1.3 Requerimientos

- ✓ Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el módulo didáctico de climatización tipo ventana.

- ✓ Revisar que todos los elementos se encuentren en el módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Introducción al funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.
- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.
- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos aplicando los conocimientos adquiridos en la materia.

4.1.4 Recursos utilizados

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Instrumentos de medición de medidas eléctricas como el multímetro y el instrumento de medición de presión de gas refrigerante.
- ✓ Motores.



Figura 71 Módulo didáctico de climatización tipo ventana

Fuente: Los autores

4.1.5 Desarrollo

Enchufe de 120vac polarizado:

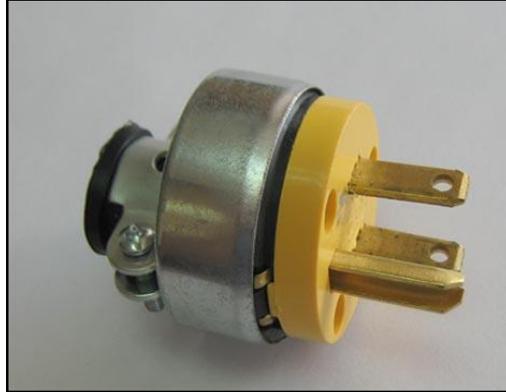


Figura 72 Enchufe 120vac

Fuente: Los autores

Un enchufe macho es una pieza de material aislante con 3 varillas de material conductor sobre salidas para introducir en el toma corriente y realizar una conexión eléctrica que permita energizar el módulo didáctico de climatización tipo ventana con 120vac.

No manipular el enchufe mientras se encuentra conectado.

Al desconectar el enchufe sostener fijamente de la parte metálica, no sujetar el cable.

Disyuntor:



Figura 73 Disyuntor

Fuente: Los autores

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir el circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, en este caso 20 amperios o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

No realizar reajuste con el modulo didáctico energizado.

Antes de cualquier revisión de los elementos o conexiones bajar el disyuntor principal.

No subir el disyuntor antes de que el docente haya revisado la práctica.

Si el disyuntor se acciona revisar conexión eléctrica.

Luz Piloto:



Figura 74 Luz piloto verde

Fuente: Los autores

Es un equipo que se ilumina al ser energizado con el fin de identificar que el módulo didáctico esta energizado o con el disyuntor en posición de encendido.

No realizar reajuste con el módulo didáctico energizado.

Capacitor:



Figura 75 Capacitor

Fuente: Los autores

Es un dispositivo que almacena y descarga electrones, va conectado a la bobina de arranque para darle mayor torque en el arranque y mejorar el factor de potencia al motor ventilador y compresor.

No manipular el capacitor energizado.

Selector de velocidades:

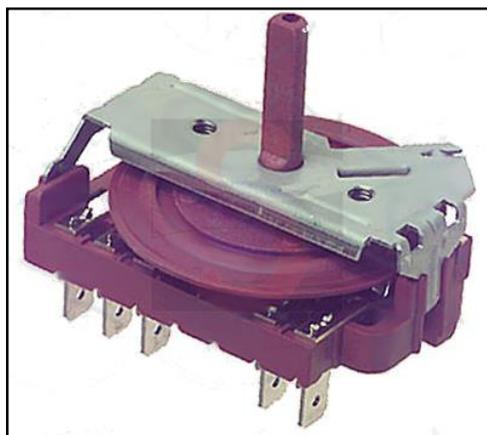


Figura 76 Selector de velocidad

Fuente: Los autores

Es un selector de 6 posiciones que sirve para encender o apagar el compresor y seleccionar las velocidades del motor ventilador por medio de sus contactos internos.

No manipular el selector de velocidades con el modulo didáctico energizado.

Termostato:



Figura 77 Termostato

Fuente: Los autores

Es el componente de un sistema de control que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura, existen varios tipos el utilizado en este módulo consiste en un gas encerrado dentro de un tubo de cobre. Cuando la temperatura sube, el gas se expande y empuja la válvula que realiza una determinada función.

No manipular termostato con el módulo energizado.

Compresor:



Figura 78 Compresor

Fuente: Los autores

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y los vapores.

No manipular las conexiones del compresor con el compresor en funcionamiento.

Evaporador:

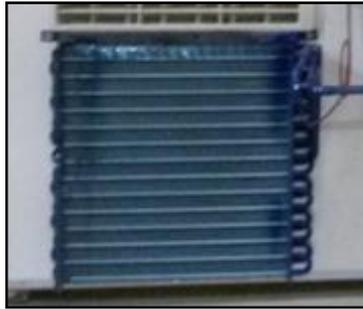


Figura 79 Evaporador

Fuente: Los autores

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

Limpieza de evaporador verificación estado del serpentín.

Reajuste de terminales del motor ventilador.

Verificación de fugas.

No manipular el motor ventilador en funcionamiento.

Condensador:



Figura 80 Condensador

Fuente: Los autores

Este equipo hace que el vapor de refrigerante caliente a alta presión enviado por el compresor sea enfriado por el aire que es soplado sobre las bobinas de condensación con por el ventilador del condensador, expulsando el aire caliente al exterior de la habitación, a medida que el refrigerante se enfría, cambia de estado de vapor caliente a líquido caliente a alta presión.

No manipular el serpentín.

Motores ventiladores:



Figura 81 Motor ventilador

Fuente: Los autores

Es un motor cuya principal función es la de producir corrientes de aire, es decir, mover el aire para usos muy diversos en este caso lo usamos para que el evaporador y el condensador realicen sus respectivas funciones.

No manipular motor energizado.

Tener cuidado con las aspas del ventilador.

4.1.6 Normas de seguridad del módulo didáctico tipo ventana

Antes de manipular los elementos eléctricos tome todas las medidas de precaución que el docente el indique.

No utilice cables de conexión en mal estado.

No manipule los equipos que le indique el docente.

Si algún cable de los dispositivos esta suelto indique al docente.

Antes de energizar el módulo didáctico de climatización tipo ventana asegúrese que todo este correctamente conectado.

Nunca manipule ninguno de los elementos del módulo didáctico de climatización tipo ventana con las manos mojadas o húmedas.

No utilice cables empalmados o rotos, ya que podría haber accidentes durante las pruebas.

Verifique que las borneras del módulo didáctico de climatización tipo ventana no estén golpeadas ni rotas.

No tocar las aspas del motor ventilador del condensador energizado ya que puede sufrir un accidente.

Antes de comenzar a realizar prácticas en el módulo didáctico de climatización tipo ventana primero revisar circuitos de control y fuerza.

Si va a realizar cambios a un circuito hágalo des energizado.

Si ve que algún elemento comienza a salir humo baje el disyuntor inmediatamente e informar al docente.

Si no entiende la conexión de algún elemento pedir ayuda al docente.

4.1.7 Normas de seguridad dentro del laboratorio.

No ingresar alimentos al laboratorio.

No ingresar personas que no sean de la materia de instalaciones.

No manipular equipos dentro del laboratorio si el docente no le autoriza.

No desconectar ningún cable del banco de pruebas.

4.1.8 Recomendaciones

Debemos seguir todas las normas de seguridad para evitar posibles accidentes y cuidar la integridad de nuestra persona, así como de los elementos y del módulo didáctico en general, prestar atención al funcionamiento de cada uno de los equipos para poder realizar las prácticas, y aprovechar al máximo este módulo didáctico.

4.1.9 Conclusiones

Con esta primera práctica del módulo didáctico de climatización vamos a empezar a asociarnos con cada uno de los elementos conociendo su respectivo funcionamiento y las normas de seguridad a seguir.

4.1.10 Cuestionario

Indique las normas de seguridad que debe tener para realizar las prácticas del módulo didáctico de climatización tipo ventana

Indique las normas de seguridad de cada elemento del módulo didáctico de climatización tipo ventana

¿Cuál es la función principal del compresor?

¿Por qué no se debe usar cables rotos?

Indique las normas de seguridad dentro del laboratorio

4.2 Práctica 2: Mantenimiento y verificación de estado del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

4.2.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 2
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.2.2 Objetivos:

- **Objetivo general**

Conocer el mantenimiento del módulo didáctico de climatización tipo ventana, y cada elemento que en él se encuentra, además de verificar el buen estado de todos los elementos y del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

- **Objetivos específicos**

- ✓ Realizar el mantenimiento preventivo de los elementos que forman el módulo didáctico.
- ✓ Probar cada uno de los elementos y verificar su correcto funcionamiento.

4.2.3 Requerimientos

- ✓ Formatos para registro de valores experimentales.
- ✓ Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- ✓ Revisar y analizar el correspondiente diagrama del módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Identificar cada uno de los elementos que forman el módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos, utilizando el correspondiente protocolo de pruebas.
- ✓ Tomar las mediciones indicadas y completar las respectivas tablas de pruebas.

4.2.4 Recursos utilizados

- ✓ Módulo didáctico de climatización tipo ventana
- ✓ Instrumentación para medición de presión
- ✓ Motores
- ✓ Cables de laboratorio
- ✓ Instrumentación para medidas eléctricas

4.2.5 Desarrollo

Verificar la operatividad de todos los dispositivos del banco de módulo didáctico de climatización tipo ventana, verificar continuidad en todas las borneras, verificar que no existan cables dañados y dispositivos en mal estado.

Enchufe 120vac:

Limpieza y reajuste de terminales, reajustar prensa cable.

Verificar que no exista falso contacto en la conexión interna del enchufe.

Verificar que el enchufe no esté en corto circuito.

Verificar el estado de los terminales.

Disyuntor:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado de los terminales.

Verificar continuidad con un multímetro entre los dos terminales en encendido y apagado.

Luz piloto:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado de terminales.

Verificar que se ilumine al energizar la luz piloto.

Capacitor:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del capacitor.

Medir la capacitancia entre los bornes del capacitor con un multímetro.

Selector de velocidades.

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado de selector de velocidades.

Verificar continuidad entre los bornes del selector utilizando un multímetro.

Termostato:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del termostato.

Verificar continuidad del contacto del termostato.

Compresor:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del compresor.

Medir resistencia entre los bornes de las bobinas de marcha arranque y común.

Evaporador:

Limpieza del serpentín.

Verificar estado del serpentín.

Verificar fugas.

Condensador:

Limpieza del condensador.

Verificar estado del serpentín.

Verificar fugas.

Motores ventiladores.

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado de los motores ventiladores.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / ENCHUFE 120VAC

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CONTINUIDAD CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL ENCHUFE	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES INTERNOS DEL ENCHUFE	ACEPTABLE	25%		
3	CONTINUIDAD ENTRE ENCHUFE Y BREAKER	ACEPTABLE	25%		
4	REVISIÓN PRENSA DE CABLE	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 8 Toma de valores enchufe 120vac

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / DISYUNTOR 1P-20A

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CONTINUIDAD CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL DISYUNTOR	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL DISYUNTOR	ACEPTABLE	25%		
3	CONTINUIDAD AL ACCIONAR EL DISYUNTOR	ACEPTABLE	25%		
4	PRUEBA DE CORTO CIRCUITO	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 9 Toma de valores disyuntor

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / LUZ PILOTO VERDE

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE VOLTAJE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DE LA LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DE LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		
3	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN DE LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		120VAC
4	FOCO INTERNO DE LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 10 Toma de valores luz piloto

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / CAPACITOR 35 + 5 uF

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CAPACITANCIA CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL CAPACITOR	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL CAPACITOR	ACEPTABLE	25%		
3	CAPACITANCIA ENTRE COMÚN Y HERM	ACEPTABLE	25%		35uF
4	CAPACITANCIA ENTE COMÚN Y FAN	ACEPTABLE	25%		5uF
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 11 Toma de valores capacitor 35 + 5 uf

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / SELECTOR DE VELOCIDAD

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CONTINUIDAD CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL SELECTOR	ACEPTABLE	12.5%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL SELECTOR	ACEPTABLE	12.5%		
3	CONTINUIDAD ENTRE COMÚN Y BAJA	ACEPTABLE	12.5%		
4	CONTINUIDAD ENTRE COMÚN Y MEDIA	ACEPTABLE	12.5%		
5	CONTINUIDAD ENTRE COMÚN Y ALTA	ACEPTABLE	12.5%		
6	CONTINUIDAD ENTRE COMÚN, BAJA Y FRÍO	ACEPTABLE	12.5%		
7	CONTINUIDAD ENTRE COMÚN, MEDIA Y FRÍO	ACEPTABLE	12.5%		
8	CONTINUIDAD ENTRE COMÚN, ALTA Y FRÍO	ACEPTABLE	12.5%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :	

Tabla 12 Toma de valores selector de velocidad

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / TERMOSTATO

FECHA : 27/04/2014

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CONTINUIDAD CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
		374			
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL TERMOSTATO	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL TERMOSTATO	ACEPTABLE	25%		
3	CONTINUIDAD ENTRE SUS PUNTOS TRMINALES	ACEPTABLE	25%		
4	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE BULBO SENSOR	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 13 Toma de valores termostato

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / COMPRESOR

FECHA : 27/04/2014

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE RESISTENCIA CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL COMPRESOR	ACEPTABLE	20%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL COMPRESOR	ACEPTABLE	20%		
3	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y MARCHA	ACEPTABLE	20%		0.5Ω
4	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y ARRANQUE	ACEPTABLE	20%		9Ω
5	RESISTENCIA ENTRE MARCHA Y ARRANQUE	ACEPTABLE	20%		9.5Ω
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 14 Toma de valores compresor

Fuente: Los autores

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / EVAPORADOR					FECHA : 27/04/2014	
PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN						
ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO		OBSERVACIONES
1	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL SERPENTÍN	ACEPTABLE	33.3%			
2	VERIFICACIÓN DE FUGAS EN EL EVAPORADOR	ACEPTABLE	33.3%			
3	PRESIÓN DE SUCCIÓN	ACEPTABLE	33.3%			65 PSI
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 15 Toma de valores evaporador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / CONDENSADOR

FECHA : 27/04/2014

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
		374			
1	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL SERPENTÍN	ACEPTABLE	33.3%		
2	VERIFICACIÓN DE FUGAS EN EL CONDENSADOR	ACEPTABLE	33.3%		
3	PRESIÓN DE DESCARGA	ACEPTABLE	33.3%		325 PSI
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 16 Toma de valores condensador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR

FECHA : 27/04/2014

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE RESISTENCIA EN DEVANADOS

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO		OBSERVACIONES
		ACEPTABLE	20%			
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL MOTOR	ACEPTABLE	20%			
2	CABLES BIEN SUJETOS A LA SALIDA DEL MOTOR	ACEPTABLE	20%			
3	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y ALTA	ACEPTABLE	20%			
4	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y MEDIA	ACEPTABLE	20%			
5	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y BAJA	ACEPTABLE	20%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :		
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :		

Tabla 17 Toma de valores motor ventilador

Fuente: Los autores

4.2.6 Recomendaciones

Es importante realizar el mantenimiento preventivo al módulo didáctico de sistema de climatización tipo ventana ya que así es posible garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

4.2.7 Conclusiones

El mantenimiento del módulo didáctico de sistema de climatización tipo ventana es una actividad que debe realizarse con cierta frecuencia para así tener un buen funcionamiento en el equipo y poder detectar a tiempo cualquier falla.

4.2.8 Cuestionario

¿Cuáles son las condiciones de funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo ventana?

¿Cuáles son los mantenimientos preventivos de los elementos del módulo didáctico de climatización tipo ventana?

Escriba las principales revisiones a seguir de cada elemento del módulo didáctico de climatización tipo ventana

¿Por qué es importante realizar el mantenimiento preventivo a los elementos del módulo didáctico de climatización tipo ventana?

Conclusiones de la segunda practica del módulo didáctico de climatización tipo ventana

4.3 Práctica 3: Arranque de motor ventilador del evaporador, motor ventilador del condensador y compresor

4.3.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 3
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo.
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.3.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Aprender a realizar el arranque de los motores ventiladores del evaporador y del condensador, también realizaremos el arranque del compresor siguiendo las conexiones del diagrama eléctrico y las instrucciones del docente encargado.

- **Objetivos específicos**

- ✓ Realizar las mediciones de corriente a cada uno de los motores, para llenar la tabla de prácticas y verificar el buen funcionamiento de los equipos.
- ✓ Comparar los valores obtenidos de corriente del motor ventilador del evaporador y motor ventilador del condensador.

4.3.3 Requerimientos

- ✓ Diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana
- ✓ Revisar todos los elementos se encuentre en el módulo didáctico.

- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.
- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.
- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos y aplicar los conocimientos adquiridos en la materia.
- ✓ Revisar el diagrama eléctrico.

4.3.4 Recursos utilizados

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Instrumentación para: medidas eléctricas.
- ✓ Motores.
- ✓ Cables de laboratorio.

4.3.5 Desarrollo

Realizar la conexión de los motores ventiladores siguiendo las conexiones del diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

Verificar el comportamiento de cada motor a distintos niveles de velocidad

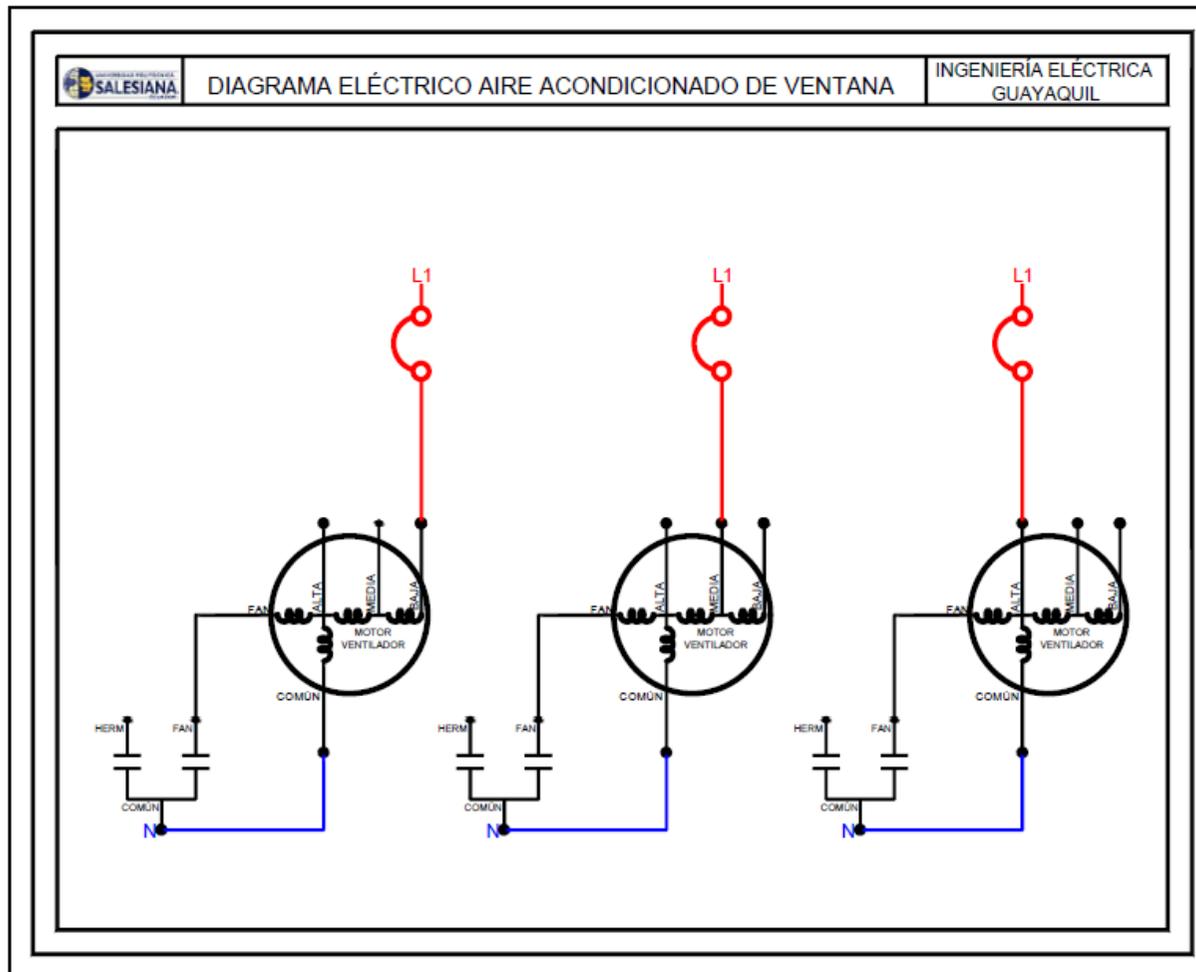


Figura 82 Conexión eléctrica motor ventilador diferentes velocidades

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE VOLTAJE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR	VOLTAJE NOMINAL	VOLTAJE REAL	OBSERVACIONES
1	VOLTAJE (BAJA Y COMÚN)			
2	VOLTAJE (MEDIA Y COMÚN)			
3	VOLTAJE (ALTA Y COMÚN)			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 18 Toma de valores motor ventilador evaporador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE VOLTAJE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR	VOLTAJE NOMINAL	VOLTAJE REAL	OBSERVACIONES
1	VOLTAJE (BAJA Y COMÚN)			
2	VOLTAJE (MEDIA Y COMÚN)			
3	VOLTAJE (ALTA Y COMÚN)			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 19 Toma de valores motor ventilador condensador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	VELOCIDAD BAJA			
2	VELOCIDAD MEDIA			
3	VELOCIDAD ALTA			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 20 Toma de valores motor ventilador evaporador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	VELOCIDAD BAJA			
2	VELOCIDAD MEDIA			
3	VELOCIDAD ALTA			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 21 Toma de valores motor ventilador condensador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / COMPRESOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE VOLTAJETE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	COMPRESOR	VOLTAJE NOMINAL	VOLTAJE REAL	OBSERVACIONES
1	VOLTAJE ENTRE COMÚN Y MARCHA			
2	VOLTAJE ENTRE COMÚN Y ARRANQUE			
3	VOLTAJE ENTRE MARCHA Y ARRANQUE			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 22 Toma de valores compresor

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR COMPRESOR

FECHA : 27/04/2014

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	COMPRESOR	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	CORRIENTE DEL COMÚN			
2	CORRIENTE DE MARCHA			
3	CORRIENTE DE ARRANQUE			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 23 Toma de valores compresor

Fuente: Los autores

4.3.6 Recomendaciones

Realizar correctamente la conexión eléctrica de los motores, antes de encender los motores revisar la conexión eléctrica junto con el docente encargado para evitar cualquier inconveniente.

4.3.7 Conclusiones

Es importante saber interpretar y realizar la conexión del diagrama eléctrico de los motores del módulo didáctico de climatización tipo ventana para poder medir la corriente y llenar la tabla de datos experimentales.

4.3.8 Cuestionario

¿Para qué sirven los motores ventiladores?

¿A qué voltaje trabaja el compresor?

¿Cuánta corriente consume el motor ventilador evaporador?

¿Para qué conectamos el capacitor a los motores?

4.4 Práctica 4: conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo ventana y prueba de funcionamiento

4.4.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 4
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.4.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Aprender a realizar la conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo ventana siguiendo las conexiones del diagrama eléctrico y las instrucciones del docente encargado.

- **Objetivos específicos**

- ✓ Realizar las mediciones de corriente a cada uno de los motores.
- ✓ Verificar la presión del gas refrigerante, poder verificar los intercambiadores de calores trabajando, llenar la tabla de prácticas y verificar el buen funcionamiento de los equipos.

4.4.3 REQUERIMIENTOS:

- ✓ Diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana
- ✓ Revisar todos los elementos se encuentre en el módulo didáctico.

- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.
- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.
- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos y aplicar los conocimientos adquiridos en la materia.
- ✓ Revisar el diagrama eléctrico.

4.4.4 RECURSOS UTILIZADOS.

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Instrumentación para medidas eléctricas.
- ✓ Motores.
- ✓ Cables de laboratorio.
- ✓ Instrumentación de medición para la presión de fluidos.
- ✓ Tanque de gas refrigerante r22.

4.4.5 Desarrollo

- ✓ Revisar y analizar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Realizar la conexión del diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Verificar el funcionamiento de todos los equipos.
- ✓ Verificar los cambios de temperatura en las tuberías.

- ✓ Comprobar el aire que es expulsado por el evaporador.
- ✓ Verificar presión de succión y de descarga de gas refrigerante

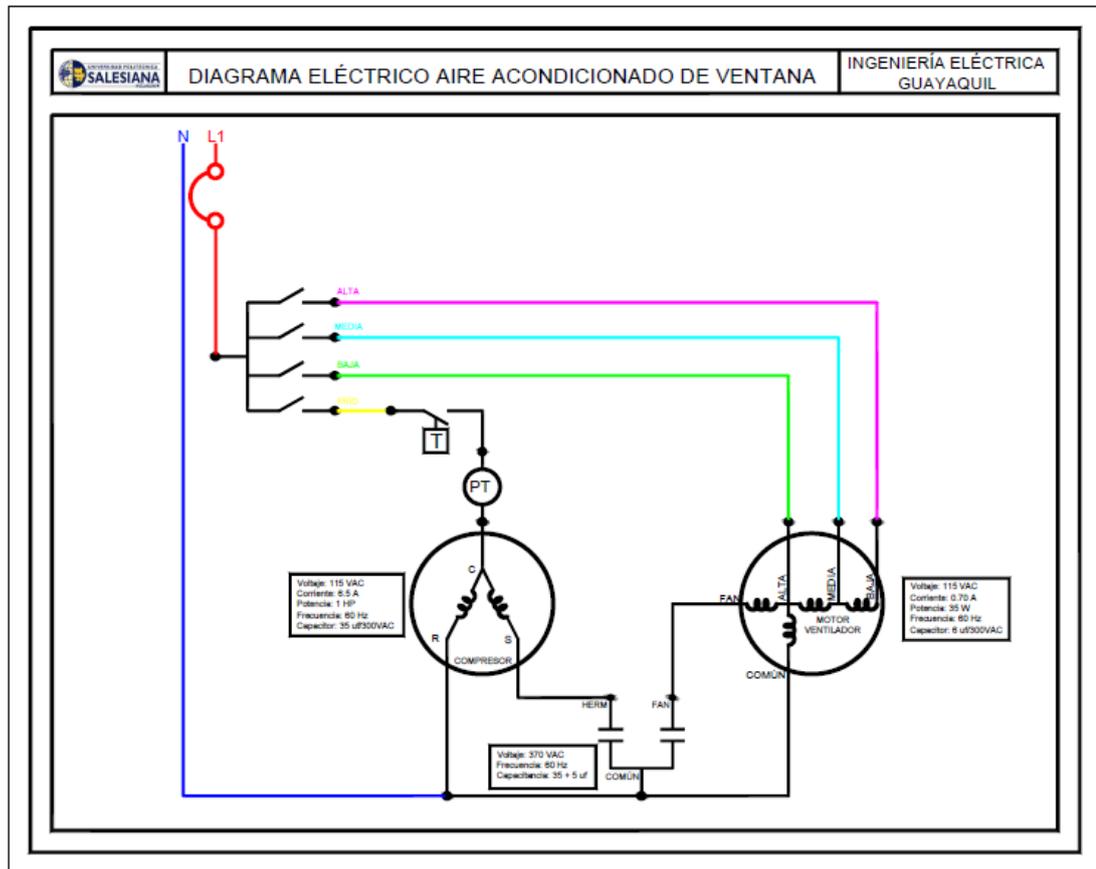


Figura 83 Conexión eléctrica sistema aire acondicionado de ventana

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA

FECHA : 27/04/2014

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	COMÚN DEL COMPRESOR			
2	COMÚN DEL MOTOR EVAPORADOR			
3	COMÚN DEL MOTOR CONDENSADOR			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 24 Toma de valores corrientes en el sistema

Fuente: Los autores

4.4.6 Recomendaciones

Revisar todas las conexiones realizadas en el módulo didáctico de climatización tipo ventana con ayuda del docente encargado antes de energizar el circuito, para evitar cualquier accidente.

4.4.7 Conclusiones

En el desarrollo de esta práctica de conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización se pudo apreciar el funcionamiento completo del sistema, poder tomar las medidas eléctricas y verificar los cambios de temperatura.

4.4.8 Cuestionario

- ✓ Explique el comportamiento del gas al pasar por el condensador
- ✓ Explique el comportamiento del gas refrigerante al pasar por el evaporador
- ✓ ¿Qué pasa cuando el gas refrigerante pasa por la válvula de expansión?

4.5 Práctica: Simulación de fallas comunes en un sistema de climatización tipo ventana.

4.5.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 5
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.5.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Aprender identificar las fallas eléctricas y mecánicas comunes de un sistema de climatización tipo ventana.

- **Objetivos específicos**

Realizar la conexión del módulo didáctico de climatización tipo ventana, omitiendo equipos para verificar el funcionamiento del módulo sin la presencia de estos con el fin de simular fallas y aprender a identificarlas.

4.5.3 Requerimientos

- ✓ Diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana.
- ✓ Revisar todos los elementos se encuentren en el módulo didáctico.
- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.
- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.

- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos y aplicar los conocimientos adquiridos en la materia.
- ✓ Revisar el diagrama eléctrico.

4.5.4 Recursos utilizados

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo ventana
- ✓ Instrumentación para medidas eléctricas
- ✓ Motores
- ✓ Cables de laboratorio
- ✓ Instrumentación de medición para la presión de fluidos
- ✓ Tanque de gas refrigerante R22

4.5.5 Desarrollo

Revisar y analizar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

Realizar la conexión del diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

Verificar el funcionamiento de todos los equipos.

Verificar los cambios de temperatura en las tuberías.

Simulación #1:

Simulación de falla en el motor ventilador.

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana sin conectar los motores ventiladores.

Falla:

Motor ventilador no enciende.

Al tener el motor ventilador desconectado estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del aire acondicionado, nos damos cuenta que el aire no es expulsado por el evaporador por lo tanto no podremos enfriar una habitación..

Causa:

Bobinas del motor ventilador quemadas.

Capacitor quemado.

Nivel de voltaje no adecuado.

Cables en mal estado.

Como identificar la falla.

Medir Ohmios de las bobinas del motor ventilador con un multímetro.

Medir continuidad de los terminales del motor a tierra.

Revisar la capacitancia del capacitor.

Revisar los cables de alimentación.

Simulación #2:

Simulación de falla en el compresor.

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana sin conectar el compresor.

Falla:

Compresor no enciende.

Al tener el compresor desconectado estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del aire acondicionado, nos damos cuenta que el aire que es expulsado por el

evaporador no tiene la temperatura indicada por lo tanto no podemos enfriar una habitación.

Causa:

Bobinas del compresor quemadas.

Capacitor quemado.

Nivel de voltaje no adecuado.

Cables en mal estado.

Como identificar la falla.

Medir Ohmios de las bobinas del compresor con un multímetro.

Medir continuidad de los terminales del compresor a tierra.

Revisar la capacitancia del capacitor.

Revisar los cables de alimentación.

Simulación #3:

Simulación del capacitor averiado.

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana. Sin conectar el capacitor

Falla: Motor ventilador y compresor no enciende.

Al tener el capacitor desconectado estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del aire acondicionado, nos damos cuenta que el aire no es expulsado por el evaporador por lo tanto no podremos enfriar una habitación..

Causa:

Bobinas del compresor quemadas.

Capacitor quemado.

Nivel de voltaje no adecuado.

Cables en mal estado.

Como identificar la falla.

Medir capacitancia con un multímetro.

Revisar los cables de alimentación.

Simulación #4:

Fuga de gas refrigerante

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

Falla: No enfría el evaporador

Al tener una fuga en cualquier lado de la tubería de cobre desconectado, estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del aire acondicionado, nos damos cuenta que el aire no es expulsado por el evaporador por lo tanto no podremos enfriar una habitación.

Causa:

Revisar fugas de gas refrigerante.

Revisar la presión en el manómetro.

Como identificar la falla.

Tuberías de evaporador con hielo.

Baja presión.

Tuberías aceitosas.

4.5.6 Recomendaciones

Realizar la conexión adecuada para la simulación de fallas, revisar la conexión eléctrica con ayuda del docente encargado antes de energizar el circuito, para evitar cualquier accidente.

4.5.7 Conclusiones

Es importante la identificación de las fallas comunes en los sistemas de climatización, para poder dar soluciones eficaces al momento de realizar una revisión de estos equipos.

4.5.8 Cuestionario

Explique el comportamiento del aire acondicionado sin compresor

Explique el comportamiento del aire acondicionado sin motor ventilador

Explique el funcionamiento del aire acondicionado con fuga de gas refrigerante

4.6 Práctica 6: Seguridad y funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo split (dividido).

4.6.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 6
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo.
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.6.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Conocer las normas de seguridad que se deben tomar en cuenta para la manipulación de cada uno de los elementos que se encuentran instalados en el módulo didáctico de climatización tipo split y conocer el funcionamiento de cada uno de los elementos que constituyen el módulo didáctico de climatización tipo split.

- **Objetivos específicos**

Implementar normas de seguridad para cada uno de los elementos que se encuentran instalados en el módulo didáctico de climatización tipo split.

Conocer el funcionamiento de los elementos instalados en módulo didáctico de climatización tipo split.

4.6.3 Requerimientos

- ✓ Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el módulo didáctico de climatización tipo split.

- ✓ Revisar que todos los elementos se encuentren en el módulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Introducción al funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.
- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.
- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos aplicando los conocimientos adquiridos en la materia.

4.6.4 Recursos utilizados

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Instrumentación para: medición de presión.
- ✓ Motores.
- ✓ Cables de laboratorio.
- ✓ Instrumentación para medidas eléctricas.

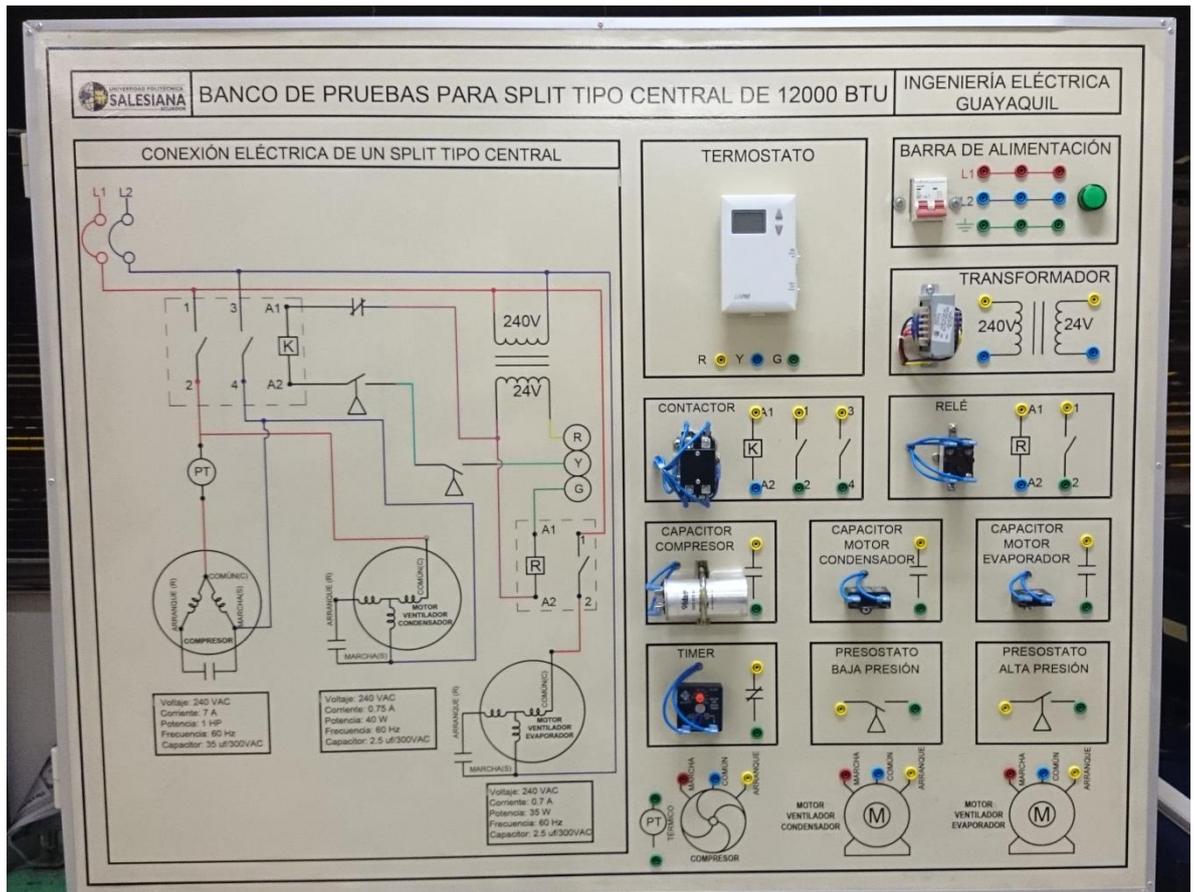


Figura 85 Módulo didáctico de split tipo central

Fuente: Los autores

4.6.5 Normas de seguridad de los elementos y funcionamiento.

Clavija trifásica:



Figura 85 Clavija trifásica

Fuente: Los autores

Una clavija industrial macho es una pieza de material aislante con 4 varillas de material conductor sobre salidas para introducir en el toma corriente y realizar una conexión eléctrica que permita energizar el modulo didáctico de climatización tipo split con 240VAC.

No manipular la clavija mientras se encuentra conectada.

Al desconectar clavija sostener fijamente de la parte plástica, no sujetar del cable.

Disyuntor 2 polos de 20 amperios:



Figura 86 Disyuntor 2 polos 20 A

Fuente: Los autores

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir el circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, en este caso 20 Amperios o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos del módulo didáctico de climatización tipo ventana.

No realizar reajuste con el modulo didactico energizado.

Antes de cualquier revision de los elementos o conexiones bajar el disyuntor principal.

No subir dsyuntor antes de que el docente haya revisado la practica.

Si el dsyuntor se tripea revisar conexión electrica.

Luz Piloto:



Figura 87 Luz piloto

Fuente: Los autores

Es un equipo que se ilumina al ser energizado con el fin de identificar que el modulo didactico esta energizado o con el breaker en posicion on.

No realizar reajuste con el modulo didactico energizado.

Capacitor:



Figura 88 Capacitor

Fuente: Los autores

Es un dispositivo que almacena y descarga electrones, va conectado a la bobina de arranque para darle mayor torque en el arranque y mejorar el factor de potencia al motor ventilador y compresor.

No manipular el capacitor energizado.

Trasformador:



Figura 89 Transformador

Fuente: Los autores

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

No manipular el selector de velocidades con el modulo didáctico energizado.

Termostato:



Figura 90 Termostato

Fuente: Los autores

Es el componente de un sistema de control que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura, existen varios tipos el utilizado en este módulo consiste

en un dispositivo electrónico con pantalla digital que controla la temperatura por medio de sus contactos auxiliares según lo programado.

No manipular termostato con el modulo energizado.

Contactador:



Figura 91 Contactador

Fuente: Los autores

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

No manipular el contactor energizado.

Relé:



Figura 92 Relé

Fuente: Los autores

Es un dispositivo electromecánico, funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

No manipular relé en funcionamiento.

Temporizador:



Figura 93 Timer

Fuente: Los autores

Este temporizador se puede ajustar de 0,03-10 minutos, y trabaja con 24, 120, o 240 VAC, soporta hasta 1.5 A, ofrecerá dos terminales para la instalación.

No manipular el temporizador energizado.

Condensador.



Figura 94 Condensador

Fuente: Los autores

Un condensador es un intercambiador térmico, en cual se pretende que el fluido que lo recorre cambie a fase líquida desde su fase gaseosa mediante el intercambio de calor (cesión de calor al exterior, que se pierde sin posibilidad de aprovechamiento) con otro medio.

La condensación se puede producir bien utilizando aire mediante el uso de un ventilador como es el caso de este equipo.

En su interior se encuentra el compresor, y el motor ventilador este equipo es recomendable colocarlo en la parte externa despejada de la habitación.

No manipular las conexiones del compresor con el compresor en funcionamiento.

Evaporador:



Figura 95 Evaporador

Fuente: Los autores

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

Durante el proceso de evaporación, el fluido pasa del estado líquido al gaseoso.

No manipular el motor ventilador en funcionamiento.

No meter ningún objeto dentro del evaporador podría ocurrir daños en el equipo.

Presostato de baja y alta presión.



Figura 96 Presostato

Fuente: Los autores

El presostato también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

No manipular el presostato en funcionamiento.

4.6.6 Normas de seguridad del módulo didáctico tipo split (dividido)

- ✓ Antes de manipular los elementos eléctricos tome todas las medidas de precaución que el docente el indique.

- ✓ No utilice cables de conexión en mal estado.

- ✓ No manipule los equipos que le indique el docente.
- ✓ Si algún cable de los dispositivos esta suelto indique al docente.
- ✓ Antes de energizar el modulo didáctico de climatización tipo ventana asegúrese que todo este correctamente conectado.
- ✓ Nunca manipule ninguno de los elementos del módulo didáctico de climatización tipo ventana con las manos mojadas o húmedas.
- ✓ No utilice cables empalmados o rotos, ya que podría haber accidentes durante las pruebas.
- ✓ Verifique que las borneras del módulo didáctico de climatización tipo split no estén golpeadas ni rotas.
- ✓ No tocar las aspas del motor ventilador del condensador energizado ya que puede sufrir un accidente.
- ✓ Antes de comenzar a realizar prácticas en el módulo didáctico de climatización tipo Split primero revisar circuitos de control y fuerza.
- ✓ Si va a realizar cambios a un circuito hágalo des energizado.
- ✓ Si ve que algún elemento comienza a salir humo baje los breakers inmediatamente e informar al docente.
- ✓ Si no entiende la conexión de algún elemento pedir ayuda al docente.

4.6.7 Normas de seguridad dentro del laboratorio.

- ✓ No ingresar alimentos al laboratorio.
- ✓ No ingresar personas que no sean de la materia de instalaciones.

- ✓ No manipular equipos dentro del laboratorio si el docente no le autoriza.
- ✓ No desconectar ningún cable del banco de pruebas.

4.6.8 Recomendaciones

Debemos seguir todas las normas de seguridad para evitar posibles accidentes y cuidar la integridad de nuestra persona, así como de los elementos y del módulo didáctico en general, prestar atención al funcionamiento de cada uno de los equipos para poder realizar las prácticas, y aprovechar al máximo este módulo didáctico.

4.6.9 Conclusiones

Con esta primera práctica del módulo didáctico de climatización vamos a empezar a asociarnos con cada uno de los elementos conociendo su respectivo funcionamiento y las normas de seguridad a seguir.

4.6.9 Cuestionario

Indique las normas de seguridad que debe tener para realizar las prácticas del módulo didáctico de climatización tipo split

Indique las normas de seguridad de cada elemento del módulo didáctico de climatización tipo split

¿Para qué usamos un transformador en este módulo didáctico?

¿Por qué no se debe usar cables rotos?

Indique las normas de seguridad dentro del laboratorio

4.6 Práctica 7: Mantenimiento y verificación de estado del módulo didáctico de climatización tipo split (dividido).

4.7.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 7
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo.
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.7.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Conocer el mantenimiento del módulo didáctico de climatización tipo split, y cada elemento que en él se encuentra, además de verificar el buen estado de todos los elementos y del módulo didáctico de climatización tipo split.

- **Objetivos específicos**

- ✓ Realizar el mantenimiento preventivo de los elementos que forman el modulo didáctico.
- ✓ Probar cada uno de los elementos y verificar su correcto funcionamiento.

4.7.3 Requerimientos

- ✓ Formatos para registro de valores experimentales.
- ✓ Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- ✓ Revisar y analizar el correspondiente diagrama del módulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Identificar cada uno de los elementos que forman el modulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos, utilizando el correspondiente protocolo de pruebas.
- ✓ Tomar las mediciones indicadas y completar las respectivas tablas de pruebas.
- ✓ Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

4.7.4 Recursos utilizados

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Instrumentación para: medición de presión.
- ✓ Motores.
- ✓ Cables de laboratorio.
- ✓ Instrumentación para medidas eléctricas.

4.7.5 Desarrollo

Verificar la operatividad de todos los dispositivos del banco de modulo didáctico de climatización tipo split, verificar continuidad en todas las borneras, verificar que no existan cables dañados y dispositivos en mal estado.

Clavija:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar que no exista falso contacto en la conexión interna de la clavija.

Verificar que la clavija no esté en corto circuito.

Verificar el estado de los terminales y de la clavija.

Breaker:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado de los terminales.

Verificar continuidad con un multímetro entre los dos terminales en on y off.

Luz piloto:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado de terminales.

Verificar que se ilumine al energizar la luz piloto.

Capacitor:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del capacitor.

Medir la capacitancia entre los bornes del capacitor con un multímetro.

Transformador.

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del transformador.

Verificar resistencia entre las bobinas.

Verificar contacto a tierra de las bobinas.

Termostato:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del termostato.

Verificar voltaje de las pilas del termostato.

Condensador:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del compresor.

Medir resistencia entre los bornes de las bobinas de marcha arranque y común del compresor.

Revisar motor ventilador del condensador

Evaporador:

Limpieza del serpentín.

Verificar estado del serpentín.

Verificar fugas.

Medir ohmeaje en las bobinas del motor ventilador del evaporador.

Limpieza y reajuste de los terminales del motor ventilador.

Contactador:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del contactador.

Medir continuidad entre sus contactos.

Medir ohmeaje de la bobina.

Rele:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del rele.

Medir continuidad entre sus contactos.

Medir ohmeaje de la bobina.

Temporizador:

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del temporizador.

Presostato.

Limpieza y reajuste de terminales.

Verificar estado del presostato.

Verificar fugas.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / CLAVIJA TRIFÁSICA

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CONTINUIDAD CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DE LA CLAVIJA	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES INTERNOS DE LA CLAVIJA	ACEPTABLE	25%		
3	CONTINUIDAD ENTRE ENCHUFE Y BREAKER	ACEPTABLE	25%		
4	REVISIÓN PRENSA DE CABLE	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 25 Toma de valores clavija trifásica

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / DISYUNTOR 2P-20A

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CONTINUIDAD CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL DISYUNTOR	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL DISYUNTOR	ACEPTABLE	25%		
3	CONTINUIDAD AL ACCIONAR EL DISYUNTOR	ACEPTABLE	25%		
4	PRUEBA DE CORTO CIRCUITO	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 26 Toma de valores disyuntor

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / LUZ PILOTO VERDE

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE VOLTAJE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DE LA LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DE LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		
3	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN DE LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		120VAC
4	FOCO INTERNO DE LUZ PILOTO	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 27 Toma de valores luz piloto

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / CAPACITOR 35 + 5 uF

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CAPACITANCIA CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL CAPACITOR	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL CAPACITOR	ACEPTABLE	25%		
3	CAPACITANCIA ENTRE COMÚN Y HERM	ACEPTABLE	25%		35uF
4	CAPACITANCIA ENTE COMÚN Y FAN	ACEPTABLE	25%		5uF
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 28 Toma de valores capacitor

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / TERMOSTATO

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE CONTINUIDAD CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
		374			
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL TERMOSTATO	ACEPTABLE	25%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL TERMOSTATO	ACEPTABLE	25%		
3	CONTINUIDAD ENTRE SUS PUNTOS TRMINALES	ACEPTABLE	25%		
4	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE BULBO SENSOR	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 29 Toma de valores termostato

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / COMPRESOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE RESISTENCIA CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
		ACEPTABLE	20%		
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL COMPRESOR	ACEPTABLE	20%		
2	TERMINALES DE CONEXIÓN DEL COMPRESOR	ACEPTABLE	20%		
3	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y MARCHA	ACEPTABLE	20%		0.5Ω
4	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y ARRANQUE	ACEPTABLE	20%		9Ω
5	RESISTENCIA ENTRE MARCHA Y ARRANQUE	ACEPTABLE	20%		9.5Ω
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 30 Toma de valores compresor

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / EVAPORADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE		DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
		374			
1	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL SERPENTÍN	ACEPTABLE	33.3%		
2	VERIFICACIÓN DE FUGAS EN EL EVAPORADOR	ACEPTABLE	33.3%		
3	PRESIÓN DE SUCCIÓN	ACEPTABLE	33.3%		65 PSI
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 31 Toma de valores evaporador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / CONDENSADOR					FECHA:	
PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN						
ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO		OBSERVACIONES
1	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL SERPENTÍN	ACEPTABLE	33.3%			
2	VERIFICACIÓN DE FUGAS EN EL CONDENSADOR	ACEPTABLE	33.3%			
3	PRESIÓN DE DESCARGA	ACEPTABLE	33.3%			325 PSI
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 32 Toma de valores condensador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE RESISTENCIA EN DEVANADOS

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNOSTICO		OBSERVACIONES
		ACEPTABLE	20%			
1	ESTRUCTURA EXTERNA DEL MOTOR	ACEPTABLE	20%			
2	CABLES BIEN SUJETOS A LA SALIDA DEL MOTOR	ACEPTABLE	20%			
3	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y ALTA	ACEPTABLE	20%			
4	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y MEDIA	ACEPTABLE	20%			
5	RESISTENCIA ENTRE COMÚN Y BAJA	ACEPTABLE	20%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 33 Toma de valores motor ventilador

Fuente: Los autores

4.7.6 Recomendaciones

Es importante realizar el mantenimiento preventivo al módulo didáctico de sistema de climatización tipo split ya que así podremos garantizar el buen funcionamiento de los equipos y desarrollar las prácticas experimentales de la mejor manera.

4.7.7 Conclusiones

El mantenimiento del módulo didáctico de sistema de climatización tipo split es una actividad que debe realizarse con cierta frecuencia para así tener un buen funcionamiento en el equipo y poder detectar a tiempo cualquier falla.

4.7.8 Cuestionario

¿Cuáles son las condiciones de funcionamiento del módulo didáctico de climatización tipo split?

¿Cuáles son los mantenimientos preventivos de los elementos del módulo didáctico de climatización tipo split?

Escriba las principales revisiones a seguir de cada elemento del módulo didáctico de climatización tipo split

¿Por qué es importante realizar el mantenimiento preventivo a los elementos del módulo didáctico de climatización tipo split?

Conclusiones de la segunda practica del módulo didáctico de climatización tipo split

4.8 Práctica 8: arranque de motores ventiladores evaporador y condensador, arranque del compresor.

4.8.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 8
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo.
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.8.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Aprender a realizar el arranque de los motores ventiladores del evaporador y del condensador, también realizaremos el arranque del compresor siguiendo las conexiones del diagrama eléctrico y las instrucciones del docente encargado.

- **Objetivos específicos**

Realizar las mediciones de corriente a cada uno de los motores, para llenar la tabla de prácticas y verificar el buen funcionamiento de los equipos.

4.8.3 Requerimientos

- ✓ Diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo Split.
- ✓ Revisar todos los elementos se encuentre en el módulo didáctico.
- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.

- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.
- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos y aplicar los conocimientos adquiridos en la materia.
- ✓ Revisar el diagrama eléctrico.

4.8.4 Recursos utilizados

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Instrumentación para: medidas eléctricas.
- ✓ Motores.
- ✓ Cables de laboratorio.

4.8.5 Desarrollo

Realizar la conexión de los motores ventiladores siguiendo las conexiones del diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split.

Diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split.

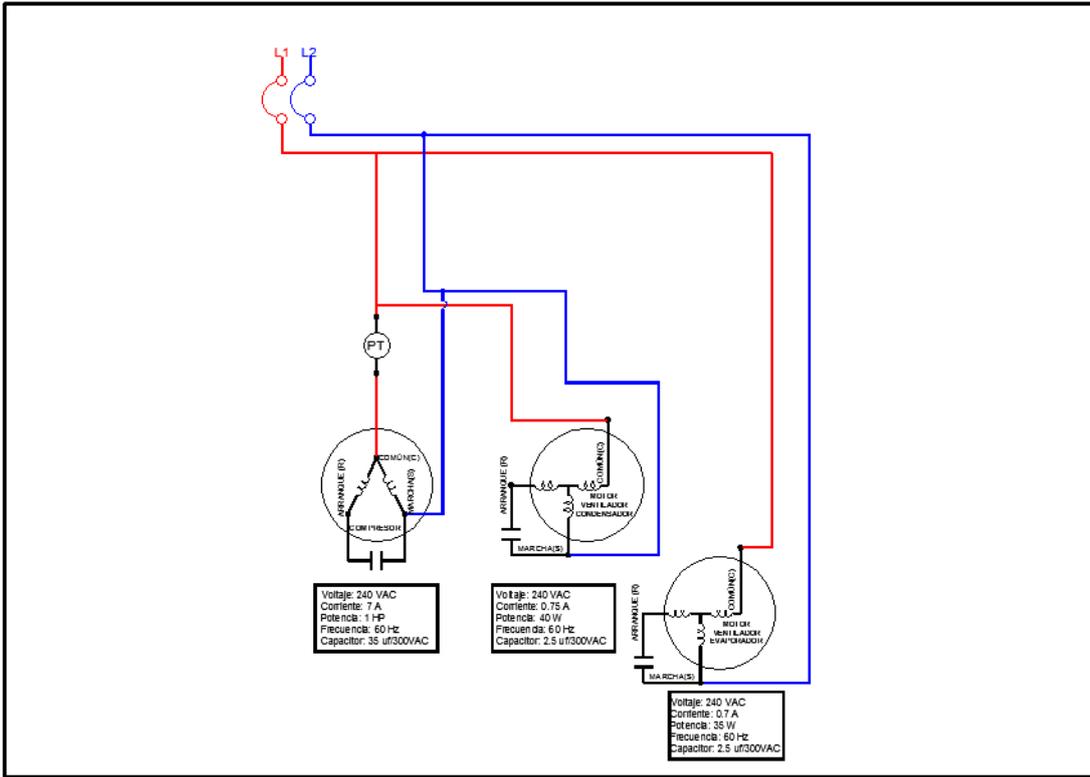


Figura 97 Diagrama de conexión de motores ventilador y compresor

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE VOLTAJE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR	VOLTAJE NOMINAL	VOLTAJE REAL	OBSERVACIONES
1	VOLTAJE (BAJA Y COMÚN)			
2	VOLTAJE (MEDIA Y COMÚN)			
3	VOLTAJE (ALTA Y COMÚN)			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 34 Toma de valores motor ventilador evaporador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR

FECHA

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE VOLTAJE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR	VOLTAJE NOMINAL	VOLTAJE REAL	OBSERVACIONES
1	VOLTAJE (BAJA Y COMÚN)			
2	VOLTAJE (MEDIA Y COMÚN)			
3	VOLTAJE (ALTA Y COMÚN)			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 35 Toma de valores motor ventilador condensador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	VELOCIDAD BAJA			
2	VELOCIDAD MEDIA			
3	VELOCIDAD ALTA			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 36 Toma de valores motor ventilador evaporador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	VELOCIDAD BAJA			
2	VELOCIDAD MEDIA			
3	VELOCIDAD ALTA			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 37 Toma de valores motor ventilador condensador

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / COMPRESOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE VOLTAJETE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	COMPRESOR	VOLTAJE NOMINAL	VOLTAJE REAL	OBSERVACIONES
1	VOLTAJE ENTRE COMÚN Y MARCHA			
2	VOLTAJE ENTRE COMÚN Y ARRANQUE			
3	VOLTAJE ENTRE MARCHA Y ARRANQUE			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 38 Toma de valores compresor

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / MOTOR VENTILADOR COMPRESOR

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	COMPRESOR	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	CORRIENTE DEL COMÚN			
2	CORRIENTE DE MARCHA			
3	CORRIENTE DE ARRANQUE			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 39 Toma de valores compresor

Fuente: Los autores

4.8.6 Recomendaciones

Realizar correctamente la conexión eléctrica de los motores, antes de encender los motores revisar la conexión eléctrica junto con el docente encargado para evitar cualquier inconveniente.

4.8.7 Conclusiones

Es importante saber interpretar y realizar la conexión del diagrama eléctrico de los motores del módulo didáctico de climatización tipo split para poder medir la corriente y llenar la tabla de datos experimentales.

4.8.9 Cuestionario

¿Para qué sirven los motores ventiladores?

¿A qué voltaje trabaja el compresor?

¿Cuánta corriente consume el motor ventilador evaporador?

¿Para qué conectamos el capacitor a los motores?

4.9 Práctica 9: Conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo split (dividido)

4.9.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 9
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo.
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.9.2 Objetivos

- **Objetivo General**

Aprender a realizar la conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización tipo split siguiendo las conexiones del diagrama eléctrico y las instrucciones del docente encargado.

- **Objetivos específicos**

Realizar las mediciones de corriente a cada uno de los motores, así como también verificar la presión del gas refrigerante, poder verificar los intercambiadores de calores trabajando, llenar la tabla de prácticas y verificar el buen funcionamiento de los equipos.

4.9.3 Requerimientos

- ✓ Diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Revisar todos los elementos se encuentre en el módulo didáctico.
- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.

- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.
- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos y aplicar los conocimientos adquiridos en la materia.
- ✓ Revisar el diagrama eléctrico.

4.9.4 Recursos utilizados

- ✓ Modulo didáctico de climatización tipo split.
- ✓ Instrumentación para: medidas eléctricas
- ✓ Motores
- ✓ Cables de laboratorio
- ✓ Instrumentación de medición para la presión de fluidos.
- ✓ Tanque de gas refrigerante r22

4.9.5 Desarrollo

Revisar y analizar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split.

Realizar la conexión del diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split.

Verificar el funcionamiento de todos los equipos.

Verificar los cambios de temperatura en las tuberías.

Comprobar el aire que es expulsado por el evaporador.

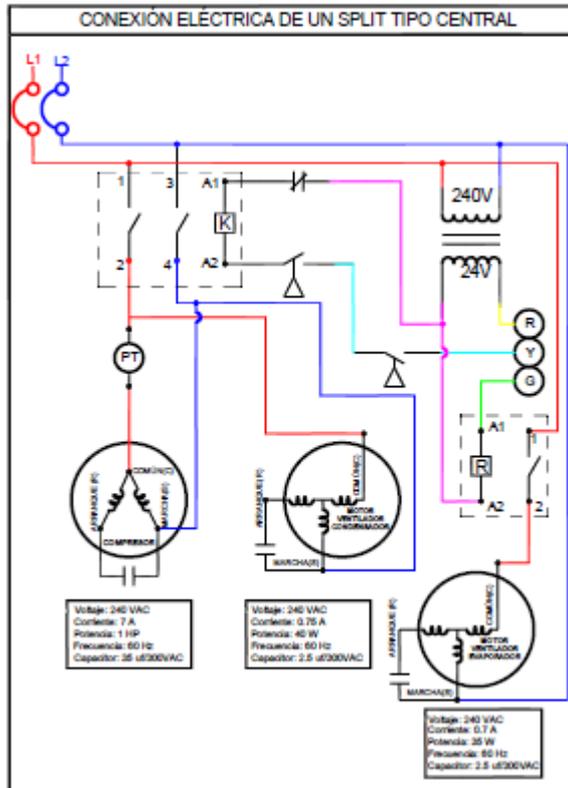


Figura 98 Diagrama de conexión de un split tipo central

Fuente: Los autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

EQUIPO / SPLIT TIPO CENTRAL

FECHA:

PRUEBA REALIZADA : MEDICIÓN DE CORRIENTE CON MULTIMETRO FLUKE 374

ITEM	AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE REAL	OBSERVACIONES
1	COMÚN DEL COMPRESOR			
2	COMÚN DEL MOTOR EVAPORADOR			
3	COMÚN DEL MOTOR CONDENSADOR			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 40 Toma de valores split tipo central

Fuente: Los autores

4.9.6 Recomendaciones

Revisar todas las conexiones realizadas en el módulo didáctico de climatización tipo split con ayuda del docente encargado antes de energizar el circuito, para evitar cualquier accidente.

4.9.7 Conclusiones

En el desarrollo de esta práctica de conexión eléctrica del módulo didáctico de climatización se pudo apreciar el funcionamiento completo del sistema, poder tomar las medidas eléctricas y verificar los cambios de temperatura.

4.9.8 Cuestionario

Explique el comportamiento del gas al pasar por el condensador

Explique el comportamiento del gas refrigerante al pasar por el evaporador

¿Qué pasa cuando el gas refrigerante pasa por la válvula de expansión?

4.10 Práctica 10: Simulación de fallas comunes en un sistema de climatización tipo split (dividido)

4.10.1 Datos informativos

- **Materia:** Instalaciones civiles
- **Práctica:** 10
- **Número de estudiantes:** 20
- **Nombre del docente:** Ing. Otto Astudillo.
- **Tiempo estimado:** 2 horas

4.10.2 Objetivos

- **Objetivo general**

Aprender identificar las fallas eléctricas y mecánicas comunes de un sistema de climatización tipo split.

- **Objetivos específicos**

Realizar la conexión del módulo didáctico de climatización tipo ventana, omitiendo equipos para verificar el funcionamiento del módulo sin la presencia de estos con el fin de simular fallas y aprender a identificarlas.

4.10.3 Requerimientos

- ✓ Diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split
- ✓ Revisar todos los elementos se encuentre en el módulo didáctico.
- ✓ Conocer las normas de seguridad para este módulo.
- ✓ Identificar los dispositivos a utilizar.

- ✓ Reconocer los símbolos eléctricos y aplicar los conocimientos adquiridos en la materia.
- ✓ Revisar el diagrama eléctrico.

4.10.4 Recursos utilizados

Modulo didáctico de climatización tipo split.

Instrumentación para: medidas eléctricas.

Motores.

Cables de laboratorio.

Instrumentación de medición para la presión de fluidos.

Tanque de gas refrigerante r22.

4.10.5 Desarrollo

Simulación #1:

Simulación de falla en el motor ventilador.

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split sin conectar el motor ventilador del evaporador.

Falla:

Motor ventilador no enciende.

Al tener el motor ventilador desconectado estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del acondicionador de aire, nos damos cuenta que el aire no es expulsado por el evaporador por lo tanto no podremos enfriar una habitación..

Causa:

Bobinas del motor ventilador quemadas.

Capacitor quemado.

Nivel de voltaje no adecuado.

Cables en mal estado.

Como identificar la falla.

Medir Ohmios de las bobinas del motor ventilador con un multímetro.

Medir continuidad de los terminales del motor a tierra.

Revisar la capacitancia del capacitor.

Revisar los cables de alimentación.

Simulación #2:

Simulación de falla en el compresor.

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split sin conectar el compresor.

Falla:

Compresor no enciende.

Al tener el compresor desconectado estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del aire acondicionado, nos damos cuenta que el aire que es expulsado por el evaporador no tiene la temperatura indicada por lo tanto no podemos enfriar una habitación.

Causa:

Bobinas del compresor quemadas.

Capacitor quemado.

Nivel de voltaje no adecuado.

Cables en mal estado.

Como identificar la falla.

Medir Ohmios de las bobinas del compresor con un multímetro.

Medir continuidad de los terminales del compresor a tierra.

Revisar la capacitancia del capacitor.

Revisar los cables de alimentación.

Simulación #3:

Simulación del capacitor averiado.

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split. Sin conectar el capacitor

Falla: Motor ventilador y compresor no enciende.

Al tener el capacitor desconectado estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del acondicionador de aire, nos damos cuenta que el aire no es expulsado por el evaporador por lo tanto no podremos enfriar una habitación.

Causa:

Bobinas del compresor quemadas.

Capacitor quemado.

Nivel de voltaje no adecuado.

Cables en mal estado.

Como identificar la falla.

Medir capacitancia con un multímetro.

Revisar los cables de alimentación.

Simulación #4:

Fuga de gas refrigerante

Conectar el diagrama eléctrico del módulo didáctico de climatización tipo split.

Falla: No enfría el evaporador

Al tener una fuga en cualquier lado de la tubería de cobre, estamos simulando la falla para poder apreciar la reacción del aire acondicionado, nos damos cuenta que el aire no es expulsado por el evaporador por lo tanto no podremos enfriar una habitación..

Causa:

Revisar fugas de gas refrigerante.

Revisar la presión en el manómetro.

Como identificar la falla.

Tuberías de evaporador con hielo.

Baja presión.

Tuberías aceitosas.

4.10.6 Recomendaciones

Realizar la conexión adecuada para la simulación de fallas, revisar la conexión eléctrica con ayuda del docente encargado antes de energizar el circuito, para evitar cualquier accidente.

4.10.7 Conclusiones

Es importante la identificación de las fallas comunes en los sistemas de climatización, para poder dar soluciones eficaces al momento de realizar una revisión de estos equipos.

4.10.8 Cuestionario

Explique el comportamiento del aire acondicionado con falla en el compresor

Explique el comportamiento del aire acondicionado con falla en el motor ventilador

Explique el funcionamiento del aire acondicionado con fuga de gas refrigerante

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con el diseño e implementación de los módulos didácticos de climatización se pudo afianzar los conocimientos referentes a los tipos de acondicionadores de aire existentes tanto como aire acondicionado de ventana y aire acondicionado split de tipo central.
- Por el incremento de un motor ventilador en el condensador del módulo de aire acondicionado tipo ventana, fue necesario el redimensionamiento de los capacitores para el arranque de los mismos.
- Tanto la unidad de aire acondicionado tipo ventana como el split guardan similitud ya que funcionan bajo el mismo principio del ciclo de refrigeración, poseen los mismos elementos básicos y trabajan con el mismo tipo de refrigerante (R22), siendo diferenciados por su forma física, tipo de montaje y control eléctrico.
- Si se compara el consumo de corriente entre el aire acondicionado tipo ventana que trabaja a 120vac y el split tipo central de 240vac, llegamos a la conclusión que el consumo del equipo que trabaja a 120vac va a ser mayor debido a que solo trabaja con una fase de voltaje en tanto el que trabaja a 240vac la corriente de consumo se divide entre las dos fases.

5.2 Recomendaciones

- Con el planteamiento de esta tesis se da pie al estudio de otros sistemas de climatización que utilicen diferentes tipos de gas refrigerante.
- Se podría plantear el diseño de un manual de conexiones eléctricas y mecánicas para los diferentes tipos de acondicionadores de aire tipo ventana, split y central.

- Sería factible plantear prácticas adicionales referentes al uso de herramientas y materiales en la instalación de los equipos acondicionadores de aire.
- Con la ayuda de otros módulos didácticos que se encuentran en el laboratorio puedo realizar prácticas de encendido automático de los acondicionadores de aire.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, P. (2013). *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona, España: REVERTÉ.
- Arrégle, J. (2012). *Procesos y tecnologías de máquinas y motores térmicos*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- de la Llata, M. (2011). *Química Inorgánica*. México D.F., México: Progreso.
- Díaz, V. S. (2010). *Acondicionamiento térmico de edificios*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.
- Gonzalez, C. (2013). *Diseño y cálculo de instalaciones de climatización*. Murcia, España: CEYSA.
- Miranda, A. (2010). *Aire acondicionado: Nueva Enciclopedia de la Climatización*. Barcelona, España: CEAC.
- Moreno, J. (2010). *Instalaciones eléctricas interiores*. Madrid: Paraninfo.
- Tricimi, E. (2012). *ABC of airs conditioning*. Indianapolis, USA: W. Sams.
- Villanueva, R. (2014). *Refrigerantes para aire acondicionado y refrigeración*. Alicante, España: Club Universitario.
- Whitman, W. (2010). *Tecnología de refrigeración y aire acondicionado*. Madrid, España: Paraninfo.
- Wilson, J. (2013). *Física*. México D.F., México: Pearson.
- Wirz, D. (2008). *Refrigeración comercial para técnicos de aire acondicionado*. Madrid, España: Paraninfo.

ANEXOS

	Nombre comercial		Composición	ODP	GWP	Grupo Seguridad	Límite práctico kg/m ³	Temp. ebullición (°C)	Deslizamiento (K)	Temp. Crítica (°C)	Presión crítica (bar)	Cond. Temp. (°C) @ 26babs
R134a			100% R134a	0	1300	A1	0,25	-26,1	0	101	40,59	80
R22			100% R22	0,06	1700	A1		-40,8		96	49,9	63,2
R404A	Suva HP62	Dupont	52% R143a - 44% R125 - 4% R134a	0	3750	A1	0,48	-47	0,8	71,6	37,3	55
R507A	FX70-AZ50	Atofina-Allied	50% R143a - 50% R125	0	3800	A1	0,48	-46,7	0	71	37,15	54
R407C	AC9000 & Klea66		52% R134a - 25% R125 - 23% R32	0	1600	A1	0,31	-44	7,4	87	48,2	58
R410A			50% R32 - 50% R125	0	1900	A1	0,44	-51	< 0,2	72	49,1	43
R417A	Isceon MO59	Dupont	46,6% R125 - 50% R134a - 3,4% R600	0	1950	A1	0,15	-38,01	5,14	90	40,35	68
R422A	Isceon MO79	Dupont/Rhodia	85,1% R125 - 11,5% R134a - 3,4% R600a	0	2530	A1	N/A	-49	2,5	72	37,48	56
R422D	Isceon MO29	Dupont	65,1% R125 - 31,5% R134a - 3,4% R600a	0	2230	A1	-	-45	4,5	81	39,04	62
R427A	FX100	Atofina	50% R134a - 25% R125 - 15% R32 - 10% R143a	0	1830	A1	-	-42,7	7,1	86,8	44	64
R290				0	3	A3	0,008	-42,4	0	96,7	42,47	70

Anexo 1 Composición y propiedades de refrigerantes

Fuente: Los autores

