



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TÍTULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE
SIMULACIÓN DE FALLAS DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN
TIPO SPLIT PARA USO EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD
DE LA FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE LA
UCSG.

AUTOR:

GHERARDY DE JANON HAROLD ORLANDO

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO:

INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TUTOR:

ING. JAIME RAFAEL HIDALGO AGUILAR

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Gherardy de Janon Harold Orlando** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**.

TUTOR

f. _____

ING. JAIME RAFAEL HIDALGO AGUILAR

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

ING. HERAS SÁNCHEZ MIGUEL ARMANDO, M.Sc.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Gherardy de Janon Harold Orlando

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño e implementación de un módulo de simulación de fallas de un sistema de climatización tipo Split para uso en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020

EL AUTOR (A)

f. _____

GHERARDY DE JANON HAROLD ORLANDO



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Harold Orlando Gherardy de Janon

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño e implementación de un módulo de simulación de fallas de un sistema de climatización tipo Split para uso en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020

EL AUTOR:

f. _____

GHERARDY DE JANON HAROLD ORLANDO

REPORTE URKUND

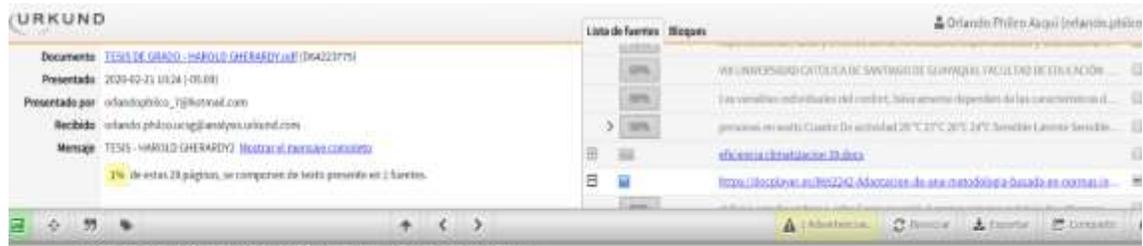
Documento: Proyecto de Titulación

Título del Trabajo: “Diseño e implementación de un módulo de simulación de fallas de un sistema de climatización tipo Split para uso en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG”

Carrera: Ingeniería en Eléctrico Mecánica

Estudiante: Harold Orlando Gherardy de Janon

Fecha: 21/Febrero/2020



The screenshot shows the URKUND interface. On the left, document details are listed: 'Documento: TESIS DE GRADO - HAROLD GHERARDY.pdf (D64231F5)', 'Presentado: 2020-02-21 10:24 (-05:00)', 'Presentado por: orlando@phd.ucsg.edu.ec', 'Recibido: orlando.phd@ucsg.edu.ec@www.arkund.com', and 'Mensaje: TESIS - HAROLD GHERARDY'. On the right, a 'Lista de Fuentes' table shows three sources with 100% similarity. Below the interface, the document title and author information are repeated: 'FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICO MECÁNICA TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE SIMULACIÓN DE FALLAS DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TIPO SPLIT PARA USO EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE LA UCSG. AUTOR: GHERARDY DE JANON HAROLD ORLANDO'. This is followed by a certification statement from the tutor, Ing. Jaime Rafael Hidalgo Aguilar, and a declaration of responsibility from the student, Harold Orlando Gherardy de Janon, dated February 21, 2020.

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICO MECÁNICA TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE SIMULACIÓN DE FALLAS DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TIPO SPLIT PARA USO EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE LA UCSG. AUTOR: GHERARDY DE JANON HAROLD ORLANDO

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA TUTOR: ING. JAIME RAFAEL HIDALGO AGUILAR GUAYAZQUE - ECUADOR 2020

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICO MECÁNICA. CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Gherardy de Janon Harold Orlando como requisito para la obtención del Título de Ingeniero en Eléctrico Mecánica. TUTOR: _____ ING. JAIME RAFAEL HIDALGO AGUILAR DIRECTOR DE LA CARRERA. _____ ING. HERRERA SÁNCHEZ MIGUEL ARMANDO, M.Sc. Guayaquil, a los ____ días del mes de ____ del año 20__.

EN FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICO MECÁNICA. DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Yo, Gherardy de Janon Harold Orlando DECLARO QUE: El Trabajo de Titulación,

Fecha de elaboración de este informe de control de plagio: 21/02/2020

Atentamente,

Ing. Orlando Philco A. M. Sc
REVISOR

AGRADECIMIENTO

Dentro de toda mi época universitaria a quién debo y quiero agradecer primero es a Dios por todas las enseñanzas de mi vida que tanto buenas como no tan buenas, me dio la oportunidad de crecer profesional y personalmente.

Agradezco profundamente a mis Padres que hicieron todo lo necesario para traerme hasta aquí, dónde puedo empezar a andar solo. Al firme apoyo característico de una buena paternidad; y, a la paciencia amorosa que solo puede brindar una Madre.

A mi familia en general y a todos con quien comparto el perpetuo lazo sanguíneo y aquel lazo que terminó convirtiéndose en eso mismo. Mis abuelas, Mercedes y Ángela que gracias a Dios aún tengo el placer de disfrutar de sus compañías, que Dios aún les de mucha más vida.

A mi tutor, Ing. Jaime Hidalgo Aguilar que gracias a sus directrices y ardua supervisión se logró de este proyecto un recurso para las siguientes generaciones de Ingenieros de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. A todos mis docentes por sus conocimientos.

A mis amigos más cercanos; los que en la Universidad sin darnos cuenta creamos lazos de hermandad. A mi amiga, Ing. Mayra Arévalo, quién me dio el soporte a este proyecto. A mi amigo de la infancia, Omar López por su incondicional ayuda y largas horas de revisión a el texto que se presenta. A mi amiga Allysson Luna, por su ayuda durante la redacción de este proyecto de tesis.

A Nicolle Rodríguez, por sus palabras de ánimo, por su inmenso cariño, paciencia y sobre todo al apoyo incondicional en esta etapa.

A todas las personas que de algún modo u otro y de manera inesperada llegaron a formar parte de este logro.

MUCHAS GRACIAS.

DEDICATORIAS

Dedico este Proyecto a mis Padres, por los recursos que con amor me entregaron durante mi carrera universitaria, por la oportunidad de gozar de una buena educación.

Con mucho amor, este proyecto es para Ustedes.

A mi querida Abuela Ángela, quién le hace honor a su nombre, ha sido un ángel para mi desde mi infancia. Por todo su amor, su paciencia. Este proyecto es para Usted.

Una mención y dedicación especial a mi Mamá. Por su enorme y eterno sacrificio, por todas sus madrugadas, por toda su paciencia, por todo su apoyo en todo momento para mí. Este proyecto está dedicado a ti.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS, M.Sc.
DECANO**

**ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M.Sc.
COORDINADOR DEL ÁREA**

**ING. HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL, M.Sc.
TUTOR**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
CAPÍTULO I.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Planteamiento del Problema	3
1.3.1 Formulación de variables de investigación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Hipótesis.....	4
1.6 Metodología de investigación.....	4
1.6.1 Investigación documental.....	4
1.6.2 Investigación explicativa.....	5
1.6.3 Investigación Analítica.....	5
1.6.4 Investigación Experimental	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6

2.1 Simuladores	6
2.1.2 Simulaciones para la enseñanza universitaria.	6
2.2 Ciclo de Refrigeración.....	8
2.3 Acondicionador de aire tipo <i>Split</i>	9
2.4 Elementos del ciclo de refrigeración.	10
2.4.1 Compresor	10
2.4.1.1 Compresores de desplazamiento positivo o volumétrico:	11
2.4.1.2 Compresores Rotodinámicos:.....	11
2.4.2 Condensador	11
2.4.3 Evaporador:	11
2.4.3.1 Tipos de construcción del evaporador.....	12
2.5 Válvula de expansión	12
2.6 Filtro Secador	13
2.7 Confort Ambiental.....	13
2.8 Protocolo de Montreal	14
2.8.1 Aplicación del Protocolo de Montreal.....	16
2.9 Materia.....	17
2.9.1 Cambio en el estado de la materia.....	17
2.10 Temperatura.....	18
2.10.1 Temperatura Absoluta	18

2.10.2 Temperatura Relativa	18
2.11 Presión.....	18
2.12 Transferencia de calor	19
2.12.1 Tipos de Transferencia de calor.	19
2.12.1.1 Transferencia de calor por Conducción.....	19
2.12.1.2 Transferencia de calor por Convección.....	19
2.12.1.3 Transferencia de calor por Radiación.....	19
2.13 Amperaje	20
2.14 Etiqueta Eléctrica.	20
2.15 BTU.....	21
2.16 Cálculo de Carga Térmica	21
2.17 Filtros.....	22
2.17.1 Filtros planos de fibra de vidrio	23
2.17.2 Filtros Secos	23
2.18 Visor de líquido.....	23
2.19 Presostato.....	23
2.19.1 Presostato de alta presión	24
2.19.2 Presostato diferencial de aceite	24
2.20 Manómetro	24
2.20.1 Manómetro tipo Diafragma	25

2.20.2 Manómetro de tubo Bourdon	25
2.21 Refrigerante	25
2.21.1 Refrigerante 410	26
2.22 Cañería de cobre.....	27
2.23 Soldadura de plata	27
2.24 Disyuntor	27
2.25 Capacitor	28
2.26 Termostato	28
2.27 Luz piloto	29
CAPÍTULO III	30
Elaboración de Proyecto.....	30
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y ELABORACIÓN DEL TABLERO	31
3.1 Cronograma de actividades	31
3.2 Resultados Generales	32
Fase 1: Diseño e implementación de un tablero didáctico en equipos de climatización de tipo Split.	33
Fase 2: Instalación del evaporador, desarmado del compresor y condensador para nueva configuración.	40
CAPITULO IV	43
Elaboración de Manual o Guías prácticas para llevar a cabo la simulación de fallas en equipos de climatización tipo Split.	43

Simulación 1: Revisión de funcionamiento del compresor.....	43
Simulación 2: Verificación de fallas del circuito eléctrico	47
Simulación 3: Manipulación de la válvula de servicio y purga del refrigerante.	49
Simulación 4: Descarga del gas refrigerante	52
Simulación 5: Cómo hacer vacío a una unidad tipo <i>Split</i>	54
Simulación 6: Recarga de Refrigerante	58
Simulación 7: Verificación de fugas en el equipo de aire acondicionado.....	61
Simulación 8: Cálculo de la carga térmica	63
Simulación 9: Falla del Sensor de temperatura del Evaporador.....	65
Simulación 10: Falla del Relé del Evaporador.....	67
Simulación 11: Falla del capacitor del evaporador.	69
Simulación 12: Falla del Motor Ventilador del condensador.....	70
Simulación 13: Falla del compresor.	71
CAPÍTULO V	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1 Conclusiones	73
5.2 Recomendaciones	73
Referencias	74

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo de titulación es incentivar tanto a estudiantes como docentes el estudio y funcionamiento de los sistemas de climatización tipo Split, donde se logrará complementar el conocimiento teórico con el conocimiento práctico por lo que se diseña un módulo simulador de fallas, cuyos objetivos serán potenciar, diagnosticar e implementar manuales de prácticas para diferentes simulaciones de problemas que se puedan presentar en los acondicionadores de aire tipo Split. La metodología de investigación que se utilizan es documental, explicativa, analítica y de campo que nos permite afianzar los conocimientos teóricos. La construcción de este módulo es en un mueble metálico donde se instala un acondicionador de aire tipo Split decorativo acompañado de una serie de elementos y dispositivos que ayudará a realizar las prácticas. La implementación de este módulo simulador de fallas aportará al estudio, características, aplicaciones, análisis con sus respectivos manuales de experimentación, ensamblaje, prácticas y actividades para la realización de pruebas que permitan verificar los fundamentos teóricos adquiridos, que permitirán un mayor dominio sobre el campo de la climatización; con el fin de que en el futuro puedan promover estudios e implementaciones técnicas que puedan ser aplicados a sectores residenciales, comerciales e industriales para mejorar las habilidades dentro de esta área.

Palabras Claves: Ciclo de refrigeración, acondicionador de aire, Split, Módulo de fallas.

ABSTRACT

The development of this degree work is to encourage both students and teachers the study and operation of Split air conditioning systems, where theoretical knowledge will be complemented with practical knowledge, so a fault simulator module is designed, whose objectives they will be to enhance, diagnose and implement practice manuals for different simulations of problems that may arise in Split air conditioners. The research methodology used is documentary, explanatory, analytical and field that allows us to strengthen theoretical knowledge. The construction of this module is in a metal furniture where a decorative Split type air conditioner is installed accompanied by a series of elements and devices that will help to carry out the practices. The implementation of this fault simulator module will contribute to the study, characteristics, applications, analysis with their respective experimentation manuals, assembly, practices and activities for the realization of tests that allow to verify the theoretical foundations acquired, which will allow a greater domain over the field of the air conditioning; so that in the future they can promote studies and technical implementations that can be applied to residential, commercial and industrial sectors to improve skills within this area.

Keywords: Refrigeration cycle, air conditioning, Split, fault module.

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

Los sistemas de climatización tipo Split han evidenciado su evolución cronológicamente, pues, es posible hacer un desglose de cómo ha cambiado todo desde el inicio hasta la actualidad y no solamente los cambios más recientes. Entendiendo que para alcanzar la temperatura deseada debemos primero comprender la fabricación desde un punto de vista que permita contrastar el trabajo del mismo con el arte que envuelve este proceso.

En papeles, algo que luego reafirmaría la parte práctica, se sabe que, al tener la parte exterior y la parte interior, la misma que corresponde al evaporador, ayuda a que, además de dar una sensación de comodidad en cuestiones de temperatura, resulte en una grata experiencia ornamental.

Con la ayuda de este módulo de fallas acondicionador de aire tipo *Split* se podrán llevar a cabo distintos escenarios de posibles fallas en los sistemas y la razón por la cual se generan y sus posibles soluciones, de esta manera podrán mejorar conocimientos y destacar su desempeño una vez que deseen ejercer en el área de la climatización

Es importante considerar la velocidad con la que avanza la tecnología, esto conduce a un mercado laboral más competitivo y aclara que por esta razón es imprescindible formar personal capacitado para cualquier necesidad o problema que se presente, sin importar que sea este una mejora a un sistema previamente fabricado.

La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil ofrece varias carreras, entre ellas se encuentra la de Ingeniería Eléctrico-Mecánica la cual no dispone actualmente con un tipo de simulador de fallas de sistema de acondicionador de aire tipo *Split*, el cual ayudará a reforzar conocimiento mediante los talleres realizados en dicha área para lograr complementar y comprender las teorías que se dictan en el aula de clase.

Este proyecto tiene como lema “aprender haciendo” ya que la práctica es la mejor herramienta para entender cualquier teoría que tomemos en una clase; para esto se proveerá de un manual de funcionamiento para simular las posibles fallas en los equipos de climatización tipo *Split*.

Hoy en día, en la ciudad de Guayaquil, se han registrado niveles de temperaturas históricos debido a diferentes factores que están generando una destrucción en la capa de ozono lo que se traduce al calentamiento global o cambio climático. En este proyecto se quiere dejar en evidencia las causas y las posibles soluciones para poder tener conciencia del cambio climático por medio de la práctica y mostrar recomendaciones que aportarían al cuidado del medio ambiente ya que estos equipos contienen gases que al estar expuestos al ambiente pueden ser tóxicos en distintas medidas.

Es clara, entonces, la intención de este proyecto, que deja en claro su deseo de obtener aprendizaje práctico y cómo se puede innovar la manera en que esto se aprende; ya que con una base más sólida los próximos estudiantes serán quienes aporten al crecimiento de la Institución y su crecimiento profesional en un mercado laboral agresivamente competitivo.

1.2 Justificación

En vista de que no existen talleres didácticos, se presenta una propuesta eficiente que permite simular las fallas más comunes en un equipo de climatización. Esto nos brinda una nueva perspectiva en cuanto a los recursos que se toman en cuenta para la enseñanza.

1.3 Planteamiento del Problema

La ausencia de un módulo simulador de fallas que complemente académicamente al estudiante. La interacción con simuladores permitirá mejorar y brindar nuevas habilidades para el profesional que la industria demanda.

1.3.1 Formulación de variables de investigación

1.3.1.1 Variable independiente

Simulador de fallas.

1.3.1.2 Variable dependiente

Potenciar conocimientos teóricos

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un tablero para realizar simulación de fallas en equipos de climatización tipo *Split* con su respectivo manual de funcionamiento y prácticas para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

1.4.2 Objetivos Específicos

- Potenciar los conocimientos teóricos mediante análisis y simulaciones.
- Diagnosticar los diferentes tipos de falla que se pueda presentar.
- Implementar manuales de prácticas para diferentes simulaciones de fallas.

1.5 Hipótesis

La implementación de un módulo de fallas de sistema de climatización de tipo Split ayudará a mejorar las habilidades en esta área. Sabiendo que, hoy en día es un campo que se puede aprovechar debido a las constantes condiciones climáticas de la ciudad de Guayaquil.

1.6 Metodología de investigación

1.6.1 Investigación documental

La metodología usada es de investigación secundaria ya que para este proyecto fueron usadas fuentes alternas de libros, artículos científicos, revistas y *papers*, así mismo se contó con personal especializado en el área de climatización para lograr el objetivo de implementar ideas para el simulador didáctico de acondicionador tipo Split buscando mejorar cada vez más los talleres en la materia de climatización. (Hernández, Christen, Jaramillo, Villaseñor, & Zamudio, 1990)

1.6.2 Investigación explicativa

La investigación explicativa va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 83)

1.6.3 Investigación Analítica

Este método consiste en la extracción de las partes, con el objeto de estudiarlas y examinarlas por separado, para ver, por ejemplo, las relaciones entre éstas. Es decir, es un método de investigación que consiste en descomponer el todo en sus partes, con el único fin de observar la naturaleza y los efectos del fenómeno. Sin duda, este método puede explicar y comprender mejor el fenómeno de estudio, además de establecer nuevas teorías. (Gómez, 2012, p. 16)

1.6.4 Investigación Experimental

Es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen. (Agraria, 2016, p.12)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Simuladores

La interacción con simuladores supondría un buen soporte en las bases del aprendizaje del estudiante, adquiriendo habilidades que le serán imprescindibles cuando le sea necesario demostrar sus conocimientos. “Las instituciones educativas necesitan herramientas de apoyo a los programas académicos para que los estudiantes trabajen y se mueva eficientemente en mundos virtuales y reales”.(Franco & Álvarez, 2007, p. 2)

Las estrategias de enseñanza que introducen en forma intencional entornos interactivos (ya sea a través de simulaciones, micro mundos tecnológicos, plataformas virtuales, etc.) estarían dando cuenta de la necesidad de generar nuevas dimensiones para el análisis de las relaciones entre didáctica, tecnología y conocimiento. (Lion, 2018, p. 53)

2.1.2 Simulaciones para la enseñanza universitaria.

Los simuladores se definen como programas que buscan reproducir situaciones de la vida real mediante la visualización de diferentes estados que el mismo puede representar, donde cada estado está definido y descrito por un conjunto de variables que cambian mediante la interacción en el tiempo con un algoritmo determinado. (Giudicessi, 2016, p. 12)

La importancia de las simulaciones reside en hacer partícipe al usuario de una vivencia para desarrollar hábitos, destrezas y esquemas mentales que influyan en su conducta. A su vez, permite la resolución de situaciones problemáticas, a través de la reflexión y el razonamiento. Para cada concepto a diseñar, la clave es generar un interés en el alumno en lo que aprenderá, ya sea a través de experimentación simulada u observación de ejemplos. En este punto el estudiante sólo deberá notar que el contexto necesario para alentarlos a desarrollar conclusiones y mediante respuestas con validación por parte del sistema comprobar la calidad de esas conclusiones. (Casanovas, 2005, p. 28)

Utilizar simuladores en las aulas permite y colabora en la transmisión de conocimiento de forma interactiva, pues el estudiante, en lugar de la actitud un tanto pasiva de las clases magistrales, se implicaría activamente en el proceso, y se beneficiaría, además, de un conjunto de ventajas como la de eliminación de los riesgos que se presentan en la interacción con la realidad tanto para los estudiantes como para los dispositivos, lo que permite centrarse en el aspecto de la realidad que se va a estudiar. (Contreras & Carreño, 2012, p. 109)

A la fecha no ha cesado la necesidad estudiantil de complementar el conocimiento teórico con prácticas ya que lo exige el mercado laboral que cada vez se torna más competitivo porque exigen experiencia comprobada, esto se puede comprobar ya que en la Universidad Nacional de Loja hay evidencia de que: “Los procesos de experimentación son muy importantes en la formación académica de un profesional ya que con ellos se logra relacionar lo teórico con la práctica y de esta manera reafirmamos los conocimientos adquiridos durante la clase” (Jumbo & Macas, 2009, p.24)

Se debe considerar que al poseer un simulador didáctico se soluciona la falta de práctica pre profesionales para lograr así complementar con lo teórico y formar personal capacitado que aporte soluciones a nivel industrial. La utilización de guías prácticas es de gran ayuda para quien imparte la clase y por ende a los estudiantes ya que se aprende de manera correcta y sencilla; Así lo determina en este escrito por la Universidad Técnica del Norte:

La Guía de práctica es un orientador que permite unificar criterios básicos para la planificación, organización y ejecución de la práctica durante el proceso de formación de los estudiantes de electricidad. (Buitrón & Encalada, 2012, p.24)

Las aplicaciones de la refrigeración son muy numerosas, siendo una de las más comunes la conservación de alimentos, acondicionamiento ambiental, tanto de temperatura como de humedad, enfriamiento de equipos, entre otros.

El primer sistema práctico de refrigeración mecánica fue inventado en 1884 por el físico Estadounidense John Corrie para refrescar las salas de enfermos en un hospital de

la Florida. El sistema utilizaba el método de circulación de aire para enfriar. Sin embargo, se considera que el iniciador de la refrigeración comercial fue el Estadounidense Alexander C. Twinning en 1856, hasta que después se introdujo la refrigeración a través de la compresión del vapor en la industria cervecera y en los frigoríficos. (Calderón, 2016, p.25)

2.2 Ciclo de Refrigeración

Los principios del ciclo de refrigeración se basan en el proceso que tiene el refrigerante del equipo, iniciando por un estado y culminando en el mismo estado; para esto se debe conocer que esta sustancia sufre diversos cambios y por lo tanto altera su forma o condición a los cuales se denominan etapas.

El funcionamiento general para cumplir con el ciclo de refrigeración se divide en 4 etapas que son: compresión, condensación, expansión y evaporización; al unir estas etapas se forma el ciclo de la refrigeración creando dos lados fundamentales: El lado de alta presión que es la parte del sistema que está bajo la presión del condensador; y el lado de baja presión que es la otra parte del sistema que está bajo la presión del evaporador.

En el ciclo de refrigeración circula un refrigerante cuya función es reducir o mantener la temperatura de una determinada habitación por debajo de la temperatura del entorno. Para ello, se debe extraer todo el calor que existe en el espacio que deseamos enfriar y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior que pasa por diversos estados o condiciones. El refrigerante comienza en un estado y pasa por una serie de procesos definidos y vuelve a su estado inicial. Este conjunto de pasos se denomina “ciclo de refrigeración. (López, 2016, p. 32)

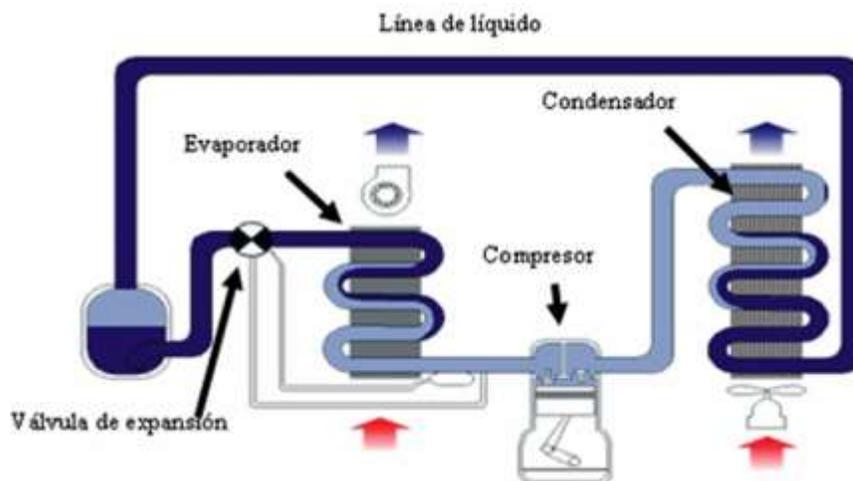


Figura 1. Ciclo de refrigeración
Fuente: Absorsistem

2.3 Acondicionador de aire tipo Split

Este tipo de equipo en la actualidad es muy utilizado ya que contiene refrigerante 410, que es un poco más ecológico que las que contienen los acondicionadores de aire tipo ventana, consta con dos partes; una condensadora que va ubicada en la parte externa del lugar y una evaporadora que va ubicada en la parte interna del hogar, los dos elementos están unidos por cañerías de cobre las que permiten el paso del refrigerante para que se pueda desarrollar correctamente el ciclo de refrigeración.

Tabla 1: Medidas de los equipos Split pared. Fuente: (Lopez, Jimenez, Alvarez, & Contreras, 2011)

UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO
CONDENSADORA	0.70 a 0.85m	0.20 a 0.35m	0.53 a 0.70m
EVAPORADORA	0.75 a 1.20m	0.25 a 0.35m	0.15 a 0.21m

Estos tipos de equipos se los pueden conseguir en el mercado desde los 7.000 BTU hasta los 36.000 BTU. Suelen variar en el tamaño de la condensadora y de la evaporadora esto dependiendo de la cantidad de BTU.

2.4 Elementos del ciclo de refrigeración.

2.4.1 Compresor

Es el elemento principal al momento de la instalación y su función principal es comprimir el gas o líquido refrigerante que es el que permite en un ciclo de compresión y descompresión generar una transferencia de calor de una parte a otra; y así, se puede aprovechar en el circuito frigorífico el intercambio doble de calor entre el evaporador y el condensador.

El compresor tiene dos funciones en el ciclo de refrigeración: en primer lugar succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador a punto en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada. En segundo lugar, el compresor eleva la presión del vapor refrigerante a un nivel lo suficientemente alto, de modo que la temperatura de saturación sea superior a la temperatura del medio enfriante disponible para la condensación del vapor refrigerante. (Jumbo & Macas, s. f.)



Figura 2 Interior de un Compresor
Fuente: Calor y Frio



Figura 3 Compresor
Fuente: Calor y Frio

Existen varios tipos de compresores, pero lo más utilizados en la refrigeración se los puede clasificar de acuerdo a la función del método que se empleará para así conseguir el efecto de compresión. (Echeverría, 2019, p.17)

2.4.1.1 Compresores de desplazamiento positivo o volumétrico:

Aquí el aumento de la presión se obtiene al introducir el vapor en un espacio cerrado para luego reducirlo mediante una acción mecánica. (Echeverría, 2019, p.18)

2.4.1.2 Compresores Rotodinámicos:

Un elemento giratorio con aletas o álabes induce fuerza centrífuga al gas aumentando su energía y cantidad de movimiento. Estos compresores también se llaman dinámicos o de desplazamiento negativo. Una diferencia importante con el compresor volumétrico radica en que los primeros realizan el proceso de compresión de una manera discontinua o pulsante, en cambio los Rotodinámicos realizan el proceso de compresión de una forma continua. (Chérrez, 2010, p. 20)

2.4.2 Condensador

El condensador se encarga de liberar el calor que es extraído desde el evaporador y bombeado por el compresor hacia el medio ambiente.

En esta etapa el refrigerante a alta presión y alta temperatura del compresor fluye sobre tubos que se enfrían mediante el flujo de agua refrigerante dentro de ellos. Al eliminar calor del vapor refrigerante, éste se condensa hasta volverse líquido. El condensador opera a alta presión que se mantiene mediante el compresor.

2.4.3 Evaporador:

Es la parte del equipo *Split* que se instala en la parte interior de la residencia o habitación, aquí es donde se produce el intercambio de calor térmico entre el refrigerante y el lugar a enfriar.

2.4.3.1 Tipos de construcción del evaporador

Existen dos tipos de evaporador:

- **Tipo de convección forzada:** Utiliza un ventilador o una bomba para forzar que el líquido se enfríe sobre el escape.
- **Tipo de convección natural:** Hace que el líquido que se enfría fluya naturalmente hacia la evacuación debido a las diferencias de densidad del líquido enfriado y tibio.



Figura 5 Evaporador Parte interior
Fuente: BGH



Figura 6 Carcasa del evaporador
Fuente: BGH

2.5 Válvula de expansión.

Actúa de manera ideal el flujo refrigerante líquido-vapor que ingresa al evaporador. Estos dispositivos expanden el refrigerante; es decir, disminuyen su presión, cambiando su fase. Donde el refrigerante ingresa con alta presión y temperatura y a su salida lo entrega a baja presión y temperatura. (Proaño, 2011, Pág. 32)

Este dispositivo se encarga de controlar el paso del refrigerante y se encuentra localizado junto al evaporador para poder dividir el ciclo de alta presión y de baja presión que es donde se produce su cambio de estado líquido a gaseoso. Así mismo, este elemento obstruye el flujo del líquido refrigerante para generar una disminución de la presión forzando al líquido a pasar a estado gaseoso.



Figura 7 Válvula de Expansión Termostática
Fuente: directindustry.es

2.6 Filtro Secador

Es un dispositivo que cumple dos funciones. Filtrar o detener cualquier impureza que se haya introducido al sistema con el fin de evitar que el tubo capilar o restrictor sea obstruido de ahí, que su posición deba ser antes del restrictor, para cumplir con el filtro está provisto de una malla a la entrada en forma cilíndrica y otra malla a la salida circular. (Checa & Caiza, 2012, Pág. 47)

2.7 Confort Ambiental

Cada usuario al momento de comprar un equipo de aire acondicionado siempre deseará tener un ambiente de confort; por lo tanto, se debe tener presente varios puntos para poder lograr el objetivo deseado. Hay que tener en cuenta que hoy en día no solo se busca tener un ambiente que agradable, sino que también que sea beneficioso para la salud; para esto hay que realizar un estudio del impacto ambiental de los equipos y saber cuál será su efecto en la capa de ozono, para que se pueda generar la instalación de los equipos de climatización en un área determinada como un centro comercial o una sala de espera, para que pueda beneficiar no solo a la percepción del ambiente, sino que también a la salud de las personas y al medio ambiente.

Las variables de confort, básicamente dependen de las características de cada individuo y de muchos aspectos, como su nivel de actividad física, tipo de vestimenta que

esté usando, sexo, edad, estado de salud y al momento de realizar el análisis respectivo, hay que tener en cuenta el intercambio de calor que existe entre el cuerpo humano y el ambiente. (Flores, 2017, Pág. 6)

2.8 Protocolo de Montreal

Es un tratado que se realizó en la ciudad de Montreal, Canadá en el año 1987 con el fin de poder evitar que los gases refrigerantes puedan destruir la capa de ozono.

El objetivo principal del Protocolo de Montreal es la protección de la capa de ozono mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base del progreso de los conocimientos e información tecnológica. (ONU, 1987, p. 3)

Como principal característica este ha sido uno de los primeros acuerdos ambientales que reconoce, con toda la potencia que el nombre merece, el concepto de precaución. Fue esta una decisión preventiva que se sigue agradeciendo en nuestros días, de otra manera la capa de ozono se seguiría viendo afectada por esta parte que nos corresponde hablar a continuación.

Marcó la historia el año 2009, cuando fue ratificado el protocolo mediante el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, cuya particularidad yace en la participación de 33 países de América Latina y el Caribe, incluyendo a su último participante, Timor Leste, uno de los países más jóvenes del mundo.

El protocolo de Montreal entró en vigor el 1 de enero de 1989. El mismo día los doce países de la Comunidad Europea prohibieron el uso del CFC, el cual fue sustituido por el hidroclo fluorcarbono (HFC), que también destruye la capa de ozono, aunque su efecto es 20 veces menor al del CFC. Por este motivo su uso es de carácter temporal, hasta encontrarse algún sustituto definitivo. En 2006 el CFC fue prohibido a nivel mundial. (Sandor & Gerendas-Kiss, 2010, p. 7)

Este protocolo estableció un fondo Multilateral con el objetivo de posibilitar a los países en desarrollo que reúnan las condiciones para recibir ayuda y cumplir con las metas

de reducción con plazos específicos para los productos químicos controlados con arreglo al Protocolo. Las contribuciones al fondo proceden de 43 países desarrollados. (PNUMA, 2016, p. 3)

Este Protocolo no solo rige, sino que ayuda a los países en desarrollo a cumplir puntualmente las metas fijadas en el Protocolo para la reducción y posterior eliminación del consumo y producción de los productos químicos que están bajo el control y regulación del Protocolo. Existe también, el Fondo Multilateral para la aplicación del Protocolo de Montreal, que encarga de representar asistencia financiera, con el único fin de ayudar a que se cumplan las metas fijadas por el Protocolo por parte de los países pertinentes.

El Protocolo desarrolló su propio sistema de reportes y exige la presentación de informes y cumplimiento, logrando total éxito en materia de encarar problemas que desencadenan del cumplimiento de los mismos.

Surge este tratado a partir de exámenes de refrigerantes y su impacto en la capa de ozono, con el fin de reconocer y hacer efectivas las medidas de prevención que acatamos gracias a este protocolo. Esto no siempre ha funcionado tan bien como funciona en nuestros tiempos, el Protocolo ha sido ajustado seis veces y enmendado cuatro veces más desde su aprobación inicial en 1987.

Para esta publicación corresponde hablar en particular de los CFCs (clorofluorocarbonos), unos productos químicos cuyo uso es más común que las demás sustancias que se pretende controlar. Estos productos químicos se han hecho con la popularidad mediante sus aplicaciones en refrigeración, las espumas y la limpieza de metales. Se puede afirmar, casi sin temor a equivocarse, que casi no existe este producto desde principios del 2010, con ciertas excepciones en el campo de inhaladores médicos en un grupo pequeño de aplicaciones.

El medio ambiente en general se ve protegido cuando se protege también la capa de ozono, es vital reconocer dónde iniciaron los cambios, para tomarlos como punto de

partida hacia futuras mejoras, reconocer, estructurar y ejecutar una estrategia del cambio como esta mencionada en los párrafos anteriores.

Para la total comprensión de las siguientes secciones, precisamos hablar de los diferentes tipos de refrigerantes que se emplean en sistemas de refrigeración. Un primer buen ejemplo es el gas refrigerante R22.

El gas refrigerante R22 es el más conocido y de más uso en nuestro país cuando tratamos con refrigerantes para aire acondicionado. En muchos países del continente europeo su uso está prohibido porque se conoce que es contaminante de la capa de ozono. No es una sustancia tan contaminante como otras que hay en el mercado, pero está prohibido que en los ingredientes conste el cloro, previniendo el efecto invernadero. A una temperatura de -40°C el refrigerante R22 hierve a presión atmosférica y, adicional a esto, utiliza aceite mineral.

El gas refrigerante R502, por su parte, se utiliza en la industria frigorífica y su uso está prohibido en países europeos por ser contaminante de la capa de ozono. Hay unas prohibiciones que no representan una protección para la capa de ozono, pero existen para cumplir con la prevención del efecto invernadero. Esta mezcla azeotrópica es conocida por su punto de ebullición de -20°C como es común en estos compuestos.

2.8.1 Aplicación del Protocolo de Montreal

Este protocolo se ha aplicado en los países desarrollados y los países en desarrollo. Todos los calendarios de eliminación se han respetado en la mayoría de los casos, algunos incluso antes de lo previsto. (ONU, 1987, p.10)

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, este tratado ha logrado evitar más de dos millones de casos de cáncer de piel al año, así como diferentes enfermedades relacionadas a la vista y al sistema inmunológico, adicionalmente daños considerables a la agricultura. (Aceromundo, 2018, p. 5)

2.9 Materia

La materia es todo aquellos que nos rodea, que es tangible y que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa. Está formada por sustancias que se encuentran presentes en la naturaleza, agrupadas como mezclas. Las mezclas resultan de la combinación de sustancias puras entre sí. (Torres, 2008, p. 2)

2.9.1 Cambio en el estado de la materia

Hay que recalcar su importancia ya durante el ciclo de refrigeración, el gas refrigerante cambia de estado para poder cumplir con el objetivo deseado que es dar una temperatura ambiente agradable.

La materia puede cambiar de estado con el aumento o disminución de la 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. (Almeida & Andrade, 2015, p. 9)

A cada variación o transformación de la materia se le indica un nombre para identificar el proceso de cambio que está sufriendo:

- Calor a Líquido: Licuefacción
- Sólido a Vapor: Sublimación
- Solido a Líquido: Sublimación



Figura 8 Válvula de Expansión Termostática
Fuente: Calor y Frio

2.10 Temperatura.

Hoy en día no resulta sencillo tener un concepto claro de lo que “temperatura” significa. Sin embargo, debido a varias aplicaciones e inventos que se basan de ella se puede determinar como la cantidad de frío o calor que hay en un cuerpo; ya que esta puede ser considerada como una medida de nivel de energía térmica.

2.10.1 Temperatura Absoluta

En este tipo de temperatura su valor inicial siempre será cero y no existen valores negativos. Esta temperatura se puede medir en la escala de Kelvin y Rankine.

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. (Carvajal, 2011, p.21)

Conversiones:

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

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

2.10.2 Temperatura Relativa

Esta temperatura permite medirse en escala de Fahrenheit o Celsius. “Es aquella que se mide a partir de un punto de referencia que se dan por las condiciones físicas de cambio de estado de algún elemento de la naturaleza” (Carvajal, 2011, p.20)

2.11 Presión

Es una unidad que puede ser medida mediante manómetros para saber si la presión que ejerce el refrigerante es la correcta ya que de esto también depende que el equipo acondicionador de aire funcione correctamente.

“La presión es la fuerza ejercida en una unidad de área. Puede describirse como la medida de intensidad de una fuerza en un punto cualquiera sobre la superficie de contacto.” (Colocho, 2011, p.15)

2.12 Transferencia de calor

Se entiende como transferencia de calor al intercambio energía entre cuerpos calientes y fríos llamados fuente y receptor. Cuando se vaporiza una libra de agua o se condensa una libra de vapor, el cambio de energía en los dos procesos es idéntico. (Cuadrado, 2010, p.3)

2.12.1 Tipos de Transferencia de calor.

2.12.1.1 Transferencia de calor por Conducción

El flujo de calor por conducción ocurre entre componentes principales, por ejemplo: El vidrio al absorber energía aumenta su temperatura, este genera flujos de calor en dirección normal de la superficie interior o exterior de la habitación hacia el marco. (Jiménez, 2012, Pág. 14)

2.12.1.2 Transferencia de calor por Convección

Existen dos subtipos de transferencias de calor por convección, estos son: convección forzada y convección libre. La transferencia de calor por convección libre o natural es aquella que se da entre una superficie y un fluido el cual únicamente tiene un movimiento inducido por las fuerzas de empuje que surgen a partir de las diferencias de densidades debido al gradiente de temperaturas en el fluido. (Macías, 2013, Pág. 6)

2.12.1.3 Transferencia de calor por Radiación

El calor también se puede transferir a regiones donde existe el vacío perfecto, en este caso el mecanismo es la radiación electromagnética. La radiación electromagnética que es propagada como resultado de una diferencia de temperaturas se le llama radiación térmica. (Mendoza, 1998, Pág. 19)

2.13 Amperaje

Es la corriente que atraviesa por todo el circuito el cual registra el consumo de energía; calcular el amperaje es de gran importancia porque de esta manera se sabe cuándo el equipo está en plena carga, al momento de arrancar un equipo su amperaje es 5 veces mayor que la corriente en plena carga.

Para realizar la medición de la corriente que pasa por un circuito cerrado se utiliza un amperímetro para medir el ampere y medir milésimas de ampere se emplea el miliamperímetro, según sea el caso, conectado en serie en el propio circuito eléctrico. (Olivo & López, 2011, Pág. 3)

2.14 Etiqueta Eléctrica.

La etiqueta eléctrica es un adhesivo que se muestra en todos los equipos de climatización y refrigeración, con el cual se muestra la eficiencia energética del equipo. Esta etiqueta está representada por una columna de colores y letras que van desde la letra “A” que significa alta eficiencia hasta la letra “G” que por lo contrario significa baja eficiencia. Por lo tanto, con este adhesivo se puede determinar qué tan buena es la eficiencia energética del equipo.



Figura 9 Etiqueta Eléctrica Equipo VANTEC

Fuente: Harold Gherardy

2.15 BTU

El BTU (British Term Unit) es un factor de medición térmica que normalmente es manejado en equipos de refrigeración que mide o evalúa la energía a utilizar en los equipos. Con esta unidad se determina qué tipo de equipo se va a instalar en un área determinada para que la distribución del aire abastezca la necesidad del usuario.

“El BTU es fundamental a la hora de hacer planes de instalación de aires acondicionado, ya que de esta unidad dependerá la comodidad y el confort, si no es el adecuado, no se obtendrá el clima deseado provocando un incorrecto uso del sistema lo cual puede llevar a un eventual daño parcial o total del equipo” (Colocho, 2011, p.28)

2.16 Cálculo de Carga Térmica

La ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditions Engineers) es una sociedad integrada por expertos enfocados en los ámbitos de calefacción. Mediante el uso de esta metodología, es posible generar proyectos sustentables con una eficiencia energética sostenible.(Acosta & Caizaluisa, 2016, p.17)

Se debe realizar un cálculo de la carga térmica de un espacio, por ejemplo, en una habitación hay varios factores a considerar para poder climatizar correctamente el área entre los cuales puedo mencionar:

- El área del espacio a climatizar.
- El promedio de la cantidad de personas que ocupan esa área y la actividad que realizan.
- Equipos que generen calor en esa área (Televisores, bombillas de luz, cargadores, lámparas, etc.)
- Los materiales de la pared y techo.

Una vez se tengan estos valores que son básicos y fundamentales para realizar el cálculo se debe tener en cuenta el valor de las unidades de cada medida en BTU/H.

- 1 TR (tonelada de refrigeración) = 12.000 BTU/H
- $1TR = 12000 \frac{BTU}{H} = 3,5 Wt = 3020 Kcal/H$
- $1 Kcal/H = 3,967 BTU/H$
- $1 BTU = 0,252 Kcal$
- $1Kw = 860 Kcal/H$

Hay que tener en cuenta que la carga térmica del cuerpo humano también se puede medir en BTU, una persona que permanece sentada sin mayor actividad física produce entre 400 a 450 BTU. En cambio, una persona que realiza una actividad física como subir escalones por un tiempo considerable puede generar hasta 900 BTU. Por esta razón es importante considerar la actividad física que un grupo de personas realizarán en el espacio a climatizar para poder tener con mayor exactitud el cálculo de la carga térmica.

Para realizar un cálculo de carga térmica hay que determinar por medio de una brújula la orientación de las paredes con el fin de saber qué pared recibe más carga térmica por los rayos del sol. Por ejemplo, las paredes que se exponen más al sol tienen un factor de calentamiento de 74, mientras que las que no se exponen al sol tienen un factor de 25, sumado al grosor de la pared, el tamaño de la ventana y el material que se usa (vidrio templado, plástico, etc.) ya que todo esto conlleva a tener un factor de calentamiento que se deberá tener en cuenta para poder tener la sumatoria de todos los factores que generan carga térmica.

2.17 Filtros

Los filtros de aire se encuentran en la mayoría de sistemas de climatización. La eficacia de los filtros de aire en estos sistemas influye de forma significativa en la calidad del aire interior. Y estos filtros necesitan mantenimiento, que normalmente es mínimo y posible por cualquier persona. (Ponce, 2015, p.3)

2.17.1 Filtros planos de fibra de vidrio

El filtro desechable de fibra de vidrio está comercialmente más disponible, por lo tanto, se usan comúnmente en edificios residenciales, apartamentos y casas. Una de sus mayores ventajas es su bajo costo y fácil instalación. Este filtro no es tan efectivo para atrapar partículas, por lo tanto, esto hace que el aire dentro de un espacio circule una y otra vez sin que se haya eliminado por completo. (comercialfoisaweb, 2019, p. 9)

2.17.2 Filtros Secos

Los filtros secos están formados ordinariamente por un bastidor permanente y un medio seco reemplazable de celulosa o fibras de vidrio, papel sometido a un tratamiento especial, algodón, fieltro de lana o material sintético. (Enderica, 2011, p. 63)

2.18 Visor de líquido

Es un dispositivo cuya función es permitir la visualización del estado del líquido refrigerante que va hacia la válvula de expansión y así poder verificar el nivel de sequedad del circuito. Una carga de refrigerante líquido es esencial para el control de la válvula de expansión. (Mero & Zambrano, 2012, p. 28)



Figura 10 Visor de Líquido

Fuente: Calor y Frio

2.19 Presostato

Son elementos activados por presión, tienen la función de abrir o cerrar el circuito mediante uno o varios contactos normalmente cerrados o abiertos. (Alarcón, 2010, p. 64)



Figura 21 Presostato
Fuente: Calor y Frio

2.19.1 Presostato de alta presión

Se conectan a la descarga del compresor, su función es impedir que, en la zona de alta presión, se alcance valores que afecten al rendimiento de la instalación o a la seguridad de las personas. Se regulan a una determinada presión, y cuando la instalación alcanza ese valor, el Presostato para el compresor. (Rojas, 2015, p.59)

2.19.2 Presostato diferencial de aceite

Es un interruptor de seguridad que protege al compresor contra la presión del aceite. Se conecta a la aspiración y a la descarga de la bomba de lubricación. La presión del aceite de lubricación, es la diferencia entre la presión de impulsión del aceite y de la aspiración. El Presostato actúa según esta diferencia, que como dato referencial es menos a 1bar. (Rojas, 2015, p. 60)

2.20 Manómetro

Los manómetros son instrumentos que se utilizan para medir diferencia de presión en términos de la altura de una columna de líquido. Los manómetros son instrumentos de medición que ayuda a visualizar la presión manométrica de los fluidos como gases, líquidos, etc.; en el área de climatización este dispositivo es utilizado para medir la presión

tanto en el lado de alta (Rojo) como en el lado de baja (Azul) en el circuito. (C. Calderón & Chamorro, 2001, p. 20)



Figura 12 Manómetros
Fuente: Calor y Frio

2.20.1 Manómetro tipo Diafragma

El manómetro tipo diafragma es probablemente el mejor ejemplo de una unidad de medición de presión con un verdadero equilibrio de fuerzas. Estos están diseñados con un área relativamente grande de material flexible, tiene buenas cualidades sensoras y es fácilmente deformable que va sujeto a un pistón. (Calderón & Chamorro, 2001, Pág. 6)

2.20.2 Manómetro de tubo Bourdon

Es el más común que se utiliza para medir presión, ya que es un instrumento que sus mecanismos no son muy complejos cubriendo alcances desde 0 a 300 bar y desde 0 a 100000 psi, así como también vacío, ya que la presión de vacío nunca va a llegar a cero. (Calderón & Chamorro, 2001, p.27)

2.21 Refrigerante

Por la necesidad de encontrar medios artificiales para la producción de frío se han creado productos químicos llamados refrigerantes, donde son productos químicos líquidos, fácilmente licuable, que es utilizado como medio transmisor de calor entre otros

dos en una máquina térmica. Los principales usos son los refrigeradores y acondicionadores de aire. (Ávila, Castillo & Gómez, 2013, p. 35)

Hoy en día existen muchas clases de líquidos refrigerantes, ya que varían según el tipo de equipo a utilizar; también existen refrigerantes ecológicos que no son nocivos para el medio ambiente como lo son:

- Agua
- Aire
- Propano
- Hidrocarburo
- Amoniaco

Actualmente existen muchos equipos de climatización que se comercializan con etiquetas ecológicas pero que su refrigerante es R410, el cual no es el más ecológico, pero sí de mejor calidad en cuestión ambiental, esto se puede evidenciar en este proyecto.

2.21.1 Refrigerante 410

Este refrigerante está compuesto por una mezcla de dos componentes: Refrigerante 125 (pentafluoretano) que tiene uno de los mejores índices de calidad de primera clase con un porcentaje de pureza del 99,8% y el Refrigerante R32 (hidrofluorocarbono) que es un refrigerante del tipo HFC puro, este tiene un índice de Potencial de Calentamiento Atmosférico bajo o GWP por sus siglas en inglés (Global Warming Potential).

El refrigerante R410 es una mezcla no azeotrópica compuesta de R-125 y R-32; actualmente se utiliza fundamentalmente en muchos equipos de aire acondicionado. Es un producto químicamente estable, con un bajo deslizamiento de temperatura y baja toxicidad. (Pérez, 2014, p. 25)

Este tipo de refrigerante tiene varias características positivas tal como lo asegura(J. Torres, 2014, p. 24)

- No dañan la capa de ozono
- Tienen efecto invernadero muy bajo

- No es tóxico ni inflamable
- Son estables en condiciones normales de presión y temperatura
- Son eficientes energéticamente.

2.22 Cañería de cobre

El cobre es un material excelente para la fabricación de tuberías utilizadas en el transporte de agua o gas. Gracias a su gran capacidad para soportar altos niveles de presión, se los puede fabricar rígidos y flexibles, tienen un alto nivel de resistencia ante la corrosión, uno de los usos más importantes en la actualidad se da en las instalaciones de equipos de refrigeración, en donde las cañerías de cobre son las que conectan todo el ciclo de refrigeración por donde circula el refrigerante tanto en estado líquido como en gaseoso.

2.23 Soldadura de plata

Es utilizada en la parte de refrigeración ya que esta ayuda a reparar fugas en las cañerías de cobre del circuito. En el mercado se puede encontrar soldadura al 0%, 5%, 10%, 15% ya que de acuerdo al porcentaje que se elija dependerá su costo ya que si se usa a un porcentaje mayor del 15% tendrá un costo más elevado y por lo general esta soldadura se utiliza en lugares críticos ya que se funden a menos temperatura.

2.24 Disyuntor

Comúnmente conocido como breaker, es un dispositivo el cual tiene la función de encender y apagar el equipo. Se lo adquiere según la cantidad de corriente que exige el equipo acondicionador de aire, ya sea para para interrumpir el paso de la corriente cuando esta tenga un pico elevado de la misma y así, el equipo pueda estar protegido y no ocurra ningún tipo de daño.



Figura 33 Disyuntor

Fuente: Siemens

2.25 Capacitor

La importancia del capacitor en el motor del compresor es ayudar a que éste se encienda sin elevar el pico de corriente en el arranque del equipo y la regula en la marcha evitando daños en el dispositivo y sus componentes.

En las instalaciones eléctricas uno de los problemas más comunes es el bajo factor de potencia, también relacionado con la calidad del suministro de la energía eléctrica, por los conceptos de las variaciones de voltaje y las pérdidas en las instalaciones, alrededor de estos existen implicaciones económicas importantes. Sus fundamentos se encuentran en los conceptos básicos de los circuitos de corriente alterna, con referencia en las potencias activas, reactivas y aparentes. (Camacho, 2015, Pág. 126)

2.26 Termostato

Es el encargado de regular la temperatura, que se tenga un control en el área que se desea enfriar, su función principal es abrir y cerrar el circuito cuando este detecta el nivel de temperatura deseado o también puede ser configurado según la exigencia del usuario.

El termostato es un componente de un sistema de control empleado para mantener temperatura en un punto o rango predeterminado de un sistema o ambiente y los hay de muchos tipos, digitales, analógicos, mecánicos, electrónicos, proporcionales, una o más etapas, etc. Pueden ser tan simples como una lámina bimetálica hasta tan complejos como un microprocesador. (Licto & Tapa, 2007, Pág. 48)

2.27 Luz piloto

Estas luces ayudan a que la persona que esté operando un equipo se percate si este encendido o apagado ya que por lo general se usan dos colores principales lo cual es el color verde para indicar que el equipo esta encendido y color rojo cuando el equipo está apagado. Para este proyecto se usarán luces piloto adicionales para representar las fallas del equipo.



Figura 44 Luz Piloto
Fuente: Calor y Frio

CAPÍTULO III

Elaboración de Proyecto

Para la elaboración de este proyecto de simulación de fallas se ha considerado una de las principales problemáticas que presenta la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la cual es la falta de simuladores o tableros didácticos para poder simular situaciones reales que se apliquen en equipos de climatización. En el Ecuador en los últimos años se ha visto como ha crecido la demanda de equipos de climatización, sobretodo en la ciudad de Guayaquil por sus altas temperaturas y nivel de humedad; por lo tanto, es un mercado que por defecto no dejará de crecer.

Bajo esta premisa, se realiza este módulo de simulación de fallas, para que en el aprendizaje de la materia de climatización sea un complemento indispensable para la siguiente generación de Ingenieros de la UCSG.

A través de la implementación de un simulador didáctico con la guía adecuada para la simulación de casos de fallas reales en equipos acondicionadores de aire tipo *Split* se desea brindar prácticas que se asemejen a la realidad para formar personal capacitado para poder brindar una solución eficaz. Se debe tener en cuenta que este equipo estará a disposición de los estudiantes en el laboratorio de Electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG; de esta manera se podrá comprender mucho mejor y a detalle el ciclo de la refrigeración y desempeñarse con mayor confianza en el área de climatización.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y ELABORACIÓN DEL TABLERO

A continuación, se detalla las actividades realizadas para la construcción del simulador de fallas de sistemas de climatización.

3.1 Cronograma de actividades

Tabla 2: Cronograma de actividades.

Fuente: Harold Gherardy de Janon

NO.	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FINAL
1	Selección de datos de los materiales a usar	6/11/2019	11/11/2019
2	Cotización de Aire Acondicionado tipo <i>Split</i>	16/11/2019	17/11/2019
3	Compra de Aire acondicionado tipo <i>Split</i>	23/11/2019	23/11/2019
4	Cotización de Materiales de la mesa para la estructura del simulador	27/11/2019	01/12/2019
5	Compra de Materiales de la estructura	09/12/2019	12/12/2019
6	Construcción de la estructura	14/12/2019	20/12/2019
7	Diseño de módulo	06/01/2020	11/01/2020

8	Traslado del Aire Acondicionado al taller de pruebas	18/01/2020	18/01/2020
9	Desarmado del compresor del Aire acondicionado	25/01/2020	25/01/2020
10	Charla sobre climatización Ing. Reinaldo Guillen Gordín, PhD	29/01/2020	30/01/2020
11	Traslado de estructura a la UCSG.	Por definir	Por definir

3.2 Resultados Generales

Siguiendo los lineamientos de las actividades planteadas para este proyecto, se ha culminado un 80% del módulo simulador de fallas de equipos de climatización; el equipo adquirido está en buen estado y listo para su instalación como herramienta de aprendizaje.

Fase 1: Diseño e implementación de un tablero didáctico en equipos de climatización de tipo Split.

A continuación, se detallará el paso a paso de la fabricación de la estructura metálica que servirá como tablero para el módulo de fallas de sistema de climatización.

Paso 1

Para la elaboración del tablero se inicia con tres tubos cuadrados de $1\frac{1}{4}$ x 1/5 mm, que tienen 7 metros de largo; luego de tomar las medidas necesarias se procede a soldar toda la estructura. A continuación, se muestra la cantidad en metros y el número de piezas cortadas.

CANTIDAD EN METROS	NÚMERO DE PIEZAS
1.50 M	5
0.70 M	5
0.80 M	2
1.75 M	2

Tabla 3: Cantidad de piezas. **Fuente:** Harold Gherardy de Janon

Se utilizó un total de 16,70 metros de tubería, las herramientas que se utilizaron en esta actividad fueron: amoladora, disco de corte y flexómetro.



Figura 15 Tubos Cuadrados
Autor: Harold Gherardy de Janon

Paso 2

Se empieza a soldar las partes que servirán de base y armazón de la estructura.



Figura 56 Armazón de la estructura
Fuente: Harold Gherardy



Figura 67 Armazón de la estructura
Fuente: Harold Gherardy

Paso 3

Se añaden refuerzos en la base donde estará colocado el compresor .



Figura 78 Refuerzo de la estructura
Fuente: Harold Gherardy

Paso 4

Se culmina la soldadura de uniones de los tubos cuadrados que conforman la estructura metálica.



Figura 89 Refuerza de la estructura
Fuente: Harold Gherardy

Paso 5

Se procede a hacer la limpieza de los excesos de soldaduras en las uniones de la estructura y agregar la plancha de soporte y la plancha perforada donde estará ubicado el evaporador.



Figura 20 Estructura libre de exceso de soldadura
Fuente: Harold Gherardy

Paso 6

Una vez hecha la limpieza de excesos de soldadura se cubre la estructura con una primera capa de pintura anticorrosiva, para luego ser pintada al horno.



Figura 21 Proceso de Pintura
Fuente: Harold Gherardy



Figura 22 Primera capa de pintura
Fuente: Harold Gherardy



Figura 23 Pintado de cajones
Fuente: Harold Gherardy

Paso 7

Luego del proceso del pintado al horno para fines estéticos, este es el resultado. Un tablero útil para poder ser utilizado en el laboratorio de electricidad.



Figura 24 Tablero finalizado
Fuente: Harold Gherardy

Paso 8

Se agregan cuatro garruchas con freno para poder tener facilidad de movilización del tablero.



Figura 25 Instalación de garruchas
Fuente: Harold Gherardy

Paso 9

Cubrir la estructura con plástico de embalaje para evitar ralladuras en la movilización.



Figura 26 Tablero cubierto de plástico de embalaje.
Fuente: Harold Gherardy

Fase 2: Instalación del evaporador, desarmado del compresor y condensador para nueva configuración.

Paso 1

Se procede a realizar la instalación parcial del equipo *Split* en el tablero.



Figura 27 A/C Tipo Split
Fuente: Harold Gherardy

Paso 2

La intención es separar las partes que conforman el ciclo de refrigeración para que puedan ser observadas por los estudiantes que practiquen en este tablero y puedan entender mejor el funcionamiento, se procede a desarmar la unidad condensadora donde se encuentra el compresor y la válvula de expansión.



Figura 28 Interior de la Unidad Condensadora
Fuente: Harold Gherardy

Paso 3

Con la ayuda de un manómetro y herramientas básicas como destornillador y llaves, se realiza el proceso de vacío del gas refrigerante R410.



Figura 29 Proceso del vacío del compresor
Fuente: Harold Gherardy

Paso 4

Una vez realizado el vacío del equipo, se procede a cortar las cañerías para poder retirar el compresor que está sujetado con penos.



Figura 30 Separación del compresor
Fuente: Harold Gherardy

CAPITULO IV

Elaboración de Manual o Guías prácticas para llevar a cabo la simulación de fallas en equipos de climatización tipo Split.

En este punto se empieza con la elaboración y explicación paso a paso de las simulaciones que se pueden llevar a cabo con el módulo simulador de fallas de climatización, se debe considerar el respectivo cálculo de la carga térmica.

Simulación 1: Revisión de funcionamiento del compresor.

Objetivo general

Aprender e identificar el estado en que se encuentra el compresor de fabricación regular; guiándose por las conexiones eléctricas de los diagramas de fábrica y siguiendo las instrucciones que indica el docente.

Objetivos específicos

- Identificar si en este caso las bobinas del compresor se encuentran en buen estado para que el equipo cumpla su función de manera correcta.
- Identificar y aprender los símbolos eléctricos que tiene cada bobina.
- Entender los conceptos dictados por el docente.

Materiales a utilizar

- Tablero didáctico / Simulador de fallas.
- Compresor
- Multímetro
- Diagrama eléctrico de conexiones.
- Protecciones personales (Guantes, gafas, botas)

Desarrollo

Paso 1: Reconocer el equipo en que se va a trabajar.

Paso 2: Utilizar las debidas protecciones personales.

Paso 3: Apagar totalmente el equipo.

Paso 4: Revisar los diagramas de conexión.

Paso 5: Desconectar el compresor del equipo.

Paso 6: Medir las bobinas y comprobar si el compresor se encuentra en buen estado.

Paso 7: Una vez realizada la práctica conectar nuevamente el compresor con la ayuda del docente.



Figura 30 Medición de las bobinas del compresor

Fuente: Harold Gherardy

Ejemplos de medición:

R = Marcha.

S = Arranque.

C = Común.

Si el compresor se encuentra en buen estado, cada bobina deberá mostrar un valor de resistencia.

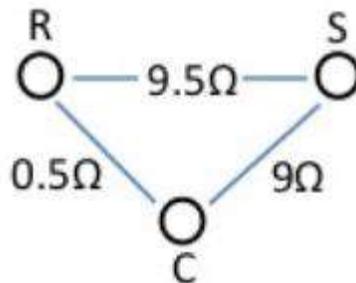


Figura 31 Proceso del vacío del compresor

Fuente: Grisman, 2016

Cuando el compresor se encuentra en estado de corto, al medir con el multímetro una de las bobinas debe marcar cero.

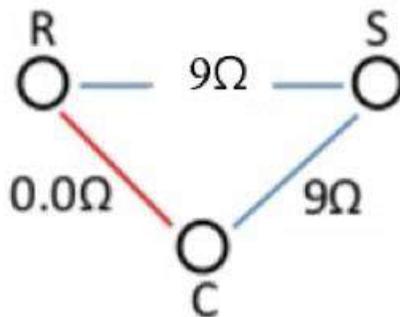


Figura 32 Bobina en cortocircuito

Fuente: Grisman, 2016

Si al realizar la medición una de las bobinas no arroja ningún resultado, esa bobina estará abierta y será necesario cambiar el equipo compresor.

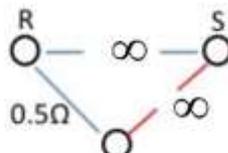


Figura 33 Bobina abierta del compresor

Fuente: Grisman, 2016

Si el compresor muestra resistencia, cero o continuidad en cualquiera de sus bobinas a la carcasa, ese compresor estará aterrizado.

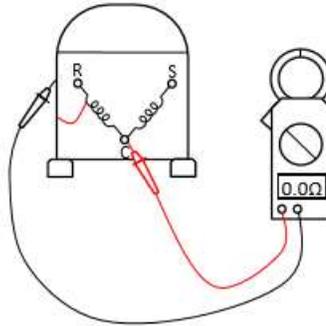


Figura 34 Compresor aterrizado
Fuente: Grisman, 2016

Conclusión

Con la realización de esta práctica se pretende que el estudiante pueda identificar el estado de un compresor de aire acondicionado verificando en qué estado se encuentran las bobinas.

Recomendaciones

Realizar las mediciones de las bobinas correctamente y con la ayuda del docente dejar conectado nuevamente el equipo como se encontró si el compresor tiene una falla en sus bobinas comunicar al docente encargado para tomar las medidas necesarias.

Preguntas

¿Por qué es importante medir las bobinas del compresor inverter?

¿Si al momento de medir las bobinas una marca cero el compresor en qué estado se encuentra?

¿Cuál es el nombre que llevan cada una de las iniciales que tiene cada bobina?

¿Qué medidas debemos tomar si al realizar la medición la bobina está abierta?

Simulación 2: Verificación de fallas del circuito eléctrico

Objetivo general

Analizar y verificar el estado en que se encuentra el cableado de las conexiones eléctricas y los elementos que contiene el equipo acondicionador de aire.

Objetivos específicos

- Verificar el funcionamiento de los elementos eléctricos del módulo.
- Revisar que el cableado del módulo se encuentre en buenas condiciones y perfectamente conectado a los elementos del equipo.

Materiales a utilizar

- Módulo de simulación de fallas tipo Split.
- Esquemas eléctricos.
- Multímetro o amperímetro.
- Destornilladores (plano y estrella).
- Brocha.
- Protecciones personales (Guantes, Gafas).

Desarrollo

Paso 1: Reconocer el equipo en el que se va a trabajar.

Paso 2: Esperar a que el docente de la orden de comenzar con la práctica.

Paso 3: Utilizar las debidas protecciones personales.

Paso 4: Apagar totalmente el equipo.

Paso 5: Revisión del enchufe 220vac limpiar y apretar los terminales, revisar que no haya un falso contacto internamente en su conexión, revisar que no esté en corto circuito.

Paso 6: Verificar el estado del disyuntor comenzando con una limpieza, apretando sus terminales, revisar el estado en que se encuentran los terminales, y con el multímetro medir la continuidad en ambos terminales.

Paso 7: Revisión de luces pilotos, limpiar sus contactos y apretar sus terminales, revisar el estado que se encuentran sus terminales, verificar que se encienda la luz verde al encender el equipo y la luz roja al apagarlo.

Paso 8: Revisión del capacitor, limpiar y apretar sus terminales, revisar el estado en que se encuentran sus terminales, con el multímetro medir la capacitancia.

Paso 9: Revisión del termostato limpiar y apretar sus terminales, verificar el estado que se encuentran sus terminales, medir continuidad en sus contactos.

Paso 10: Revisión del compresor, limpiar y apretar sus terminales, con el multímetro medir la resistencia de cada bobina.

Conclusión

Tener conocimientos de que partes del simulador didáctico se deben de verificar periódicamente para poder tener el módulo en óptimas condiciones de funcionamiento y en parte darle un poco de mantenimiento a esos elementos con la ayuda del docente.

Recomendaciones

Seguir correctamente las indicaciones de la guía de prácticas para lograr una buena verificación en el módulo siempre usando las debidas protecciones personales y las herramientas adecuadas.

Preguntas

¿Qué no más se le debe hacer al momento de realizar la verificación en un termostato?

¿Cuáles son las partes que se deben verificar del circuito eléctrico?

¿Cuál es la importancia de ajustar los terminales?

Simulación 3: Manipulación de la válvula de servicio y purga del refrigerante.

Objetivo general

Aprender cómo funciona y como operar la válvula de servicio del acondicionador de aire tipo Split con la ayuda del docente.

Objetivo específico

- Verificar que tipo de válvula de servicio tiene el equipo a manipular.
- Localizar donde se encuentra ubicada la válvula de servicio.

Materiales a utilizar

- Módulo de simulación de fallas tipo Split.
- Válvula de servicio.
- Llave hexagonal (Allen) 4mm.
- Protecciones personales (Guantes, Gafas, Mandil).

Desarrollo

Paso 1: Reconocer el equipo en el que se va a trabajar.

Paso 2: Esperar a que el docente de la orden de comenzar con la práctica.

Paso 3: Utilizar las debidas protecciones personales.

Paso 4: Apagar totalmente el equipo.

Paso 5: Realizar el purgado del refrigerante.

Paso 6: Punzar solo 5 segundos el obús para purgar el aire que se encuentra en la evaporadora.

Paso 7: Tener abierto la válvula de dos vías y la de tres vías cerrada.

Paso 8: Se procede a abrir la válvula de 3 vías para que inicie el funcionamiento.

Ejemplo de válvulas de servicio

Las válvulas de servicio se encuentran en la condensadora del equipo acondicionador de aire las cuales son:

Válvula de 2 vías es la de líquido.

Válvula de 3 vías es la de gas.

Por lo cual a continuación se muestra una tabla en la cual se observa las partes de cada una de las válvulas y como manipularlas.

	Válvula de 2 vías (líquido)	Válvula de 3 vías (gas)	
Operación	Posición de la llave	Posición de la llave	Obús de carga
Transporte	Cerrada (Tapón puesto)	Cerrada (Tapón puesto)	Cerrado (Tapón puesto)
Vacío (instalación y reinstalación)	Cerrada	Cerrada	Abierto (conectado a la bomba de vacío)
En funcionamiento	Abierta (Tapón puesto)	Abierta (Tapón puesto)	Cerrado (Tapón puesto)
Trazado (Recogido de refrigerante en la ud. ext.)	Cerrada	Abierta	Abierta (conectado al manómetro de baja)
Vacío (mantenimiento)	Abierta	Abierta	Abierto (conectado a la bomba de vacío)
Recarga (mantenimiento)	Abierta	Abierta	Abierto (conectado a la botella de refrigerante)
Comprobación de presiones	Abierta	Abierta	Abierta (conectado al manómetro)

Figura 35 Descripción de válvulas de servicio

Fuente: Juan, 2013

Conclusión

Lograr un conocimiento más avanzado sobre las válvulas de servicio para saber las funciones que realizan y como manipularlas correctamente con la ayuda del manual de funcionamiento y el docente encargado.

Recomendación

Reconocer cual es la válvula de 2 vías y la de 3 vías para no cometer error a al momento de realizar el purgado del refrigerante usar las herramientas correcta y protecciones personales.

Preguntas

¿Por qué es importante conocer sobre las válvulas de servicio?

¿La válvula de gas también es conocida como?

¿La válvula de líquido también es conocida como?

¿Qué llave se utiliza para abrir y cerrar la válvula de servicio?

Simulación 4: Descarga del gas refrigerante

Objetivo general:

Realizar la descarga del refrigerante que se encuentra en las cañerías del equipo de aire acondicionado tipo Split.

Objetivos específicos

- Aprender a retirar todo el refrigerante que contiene la unidad tipo Split.
- Aprender cómo y dónde conectar las mangueras del manómetro.

Materiales a utilizar

- Módulo de simulación de fallas tipo Split.
- Manómetro de alta y de baja.
- Botella con agua.
- Llave hexagonal 4mm.
- Protecciones personales (Guantes, Gafas, Mandil).

Desarrollo

Paso 1: Reconocer el equipo en el que se va a trabajar.

Paso 2: Esperar a que el docente de la orden de comenzar con la práctica.

Paso 3: Utilizar las debidas protecciones personales.

Paso 4: Apagar totalmente el equipo.

Paso 5: Quitar los tapones de la válvula de servicio del lado de baja.

Paso 6: Cerrar las llaves del manómetro del lado de alta y de baja.

Paso 7: Conectar la manguera azul en el manómetro y después conectarla en la válvula de servicio del lado de baja.

Paso 8: Conectar la manguera amarilla en el manómetro y después colocarla en una botella con agua.

Paso 9: Abrir la llave de la válvula de servicio con ayuda de la llave hexagonal.

Paso 10: Abrir la llave del manómetro para que comience la descarga del refrigerante y esperar unos 10 minutos hasta extraer todo el refrigerante. 60

Paso 11: Una vez extraído todo el refrigerante se procede a cerrar la llave del manómetro seguido de la llave de la válvula de servicio.

Paso 12: Desconectar la manguera azul de la válvula de servicio y sacar la manguera amarilla de la botella con agua.

Paso 13: Colocar los tapones de la válvula de servicio.

Conclusión

Con ayuda de esta sencilla y útil práctica se logrará ganar conocimiento sobre la manera correcta de extraer el refrigerante que contiene las cañerías del equipo acondicionador de aire tipo Split

Recomendaciones

Seguir siempre las indicaciones del docente siguiendo correctamente los pasos adecuados para realizar esta práctica para que la válvula de servicio ni los acoples de las mangueras del manómetro no sufran ningún daño, siempre tener en cuenta que para realizar esta práctica es importante y recomendable siempre usar una botella o envase con agua para poder atrapar el refrigerante y no quede regado en el entorno.

Preguntas

¿Por qué se le realiza la descarga del refrigerante al equipo de aire acondicionado?

¿Por qué lado se realiza la descarga de refrigerante?

¿Dónde debemos colocar la manguera amarilla que está conectada al manómetro?

¿Por qué se es importante al momento de realizar la descarga del refrigerante utilizar una botella con agua?

Simulación 5: Cómo hacer vacío a una unidad tipo *Split*.

Objetivo general

Aprender a realizar el vacío al compresor de un equipo acondicionador de aire tipo *Split* la importancia que esta tiene el mismo y conocer qué puede pasar si no se realiza el vacío en el momento de la instalación.

Objetivos específicos

- Realizar el vacío en el equipo para evitar que haya aire en el circuito de refrigeración y evitar daños.
- Aprender a utilizar el manómetro y la bomba de vacío.

Materiales a utilizar

- Módulo de simulación de fallas tipo *Split*.
- Diagrama de conexión.
- Manómetro de alta y de baja.
- Bomba de vacío.
- Mangueras para el manómetro.
- Protecciones personales (Guantes, Gafas).

Desarrollo

Paso 1: Reconocer el equipo en el que se va a trabajar.

Paso 2: Esperar a que el docente de la orden de comenzar con la práctica.

Paso 3: Utilizar las debidas protecciones personales.

Paso 4: Apagar totalmente el equipo.

Paso 5: La manguera del lado de baja del manómetro conectar al obús de la válvula de gas.

Paso 6: La manguera de servicio del manómetro conectarla a la bomba de vacío.



Figura 36 Conexión de la manguera a la válvula de servicio
Fuente: Harold Gherardy



Figura 37 Apertura de llaves de válvula de servicio
Fuente: Harold Gherardy

Paso 7: Iniciar el funcionamiento de la bomba de vacío y abrir la llave del lado de baja del manómetro. y se comenzara a mover la aguja del manómetro del lado de baja de 0 HASTA 30 inHg. Se mantendrá el funcionamiento de la bomba de vacío por 10 minutos. (Si al abrir la llave del lado de baja el manómetro no cambie de 0 hasta 30 inHg esto quiere indicar que circuito está abierto).

Paso 8: Cerrar la llave del lado de baja del manómetro y apagar la bomba de vacío. Observar aproximadamente unos 6 minutos que la aguja no se mueva. Para así confirmar que no existe fugas en el circuito. Si esta lleva a moverse quiere decir que existe fuga en el circuito y tendrá que ser detectada para una reparación.

Paso 9: Con la ayuda de una llave hexagonal de 4 mm se procederá a abrir las válvulas de servicio.

Paso 10: Desconectar la manguera del manómetro del obús y de la bomba de vacío.

Paso 11: Colocar los tapones en las válvulas.

Esquema de conexiones

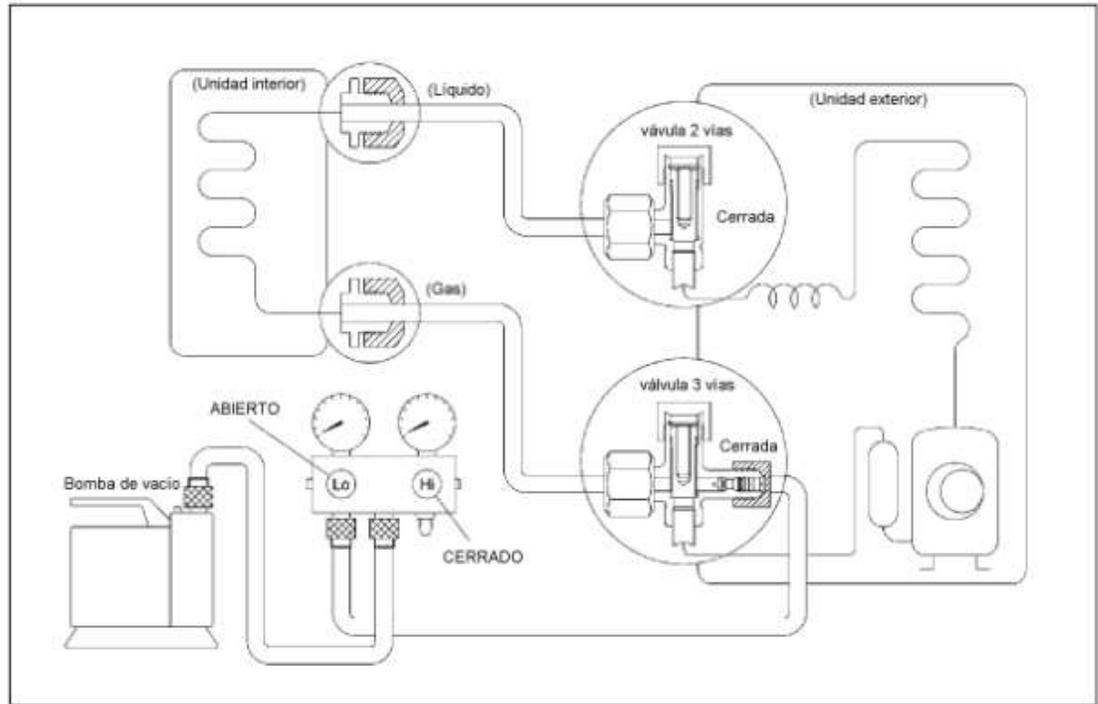


Figura 38 Apertura de llaves de válvula de servicio

Fuente: Panasonic Service

Conclusión

Es de vital importancia realizar el vacío en un equipo acondicionador de aire tipo Split ya que si no se realiza esto ocasiona que las presiones del refrigerante tengan variaciones y tenga una deficiencia en la capacidad de refrigeración y no realice correctamente su función como también el compresor sufre daños y por consiguiente puede terminar averiándose.

Recomendación

Realizar las prácticas con las instrucciones del docente y ayudándose con el manual de funcionamiento del simulador de fallas del acondicionador de aire tipo Split, utilizar correctamente las herramientas adecuadas y sus debidas protecciones personal.

Preguntas

¿Por qué es importante realizar el vacío en un equipo acondicionador de aire?

¿Dónde se conecta la manguera del lado de baja presión?

¿Qué manguera se conecta a la bomba de vacío?

¿Qué sucede si la aguja no se mueve de 0 Hasta-30 inHg al abrir la llave del lado de baja?

Simulación 6: Recarga de Refrigerante

Objetivo general

Realizar la recarga del gas refrigerante en el equipo acondicionador de aire Split después de haber realizado el vacío con la ayuda de los manuales de funcionamiento y con la ayuda del docente.

Objetivos específicos

- Aprender paso a paso a recargar el refrigerante R-410 al circuito de refrigeración.
- Aprender a utilizar el manómetro y como conectar las mangueras para efectuar la recarga del refrigerante.

Materiales a utilizar

- Módulo de simulación de fallas tipo Split.
- Diagrama de conexión.
- Manómetro de alta y de baja.
- Mangueras para el manómetro.
- Refrigerante 410.
- Protecciones personales (Guantes, Gafas).

Desarrollo

Paso 1: Reconocer el equipo en el que se va a trabajar.

Paso 2: Esperar a que el docente de la orden de comenzar con la práctica.

Paso 3: Utilizar las debidas protecciones personales.

Paso 4: Apagar totalmente el equipo.

Paso 5: Conectar la manguera de servicio a la botella de refrigerante utilizando una báscula electrónica.

Paso 6: Conectar la manguera del lado de baja al obús.

Paso 7: Purgar de aire la manguera de servicio.

Paso 8: Abrir la llave del manómetro del lado de baja y comenzar con la recarga del refrigerante.

Paso 9: Realizar con cuidado la recarga del refrigerante ya que si se excede en la recarga podría este romperse y por ende el daño del compresor.

Paso 10: Cerrar la llave del manómetro del lado de baja y desconectar la manguera del obús de la válvula de 3 vías cuando se llegue a la presión deseada.

Paso 11: Colocar los tapones en las válvulas.

Esquema de conexión

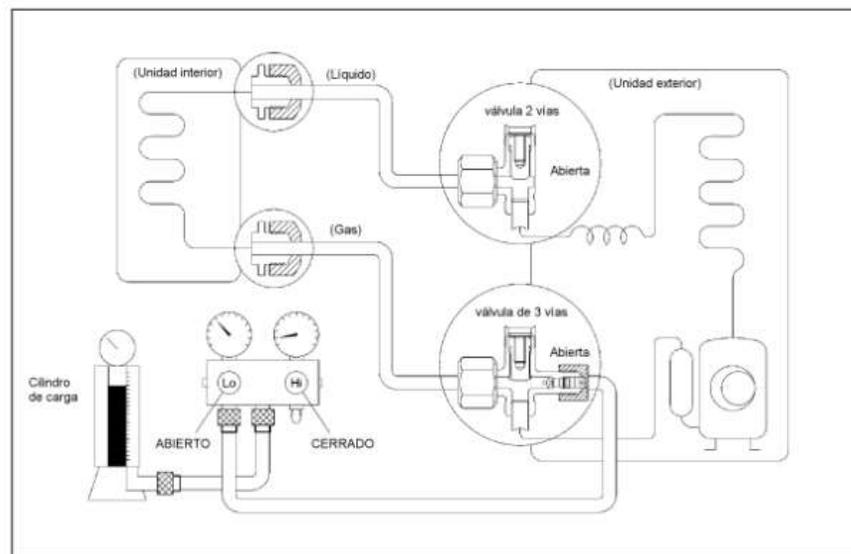


Figura 39 Carga del refrigerante R410

Fuente: Panasonic Service

Conclusión

La recarga de refrigerante es significativa ya que ayuda a que no se reduzca la capacidad y la eficiencia del equipo de acondicionador de aire.

Recomendación

Realizar correctamente la práctica con la ayuda de los manuales de funcionamiento y el docente para complementar lo aprendido en las clases de climatización industrial.

Preguntas

¿Por qué es importante realizar la recarga de refrigerante?

¿Qué manguera se conecta a la botella de refrigerante?

¿Qué tipo de refrigerante se utiliza para recargar el equipo?

Simulación 7: Verificación de fugas en el equipo de aire acondicionado.

Objetivo general

Realizar pruebas para comprobar si el equipo acondicionador de aire tiene algún tipo de fuga en el circuito con la ayuda de la guía de estudio y la del docente.

Objetivos específicos

- Aplicar un método común la análisis y detección de fugas en el equipo acondicionador de aire.
- Adquirir conocimiento sobre cómo detectar fugas en el acondicionador de aire.

Materiales a utilizar

- Módulo de simulación de fallas tipo Split.
- Agua.
- Jabón líquido.
- Esponja.
- Protecciones personales (Guantes, Gafas, Mandil).

Desarrollo

Paso 1: Reconocer el equipo en el que se va a trabajar.

Paso 2: Esperar a que el docente de la orden de comenzar con la práctica.

Paso 3: Utilizar las debidas protecciones personales.

Paso 4: Encender el equipo acondicionador de aire durante un tiempo aproximado de 15 minutos para que la presión del gas aumente.

Paso 5: Apagar totalmente el equipo.

Paso 6: Realizar una mezcla de agua y jabón en un recipiente.

Paso 7: Introducir la esponja en el recipiente y aplicar la espuma principalmente en el compresor y las uniones de la unidad externa e interna siempre siguiendo ese orden ya que es donde principalmente ocurre la fuga de gas.

Paso 8: Localizar la fuga de gas y tomar las medidas necesarias para corregirlas.

Métodos Alternativos

Para realizar la detección de fugas en un equipo acondicionador de aire existe algunos métodos uno de los más comunes y menos costoso es el descrito en la practica 7 el cual solo se utiliza agua jabón y una esponja para realizarlo, cabe recalcar que este método sirve solo si el equipo contiene gas refrigerante dentro de él, de ser lo contrario si el equipo ha perdido en gran parte el refrigerante se procede a utilizar un barrido de nitrógeno, otro método utilizado es el un equipo detector de fugas el cual se tendrá que ir pasando por la tubería y ese equipo indicara donde está la fuga.

Conclusión

Aplicar correctamente este método para detectar fugas en un equipo acondicionador de aire ya que es uno de los más comunes cuando todavía hay gas refrigerante dentro del equipo siempre utilizando la ayuda del docente.

Recomendación

Utilizar y seguir la guía de práctica para realizar correctamente el análisis de detectar fugas, siempre utilizando las debidas protecciones personales las cual ayudaran a proteger en caso de cualquier riesgo.

Preguntas

¿Cuál es la importancia de detectar fugas en un equipo acondicionador de aire?

¿En qué orden se debe comenzar a detectar las fugas?

¿Cuáles son los otros métodos que se puede usar para detectar fugas?

¿Para qué se enciende el equipo antes de comenzar a detectar fugas?

Simulación 8: Cálculo de la carga térmica

Objetivo general

Calcular la carga térmica para saber qué equipo colocar en el lugar que se desea climatizar.

Objetivos específicos

- Aprender a calcular la carga térmica.
- Reconocer el tipo de equipo a colocar en un área determinada.

Formulas a utilizar.

Para calcular la carga de pared y de techo.

S= Superficie (m²)

T= Variación de Temperatura (t₂-t₁)

K= Coeficiente de transmisión ($K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{e}{x} + \frac{1}{\alpha_2}}$) $K = Kcalh * m^2 * c^{\circ}$

α_1 =Pared exterior

α_2 = Pared interior

x= Coeficiente de conductividad

e= Metros

Q= Calor $Q_{pared} = Kcalh * m^2 * c^{\circ} * S * T$

Para realizar el cálculo en los equipos.

E= Equipo (watts*cantidad)

Q= (Equipo (watts)×1.25)

Para realizar el cálculo de ventanas

$$Q_{\text{ventanas}} = \# \text{ventanas} * \text{area de ventanas} * \text{factor de incrementacion solar}$$

Para calcular la carga de las personas

$$Q_{\text{latente}} = \# \text{personas} * \text{calor latente}$$

$$Q_{\text{sensible}} = \# \text{personas} * \text{calor sensible}$$

$$Q_{\text{total de personas}} = Q_{\text{latente}} * Q_{\text{sensible}}$$

Sumar todos los resultados obtenidos

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{pared}} + Q_{\text{techo}} + Q_{\text{equipos}} + Q_{\text{ventanas}} + Q_{\text{personas}}$$

Tabla 2: Calor emitido por personas en watts
Fuente: (Miranda, 2005)

CUADRO DE ACTIVIDAD	28°C		27°C		26°C		24°C	
	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible
Sentado en reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Personas de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Personas que pasean	52	93	58	87	64	81	76	70
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151

Simulación 9: Falla del Sensor de temperatura del Evaporador

Objetivo

Demostrar una falla común en el equipo acondicionador de aire alterando la conectividad de sensor del evaporador.

Desarrollo:

Para esta prueba, bajo la configuración establecida en el tablero corresponde a la primera falla. Para esta prueba se ha conectado el sensor evaporador a un contactor a través de un interruptor para evitar su normal funcionamiento.



Figura 40 Sensor del evaporador en estado normal

Fuente: Harold Gherardy



Figura 41 Sensor del evaporador en estado error

Fuente: Harold Gherardy

Como resultado, la pantalla LCD del evaporador nos mostrará el siguiente mensaje “E3” que indica que hay una falla en el sensor de temperatura.



Figura 42 Mensaje de Error del sensor evaporador

Fuente: Harold Gherardy

Conclusión:

En un caso real, al mostrar este mensaje se debe proceder a realizar el cambio del sensor de temperatura para que el mensaje “E3” no aparezca nuevamente en la pantalla LCD del evaporador.

Recomendación:

Para esta prueba en específico se recomienda no encender el equipo, se puede realizar la simulación solo con el equipo energizado, ya que así el sensor recopila la información antes de encender el equipo.

Preguntas:

¿Qué sucede si luego de encender el equipo activo la falla del sensor de temperatura del evaporador?

¿Es posible que el fallo del sensor exista sin que se muestre un mensaje en la pantalla LCD del evaporador?

Simulación 10: Falla del Relé del Evaporador

Objetivo

Demostrar la falla del Relé del evaporador encargado de enviar las señales a los demás componentes del acondicionador de aire para que cumpla con el ciclo de Refrigeración.

Desarrollo:

Para esta prueba, que corresponde a la segunda falla configurada en el tablero se altera la conexión del Relé del evaporador que se encarga de enviar la señal al compresor y condensador para inicien con el proceso de refrigeración.

Para poder realizar esta prueba se debe encender el equipo acondicionador de aire y comprobar que evaporador empiece a hacer su intercambio de calor, para luego mover el interruptor que estará en estado normal a estado de error (se gira hacia la derecha).



Figura 43 Unidad evaporadora encendida

Fuente: Harold Gherardy



Figura 44 Falla del Relé del Evaporador

Fuente: Harold Gherardy

Conclusión:

Una vez activada la falla, se podrá notar que la unidad condensadora y el compresor dejarán de funcionar y el manómetro indicará la subida de presión de ambos lados ya que llegará a su punto de equilibrio.

Recomendación:

Se recomienda que cada vez que se realice la falla, se active el botón de paro para que el sistema del acondicionador de aire se reinicie y así evitar un daño en el compresor. Ya que si intentamos encender el equipo nuevamente el compresor demorará aproximadamente 3 minutos en encenderse.

Simulación 11: Falla del capacitor del evaporador.

Objetivo

Simular que el motor o turbina del evaporador no funciona ya sea por falta de mantenimiento, obstrucción o falla en el capacitor.

Desarrollo:

Para esta prueba, que corresponde a la tercera falla configurada en el tablero, se procede a desconectar el capacitor que enciende la turbina del evaporador para simular que el evaporador no expulsa con fuerza el aire frío y por ende se empieza a congelar la turbina.



Figura 44 Activación de falla del Cap. Del Evaporador

Fuente: Harold Gherardy

Conclusión:

Esta prueba demuestra una falla que sucede comúnmente en equipos que no tienen el correcto mantenimiento ya que por suciedad puede obstruir la turbina del evaporador lo que se traduce en poca eficiencia del mismo y al ser este un intercambiador de calor, la parte interior del evaporador empezará a congelarse.

Recomendación:

Se recomienda que cada vez que se realice la falla, se active el botón de paro para que el sistema del acondicionador de aire se reinicie. Recordar que es un tablero simulador por lo tanto no es recomendable dejar activada esta falla por mucho tiempo ya que solo es para un fin explicativo.

Simulación 12: Falla del Motor Ventilador del condensador

Objetivo

Simular que el ventilador del condensador deja de funcionar por alguna falla del capacitor y notar las posibles consecuencias.

Desarrollo:

Para esta prueba, que corresponde a la cuarta falla configurada en el tablero, se procede a desconectar el capacitor que enciende el ventilador del condensador para simular que el condensador no cumple su función principal.



Figura 45 Activación de falla del Condensador

Fuente: Harold Gherardy

Conclusión:

Una vez activada la falla, se podrá notar que la presión en alta subirá, así mismo subirá la temperatura del compresor hasta llegar a una temperatura máxima y en esta situación el dispositivo térmico interno o externo del compresor se desconectará. Si esto sucede se deberá abrir la unidad del evaporador donde se encuentra el compresor para revisar el problema y volver a conectarlo y reemplazar el capacitor del condensador.

Recomendación:

Se recomienda que cada vez que se realice la falla, se active el botón de paro para que el sistema del acondicionador de aire se reinicie y así evitar un daño en el funcionamiento general del equipo acondicionador de aire. De la misma manera se recomienda no dejar activada esta falla por más de un minuto ya que puede desconectarse el térmico del compresor por sobrecalentamiento.

Simulación 13: Falla del compresor.

Objetivo

Simular que el compresor deja de funcionar y no inicia el ciclo de refrigeración.

Desarrollo:

Para esta prueba, que corresponde a la quinta falla configurada en el tablero, se procede a desconectar el capacitor que enciende el compresor.



Figura 45 Activación de falla del Condensador

Fuente: Harold Gherardy

Conclusión:

Una de las razones por la cual se puede producir esta falla es porque existe algún corto circuito interno que está alterando el funcionamiento, o porque existe un daño en el capacitor.

Recomendación:

Recordar que se está manipulando la parte principal del equipo acondicionador de aire por lo que se recomienda hacer esta falla solo cuando sea necesario con un fin demostrativo, así se evitará un daño en el compresor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Teniendo en cuenta las teorías básicas de cómo funciona un sistema de climatización se puede notar que este proyecto será un recurso vital para desarrollar la materia de una manera más interactiva, en la cual irán de la mano los conocimientos teóricos junto con los prácticos.

Los parámetros considerados en este proyecto pretenden una continuidad considerable dentro del Laboratorio de Electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo para que tenga un uso exclusivamente educativo para realizar prácticas de simulaciones de fallas.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda que, en el proceso del vacío del compresor, para evitar que el gas refrigerante tenga contacto con el exterior se debe usar un envase lleno de agua donde se insertará una de las mangueras del manómetro donde será expulsado el refrigerante. De esta manera se ayudará a preservar la capa de ozono.

Es importante aterrizar el compresor para evitar futuros daños, ya que al ser un módulo de simulación se altera la configuración de ensamblaje de fábrica.

Para fines estéticos se recomienda usar recubrimiento espiral para compactar los cables y así poder tener una mejor manipulación en las instalaciones eléctricas que se encuentran en la parte posterior del tablero.

Referencias

- Aceromundo. (2018). Protocolo de montreal. *Protocolo de Montreal*.
<https://aceromundo.com.mx/protocolo-de-montreal/>
- Acosta, C., & Caizaluisa, J. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de cámara de ambiente controlado para el laboratorio de Investigación y Desarrollo de Pinturas Cóndor*. [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional].
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19834/1/CD-9240.pdf>
- Agraria, U. (2016). *Guía metodológica para trabajos de titulación*.
- Alarcón, J. (2010). *TRATADO PRÁCTICO DE REFRIGERACIÓN AUTOMÁTICA*.
- Almeida, R., & Andrade, J. (2015). *Diseño e Implementación de módulos didácticos para el Estudio de Sistemas de Climatización*. [Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10247/1/UPS-GT001332.pdf>
- Ávila, V., Castillo, M., & Gómez, J. (2013). *ANÁLISIS DEL USO DE GASES REFRIGERANTES POR EMPRESAS PYMES DEL SUR DE GUAYAQUIL. DISEÑO DE UN MANUAL DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL*.
Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20106/1/TESIS%20FINAL%20ANÁLISIS%20DE%20REFRIGERANTES%20Y%20RSE%2012.pdf>
- Buitrón, L., & Encalada, D. (2012). *Construcción de un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica apropiado para realizar prácticas en el laboratorio de electricidad de la Universidad Técnica del Norte*

[Universidad Técnica del Norte].

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1664/1/05%20FECYT%201420.pdf>

Calderón, C., & Chamorro, Z. (2001). *CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA CALIBRAR MANÓMETROS* [Tesis de Grado, Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7975/1/T-ESPE-ITSA-000128.pdf>

Calderón, M. (2016). *Manual buenas Prácticas en Refrigeración*. <http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/06/Manual-Buenas-Practicas.pdf>

Camacho, J. (2015). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL INDUCUERDAS* [Tesis de Grado, ESPOCH (Escuela Superior Técnica del Chimborazo)]. <file:///C:/Users/Harold/Downloads/108T0111.pdf>

Carvajal, V., Cando, W., & Valenzuela, M. (2011). *Construcción de un sistema de aire acondicionado automotriz agregándole un habitáculo* [Espol]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17105/1/ProyectoCarvajal.pdf>

Casanovas, I. (2005). *La didáctica en el diseño de simuladores digitales para la formación universitaria en la toma de decisiones: Un modelo teórico metodológico de diseño de simuladores de toma de decisiones basado en indicadores didácticos*. 2, 18.

Checa, M., & Caiza, P. (2012). *CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO VEHICULAR, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ*. [Tesis de Grado, ESPOCH (Escuela Superior Técnica del Chimborazo)].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2291/1/65T00047.pdf>

Chérrez, M. (2010). *REDISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO-FAISANES DEL POLIDUCTO ESMERALDAS-QUITO-MACUL* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/905/1/15T00446.pdf>

Claes López, M. (2016). *Estudio de eficiencia y adaptación de aires acondicionados convencionales a tipo inverter* (p. 34).
https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/289/Marc_Claes_Informe%20T%c3%a9cnico_v3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Colocho, N., Daza, P., & Guzmán, M. (2011). *Manual básico de sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura* (p. 169).
<https://es.slideshare.net/GerarGonzlez1/manual-bsico-de-sistemas-de-aire-acondicionado-y-extraccin-mecnica-de-uso-comm-en-arquitectura>

comercialfoisaweb. (2019, mayo 2). ▷ Tipos de filtros de Aire Acondicionado—!
CONOCELOS BIEN !. *ComercialFoisa*. <https://comercialfoisa.com/tipos-de-filtros-de-aire-acondicionado/>

- Contreras, G., & Carreño, P. (2012). Simuladores en el ámbito educativo: Un Recurso didáctico para la enseñanza. *PEDAGOGÍA*.
- Cuadrado, K. (2010). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CARCASA Y TUBOS PARA LABORATORIO DE TÉRMICAS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/893/1/15T00461.pdf>
- Echeverría, J. (2019). *Metodología para el uso del R290 en sustitución del R22 en acondicionadores de tipo ventana ubicados en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG para mejorar su eficiencia energética*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Enderica, N. (2011). *Diseño de un sistema de climatización para la clínica Hospital Esperanza de la ciudad de Machala*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Flores, M. (2017). *Optimización del sistema de aire acondicionado en el área de patio de comidas para el Centro Comercial San Marino, utilizando equipos de flujo de refrigerante variable*. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7740/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-95.pdf>
- Franco, I., & Álvarez, F. (2007). *Los simuladores, estrategia formativa en ambientes virtuales de aprendizaje*. 10.

- Giudicessi, S., Martínez, M., Saavedra, S., & Camperi, S. (2016). *Las Tecnologías y la enseñanza en la Educación Superior. Un simulador aplicado a la Integración de Conceptos enseñados en cursos de Posgrado.* 20.
<https://doi.org/10.15366/riee2016.9.2.001>
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación* (1ra Edición). Red Tercer Milenio.
http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta Edición). Mc GrawHi.
http://jbposgrado.org/material_seminarios/HSAMPIERI/Metodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf
- Jiménez, I. (2012). *Estudio de la transferencia de calor en ventanas Mexicanas en condiciones de clima frío mediante una cámara de ambiente controlado* [Tesis de Posgrado, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico.].
<http://www.cenidet.edu.mx/subplan/biblio/seleccion/Tesis/MM%20Ingrid%20Paulina%20Jimenez%20Garcia%202012.pdf>
- Jumbo, J., & Macas, R. (s. f.). *Diseño y construcción de un sistema de Aire Acondicionado para prácticas estudiantiles en la carrera de Ing. Electromecánica de la U.N.L.* Universidad Nacional de Loja.
- Licto, M., & Tapa, J. (2007). *CONSTRUCCIÓN DE UN PROGRAMADOR PARA UN CALENTADOR DE AGUA DOMESTICA (TERMOSTATO)* [Tesis de Grado,

Escuela Politécnica Nacional].

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1369/1/CD-0757.pdf>

Lion, C. (2018). *Los simuladores. Su potencial para la enseñanza universitaria.*

Macías, J. (2013). *Diseño de un Banco de pruebas para la Determinación del coeficiente de Transferencia de Calor por convección forzada, en chorros de Agua que impactan sobre una Superficie Metálica Calentada.* [Tesis de Grado, ESPOL].
<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90347/D-79878.pdf>

Mendoza, R. (1998). *IMPACTO DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL VIDRIO DURANTE EL FORMADO DE CONTENEDORES VITREOS* [Tesis de Posgrado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/619/1/1020120843.PDF>

Mero, J., & Zambrano, C. (2012). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para un sistema de refrigeración por compresión de vapor de IHP de capacidad, usando refrigerante R404A para proceso de carga, descarga, recuperación de refrigerante del sistema y simulación de fallas para el laboratorio de conversión de energía de D.E.C.E.M.* [Escuela Politécnica del Ejército].
<file:///C:/Users/Harold/Downloads/T-ESPE-033881.pdf>

Olivo, G., & López, D. (2011). *Diseño y construcción de cabinas de soldadura con extractor.* [Tesis de Grado, Universidad Internacional de Ecuador (U.I.D.E.)].
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/929/1/T-UIDE-0777.pdf>

ONU. (1987, septiembre 16). *Protocolo de Montreal*. Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono. <https://www.un.org/es/events/ozoneday/background.shtml>

Pérez, I. (2014). *REFRIGERACIÓN DE LOCAL COMERCIAL CON REFRIGERANTE R410A* [Universidad Carlos III de Madrid]. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/25307/PFC_Ignacio_Perez_Robledillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PNUMA. (2016). *Breve Reseña sobre el Protocolo de Montreal* (p. 3). PNUMA. https://unep.ch/ozone/Publications/MP_Brief%20primer-S.pdf

Ponce, D. (2015, abril 17). *Tipos de filtro de aire acondicionado*. El Blog de Airefrio - Su tienda de climatización. <https://www.airefrio.com/blog/blog/index.php/tipos-de-filtro-de-aire-acondicionado/>

Proaño, J. (2011). *Desarrollo y construcción de un banco de pruebas experimental de expansión del refrigerante 134a Para la Facultad de Ingeniería Automotriz de la U.I.D.E.* [Tesis de Grado, Universidad Internacional de Ecuador (U.I.D.E.)]. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/923/1/T-UIDE-0771.pdf>

Rojas, D. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE UN CUARTO FRÍO PARA EL LABORATORIO DE SEMILLAS DEL CENTRO BIOFORESTA, DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES, DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4210/1/25T00263.pdf>

Sandor A. Gerendas-Kiss. (s. f.). Corta historia del Protocolo de Montreal y los agujeros en la capa de ozono. *SGK-Planet de Sandor Alejandro Gerendas-Kiss*. Recuperado 27 de febrero de 2020, de <https://sgerendask.com/corta-historia-del-protocolo-de-montreal-y-los-agujeros-en-la-capa-de-ozono/>

Torres, J. (2014). *Diseño y construcción de un acondicionador de aire ecológico*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial.

Torres, L. (2008). *Materia. Definición, propiedades, cambios de la materia y energía, clasificación de la materia*. Universidad Los Angeles de Chimbote. <http://files.uladech.edu.pe/docente/32808245/QUIMICA%20GENERAL%20ODONTOLOGIA/SESION%202/QUIMICA%20%20TEMA%2002.pdf>



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Gherardy de Janon, Harold Orlando**, con C.C: # 0918496969 autor/a del trabajo de titulación: **Diseño e implementación de un módulo de simulación de fallas de un sistema de climatización tipo Split para uso en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, previo a la obtención del título de Ingeniería en Eléctrico – Mecánica en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **5 de marzo del 2020**

f. _____

Nombre: **Gherardy de Janon, Harold Orlando**

C.C: 0918496969



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño e implementación de un módulo de simulación de fallas de un sistema de climatización tipo Split para uso en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG		
AUTOR(ES)	Gherardy de Janon, Harold Orlando		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Jaime Rafael Hidalgo Aguilar		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ing. Eléctrico - Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ing. Eléctrico - Mec Ingeniero Eléctrico-Mecánica con mención en Gestión Empresarial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	5 de marzo del 2020	No. DE PÁGINAS:	81
ÁREAS TEMÁTICAS:	Electricidad, Mecánica		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Ciclo de Refrigeración, Climatización, Módulo de Simulación, Acondicionador de Aire, Split,		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El desarrollo de este trabajo de titulación es incentivar tanto a estudiantes como docentes el estudio y funcionamiento de los sistemas de climatización tipo Split, donde se logrará complementar el conocimiento teórico con el conocimiento práctico por lo que se diseña un módulo simulador de fallas, cuyos objetivos serán potenciar, diagnosticar e implementar manuales de prácticas para diferentes simulaciones de problemas que se puedan presentar en los acondicionadores de aire tipo Split. La metodología de investigación que se utilizan es documental, explicativa, analítica y de campo que nos permite afianzar los conocimientos teóricos. La construcción de este módulo es en un mueble metálico donde se instala un acondicionador de aire tipo Split decorativo acompañado de una serie de elementos y dispositivos que ayudará a realizar las prácticas. La implementación de este módulo simulador de fallas aportará al estudio, características, aplicaciones, análisis con sus respectivos manuales de experimentación, ensamblaje, prácticas y actividades para la realización de pruebas que permitan verificar los fundamentos teóricos adquiridos, que permitirán un mayor dominio sobre el campo de la climatización; con el fin de que en el futuro puedan promover estudios e implementaciones técnicas que puedan ser aplicados a sectores residenciales, comerciales e industriales para mejorar las habilidades dentro de esta área.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO AUTOR/ES:	CON	Teléfono: +593-0996138440	E-mail: harold.gherady@cu.ucsg.edu.ec/haroldgherady15@gmail.com
CONTACTO INSTITUCIÓN (COORDINADOR PROCESO UTE)::	CON LA INSTITUCIÓN DEL	Nombre: Ing. Philco Asqui, Luis Orlando	
		Teléfono: +593- 0980960875	
		E-mail: Luis.philco@cu.ucsg.edu.ec/ute@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			