



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO SIMULADOR DE  
AIRE ACONDICIONADO, CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN  
PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AUTOMOTRIZ**

**AUTOR: JUAN ESTEBAN PARREÑO MOYÓN**

**DIRECTOR: ING. MILTON REVELO**

**Quito, junio 2016**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016  
Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## PROYECTO DE TITULACIÓN

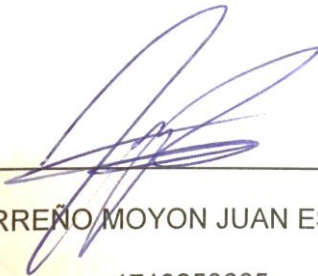
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1719258665
APELLIDO Y NOMBRES:	PARREÑO MOYON JUAN ESTEBAN
DIRECCIÓN:	ARTURO BORJA N3-46 Y MANOSALVAS
EMAIL:	<a href="mailto:juan.e.parreno@gmail.com">juan.e.parreno@gmail.com</a>
TELÉFONO FIJO:	023160415
TELÉFONO MOVIL:	0995673003

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO SIMULADOR DE AIRE ACONDICIONADO, CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ</b>
AUTOR O AUTORES:	<b>PARREÑO MOYON JUAN ESTEBAN</b>
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	<b>05/06/2016</b>
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	<b>ING. MILTON REVELO</b>
PROGRAMA	<b>PREGRADO X</b> <b>POSGRADO</b> <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	<b>INGENIERO AUTOMOTRIZ</b>
RESUMEN:	<p>El proyecto titulado “Diseño y Construcción de un Banco Simulador de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación para la Carrera de Ingeniería Automotriz” fue realizado para dar apoyo en servicio de los sistemas de aire acondicionado. Se realizó el proyecto con el objetivo diseñar y construir un banco de simulación de aire acondicionado, calefacción y ventilación para la carrera de Ingeniería Automotriz, material didáctico con el cual podrán desarrollar habilidades y destrezas en el aprendizaje de las materias de la carrera. El banco de pruebas estuvo realizado con componentes de un vehículo</p>

	<p>accidentado del cual se pudo recuperar sus partes y piezas del aire acondicionado y en base a esto se elaboró para que los estudiantes tengan un libre acceso en realizar los laboratorios de la materia. Los componentes del banco simulador fueron elementos básicos que llevan los sistema de un vehículo, empezando con un motor eléctrico el cual mediante una banda generó que el compresor tenga movimiento y comprimió el líquido refrigerante R134a que fluye por las cañerías hacia el condensador el cual lo transformó en líquido, luego de esto tuvo un proceso por el filtro secador que purificó impurezas del refrigerante, para que luego pase hacia la válvula de expansión y finalmente pasar por el evaporador que estuvo incorporado en el blower de ingreso hacia los conductos de entrada hacia la cabina de pasajeros, que en este caso fue un domo que recibió los cambios de temperatura. Dentro de este banco simulador se pudo comprobar el sistema de calefacción que posee unos componentes que van desde un recipiente de agua que en su interior dispone de un calentador de agua que simuló el proceso del motor de un vehículo, luego de esto la bomba de agua impulso la misma hacia los ductos de ventilación para que el blower realice el ingreso del aire caliente hacia el domo ya antes mencionado, terminando este proceso el agua vuelve hacia el recipiente para comenzar nuevamente el proceso del mismo.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The project entitled "Design and Construction of a Bank Simulator Air Conditioning, Heating and Ventilation Race Automotive Engineering" was conducted to support service of air</p>

	<p>conditioning systems.</p> <p>The project was conducted to design and build a bench simulating air conditioning, heating and ventilation for the Engineering Automotive, teaching material which may develop skills in learning the subjects of the race. The test is made with components of a crashed vehicle which could be recovered parts and fittings air conditioning and on this basis was developed for students to have free access to complete the labs in this area.</p> <p>The components of simulator bank were basic elements that carry system of a vehicle, starting with an electric motor which through generated the compressor has movement and compressed coolant R134a flowing through the pipes to the condenser side which transformed liquid, after it had a process for the drying filter that purified impurities coolant, to then pass to the expansion valve, and finally passing through the evaporator which was incorporated into the blower entrance to the inlet to the cabin passenger, which in this case was a dome received temperature changes.</p> <p>Within this simulator bank could check the heating system that has some components ranging from a container of water inside has a water heater that simulated the process of a motor vehicle, then this water pump push it toward the vents for the blower make the entry of hot air into the dome and above, ending this process the water returns to the vessel to begin the same process again.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

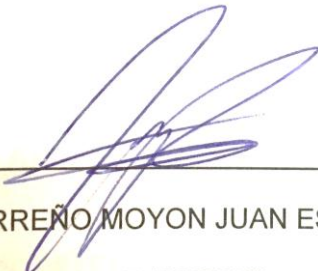
f.   
PARREÑO MOYON JUAN ESTEBAN  
1719258665

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **PARREÑO MOYON JUAN ESTEBAN**, CI 1719258665 autor/a del proyecto titulado Diseño y Construcción de un banco simulador de aire acondicionado, calefacción y ventilación para la Carrera de Ingeniería Automotriz previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

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 graduación 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 BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 5 de Junio de 2016

f.   
PARREÑO MOYON JUAN ESTEBAN  
1719258665

## DECLARACIÓN

Yo **Juan Esteban Parreño Moyón**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f: \_\_\_\_\_

PARREÑO MOYON JUAN ESTEBAN

1719258665



# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y Construcción de un Banco Simulador de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación para la Carrera de Ingeniería Automotriz**”, fue desarrollado por **Juan Esteban Parreño Moyón**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.



Ing. Milton Revelo

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 0400728242

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por todo el apoyo que me supieron dar, por el enorme sacrificio que han hecho para que yo pueda culminar mis estudios, por todos los valores que me inculcaron desde niño, a mi hermana y toda mi familia en especial a mis abuelitos Juan Parreño y Laura López que me prestaron su apoyo incondicional, al resto de personas y amigos que me dieron la confianza para seguir adelante con perseverancia y responsabilidad para cumplir mis metas. A cada uno de los profesores que no solo fueron nuestros maestros, sino también amigos que supieron darme las pautas necesarias para comprender y analizar todo lo que uno necesita saber acerca de la carrera.

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis maravillosa familia, en especial a mi mamá que ha sabido guiarme en todo momento en darme apoyo cuando más lo he necesitado y hacerme ver cada detalle que han dado a tomar decisiones en mi vida, lo dedico a mi padre ya que me ha apoyado en cada momento, cualquier cosa que necesite me ha ayudado en hacerlo o conseguirlo, al igual que mi abuelito que me ha ayudado en lo que ha podido. Este es un momento muy feliz en mi vida ya que paso a una nueva etapa con más propósitos para crecer profesionalmente, soy muy feliz por quién soy y por quienes están a mi lado en cada momento para apoyarme que son mi familia.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

<b>RESUMEN</b> .....	xix
<b>ABSTRACT</b> .....	xx
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
2.1. TERMODINÁMICA Y ENERGÍA .....	4
2.1.1. LEYES DE LA TERMODINÁMICA .....	4
2.1.2. TEMPERATURA Y LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA .....	5
2.1.3. ESCALAS DE TEMPERATURA .....	5
2.2. PRESIÓN .....	8
2.2.1. VARIACIÓN DE LA PRESIÓN CON LA PROFUNDIDAD .....	9
2.2.2. MANÓMETRO .....	10
2.3. PRESIÓN ATMOSFÉRICA .....	10
2.3.1. PRESIÓN ATMOSFÉRICA .....	10
2.4. TRABAJO .....	11
2.5. ENERGÍA .....	12
2.5.1. ENERGÍA CINÉTICA .....	12
2.5.2. ENERGÍA POTENCIAL .....	12
2.6. TRANSFERENCIA DE CALOR .....	13
2.6.1. CONDUCCIÓN .....	14
2.6.2. CONVECCIÓN .....	14
2.6.3. RADIACIÓN .....	15
2.7. CALOR SENSIBLE .....	16
2.8. CALOR LATENTE .....	16
2.9. ENTALPÍA .....	17
2.10. ENTROPÍA .....	17

2.11.	AIRE ACONDICIONADO.....	17
2.11.1.	FUNCIÓN Y NECESIDAD DEL AIRE ACONDICIONADO....	17
2.11.2.	FUNCIONAMIENTO .....	18
2.11.3.	PARTES DEL AIRE ACONDICIONADO.....	19
2.12.	COMPONENTES DEL CONTROL DEL CIRCUITO CLIMATIZADOR.....	24
2.13.	CALEFACCIÓN.....	25
2.13.1.	FUNCIONAMIENTO DE LA CALEFACCIÓN.....	26
2.13.2.	EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN .....	26
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>30</b>
4.1.1.	CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	30
4.1.2.	VISTA LATERAL DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR ...	32
4.1.3.	VISTA FRONTAL DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR ..	33
4.1.4.	VISTA SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR	34
4.1.5.	VISTA EN 3D DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR .....	35
4.2.	CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	36
4.3.	DISEÑO DEL CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO .....	38
4.3.1.	CÁLCULO PARA DETERMINAR LA POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO.....	39
4.3.2.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDIONADO .....	40
4.3.3.	CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR. ....	41
4.3.4.	CÁLCULO DE LAS RPM EN LAS POLEAS DEL COMPRESOR Y MOTOR ELÉCTRICO .....	42
4.3.5.	CARACTERISTICAS DEL MOTOR ELECTRICO.....	43
4.3.6.	CARACTERISTICAS DEL CONDENSADOR .....	44
4.3.7.	CARACTERISTICAS DEL EVAPORADOR .....	44
4.3.8.	CARACTERISTICAS FILTRO DESHIDRATADOR.....	45
4.4.	MONTAJE DEL CIRCUITO DEL AIRE ACONDICIONADO.....	45
4.4.1.	MONTAJE DEL EVAPORADOR.....	45

4.4.2.	MONTAJE DEL COMPRESOR.....	46
4.4.3.	MONTAJE DEL MOTOR ELÉCTRICO. ....	47
4.4.4.	MONTAJE DEL FILTRO DESHIDRATADOR. ....	47
4.5.	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN .....	48
4.5.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE AGUA .....	48
4.5.2.	CARÁCTERÍSTICAS DEL RECIPIENTE DE AGUA .....	48
4.5.3.	CARACTERÍSTICAS CALENTADOR DE AGUA .....	48
4.5.4.	CARACTERÍSTICAS BLOWER Y DUCTOS DE VENTILACIÓN .....	48
4.6.	MONTAJE DEL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN .....	48
4.6.1.	MONTAJE DE LA BOMBA DE AGUA.....	48
4.6.2.	MONTAJE DEL RECIPIENTE DE AGUA.....	49
4.6.3.	MONTAJE DEL BLOWER Y VENTILACIÓN. ....	50
4.6.4.	DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN .....	51
4.7.	MANTENIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS .....	51
4.7.1.	MANTENIMIENTO .....	51
4.7.2.	DIAGNÓSTICO DE FALLAS .....	52
4.7.3.	PRÁCTICAS PARA CLASES DE CLIMATIZACIÓN AUTOMOTRIZ.....	57
4.7.4.	INFORMACIÓN SOBRE EL USO DEL BANDO SIMULADOR	58
4.7.5.	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN .....	58
4.8.	NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL CORRECTO USO DEL BANCO SIMULADOR DENTRO DEL LABORATORIO.....	59
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	60
5.2.	RECOMENDACIONES.....	61
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

## PÁGINA

<b>Figura. 1</b> Escalas de temperatura .....	6
<b>Figura. 2</b> Grados Celsius. ....	7
<b>Figura. 3</b> Grados Fahrenheit. ....	7
<b>Figura. 4</b> Escala Kelvin .....	8
<b>Figura. 5</b> Presión.....	9
<b>Figura. 6</b> Transferencia de Calor.....	14
<b>Figura. 7</b> Conducción de calor. ....	14
<b>Figura. 8</b> Convección de calor.....	15
<b>Figura. 9</b> Radiación solar. ....	16
<b>Figura. 10</b> Funcionamiento Aire Acondicionado.....	19
<b>Figura. 11</b> Partes del Aire Acondicionado. ....	20
<b>Figura. 12</b> Compresor de aire acondicionado. ....	20
<b>Figura. 13</b> Embrague electromagnético del compresor.....	21
<b>Figura. 14</b> Condensador aire acondicionado .....	22
<b>Figura. 15</b> Filtro secador. ....	22
<b>Figura. 16</b> Válvula de expansión.....	23
<b>Figura. 17</b> Evaporador .....	24
<b>Figura 18</b> Presostato.....	25
<b>Figura. 19</b> Partes de la Calefacción. ....	27
<b>Figura 20.</b> Medida de tubo cuadrado 1 pulgada.....	32
<b>Figura 21.</b> Medida tubo tipo L.....	32
<b>Figura. 22</b> Vista lateral .....	33
<b>Figura. 23</b> Vista frontal .....	34
<b>Figura. 24</b> Vista superior .....	35
<b>Figura. 25</b> Vista 3D .....	35
<b>Figura. 26</b> Estructura metálica del banco simulador .....	36
<b>Figura. 27</b> Estructura metálica con láminas laterales.....	37
<b>Figura. 28</b> Proceso de soldadura en habitáculo de control .....	37
<b>Figura. 29</b> Vista lateral estructura metálica con láminas laterales.....	38

<b>Figura. 30</b> Vista posterior lámina de acero para esquema.....	38
<b>Figura 31.</b> Montaje evaporador.....	46
<b>Figura. 32</b> Montaje compresor.....	46
<b>Figura. 33</b> Montaje motor eléctrico.....	47
<b>Figura. 34</b> Filtro secador.....	47
<b>Figura. 35</b> Montaje bomba de agua.....	49
<b>Figura. 36</b> Montaje recipiente de agua.....	49
<b>Figura. 37</b> Montaje blower y ducto de ventilación.....	50
<b>Figura 38.</b> Diagrama eléctrico.....	51



# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Valores de la presión atmosférica en los diferentes sistemas de unidades .....	11
<b>Tabla 2.</b> Especificaciones tubo cuadrado estructural 1 pulgada.....	31
<b>Tabla 3.</b> Especificaciones de tubo tipo L. ....	32
<b>Tabla 4.</b> Características del compresor .....	42
<b>Tabla 5.</b> Datos poleas motor eléctrico y compresor A/C.....	42
<b>Tabla 6.</b> Características del motor eléctrico .....	43
<b>Tabla 7.</b> Mantenimiento banco simulador de pruebas de aire acondicionado y calefacción. ....	51
<b>Tabla 8.</b> Presiones del sistema en alta vs temperatura .....	54
<b>Tabla 9.</b> Control y cambios .....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Anexo 1</b> Conversión de unidades de temperatura. ....	64
<b>Anexo 2</b> Tabla de conversión de presiones .....	65
<b>Anexo 3</b> Diagrama presión vs entalpía refrigerante R134a.....	66
<b>Anexo 4</b> Diagrama Aire acondicionado. ....	67
<b>Anexo 5</b> Diagrama evacuación del sistema de aire acondicionado. ....	68
<b>Anexo 6</b> Presiones del refrigerante en el sistema. ....	69
<b>Anexo 7.</b> Guía de práctica 1.....	70
<b>Anexo 8.</b> Guía de práctica 2.....	75
<b>Anexo 9.</b> Guía de práctica 3.....	78

## RESUMEN

El proyecto titulado “Diseño y Construcción de un Banco Simulador de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación para la Carrera de Ingeniería Automotriz” fue realizado para dar apoyo en servicio de los sistemas de aire acondicionado. Se realizó el proyecto con el objetivo diseñar y construir un banco de simulación de aire acondicionado, calefacción y ventilación para la carrera de Ingeniería Automotriz, material didáctico con el cual podrán desarrollar habilidades y destrezas en el aprendizaje de las materias de la carrera. El banco de pruebas estuvo realizado con componentes de un vehículo accidentado del cual se pudo recuperar sus partes y piezas del aire acondicionado y en base a esto se logró, para que los estudiantes tengan un libre acceso en realizar los laboratorios de la materia. Los componentes del banco simulador fueron elementos básicos que llevan los sistema de un vehículo, empezando con un motor eléctrico el cual mediante una banda generó que el compresor tenga movimiento y comprimió el líquido refrigerante R134a que fluye por las cañerías hacia el condensador el cual lo transformó en líquido, luego de esto tuvo un proceso por el filtro secador que purificó impurezas del refrigerante, para que luego pase hacia la válvula de expansión y finalmente pasar por el evaporador que estuvo incorporado en el blower de ingreso hacia los conductos de entrada hacia la cabina de pasajeros, que en este caso fue un domo que recibió los cambios de temperatura. Se comprobó que el simulador realiza las funciones mediante el giro del motor eléctrico que mueve al compresor a 4277.77 rpm que es lo suficiente para que tenga una alta presión en el sistema y por lo mismo enfría al sistema en menos tiempo, ya que se realizó el diseño del banco simulador se pudo comprobar que soporta el peso de los componentes que es de 50kg, se calculó que el evaporador realiza una transferencia de calor de 4581.97 BTU y de lo cual se definió que es lo indicado para que trabaje de la mejor manera.

## ABSTRACT

The project entitled "Design and Construction of Simulator of Air Conditioning, Heating and Ventilation for the Career Automotive Engineering" was performed to support in-service air conditioning systems. The project was conducted to design and build a simulator of air conditioning, heating and ventilation for the career Engineering Automotive, didactic material with which they can develop skills and learning the subjects of the career. The simulator was made with components of a crashed vehicle which could be recovered parts and air conditioning parts, so that students have free access to complete the labs in the class. The components of the simulator were basic elements that carry system of a vehicle, starting with an electric motor which through generated the compressor has movement and compressed coolant R134a flowing through the pipes to the condenser side which transformed liquid, after it had a process filter drier that purified impurities coolant, to then pass to the expansion valve, and finally passing through the evaporator which was incorporated into the blower entrance to the inlet to the cabin passenger, which in this case was a dome received temperature changes. It was verified that the simulator do some functions instead the rotation of the electric motor that moves the compressor to 4277.77 rpm that is enough for the highest presion and therefore the system is cooled in less time, so I do the design of that and it support the weight of the components that is 50 kg, adicional calculated in the evaporator the heat transfer is 4581.97 BTU and which he defined that is indicated to work in the best way.

# 1. INTRODUCCIÓN

En estas épocas de calor se utiliza de mayor frecuencia el sistema de aire acondicionado que lo vamos a explicar en este proyecto.

El sistema de ventilación en el vehículo comprende dos partes importantes que son, el aire acondicionado y la calefacción, los cuales regulan la temperatura y la humedad que tendríamos en el interior del vehículo para lograr un punto de confort en el habitáculo del mismo, normalmente el uso de estos sistemas utilizan la potencia del motor por lo que al momento de encenderlos se consume más combustible y se reduce la potencia del movimiento del vehículo.

Podríamos decir que el aire acondicionado funciona como un refrigerador donde se tiene un gas comprimido por un compresor que posteriormente lo va a descomprimir, al momento que se convierte en gas, va a absorber la temperatura del ambiente logrando así medidas de temperatura bajo 0°, y que estos van a llegar al interior del vehículo a través de un ventilador. (Cengel Y., 2012).

Los sistemas emplean 4 partes básicas; un compresor mecánico impulsado por el motor del auto, una válvula de expansión la cual es la que impide el paso hacia donde bombea el compresor y dos intercambiadores de calor; el condensador y el evaporador. Como forma adicional tenemos las mangueras que son las que llevan el gas o el líquido refrigerante hacia la siguiente parte del sistema, y para que el sistema logre enfriarse necesita de un refrigerante que es el cual cambia su estado de líquido a gaseoso constantemente por las partes ya detalladas, para así lograr confort dentro del habitáculo.

Como inicio del sistema tenemos al compresor que utiliza la potencia del motor para hacer circular el gas o líquido refrigerante a través de todo el sistema, este va a pasar por el condensador que está localizado frente al radiador, y se dirige hacia la válvula de expansión, una vez que pasa por esta válvula de expansión, este pasa a través del evaporador y después pasa por las mangueras de regreso al compresor. (Cengel Y., 2012).

La presión en el evaporador es lo suficientemente baja para que el punto de ebullición del refrigerante sea inferior a la temperatura interior del vehículo, por lo tanto, el líquido se evapora y remueve el calor del interior del auto.

El efecto calorífico producido al pasar el refrigerante a través del compresor, le impide al gas licuarse, ocasionando que sea descargado del compresor a temperaturas muy altas. Este gas caliente pasa al condensador y la presión en este lado del sistema es lo suficientemente alta para que el punto de ebullición del refrigerante esté muy por encima de la temperatura exterior. El gas se enfriará hasta llegar a su punto de ebullición y se condensará al ser absorbido el calor por el aire exterior. El refrigerante líquido se vuelve a forzar a través de la válvula de expansión por la presión del condensador.

El refrigerante que debemos ponerle a nuestro vehículo debe ser un líquido cuyo punto de ebullición sea bajo para poder hacer uso práctico de la transferencia de calor, que ocurre cuando un líquido se evapora. (Dietsche & Klingebiel, 2005).

La problemática es que los estudiantes conozcan acerca de los distintos elementos que componen al sistema de aire acondicionado, aportar al taller de automotriz el banco simulador para que los estudiantes conozcan y practiquen con las máquinas para saber en realidad del funcionamiento del sistema de aire acondicionado, la ventilación y de la calefacción, deben permitir que el estudiante desarrolle la habilidad de predecir una falla del sistema.

La justificación de este proyecto va a ser mediante la elaboración del banco simulador vamos a poder llenar los vacíos que los estudiantes tienen al no realizar el número de prácticas necesarias en el material real, por tal motivo se va a construir el banco simulador para que comprendan cómo es el funcionamiento del sistema, que fallas puede tener y como podría darse una solución, por tal motivo se van a generar guías de práctica para que los estudiantes se encaminen a la solución de problemas y saber de qué forma puede trabajar el aire acondicionado.

El objetivo general es diseñar y construir un banco simulador de aire acondicionado, calefacción y ventilación para realizar demostraciones y pruebas en el laboratorio de Ingeniería Automotriz.

Los objetivos específicos son los siguientes:

Analizar conceptos básicos de termodinámica y el funcionamiento del sistema de aire acondicionado, ventilación y la calefacción.

Diseñar y construir el banco simulador de aire acondicionado, ventilación y calefacción.

Realizar guías de prácticas para que los estudiantes sepan el funcionamiento y como se podrían arreglar las fallas que se puede dar en el sistema.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. TERMODINÁMICA Y ENERGÍA**

La termodinámica hace énfasis al estudio de los vínculos existentes entre el calor y los demás tipos de energía. Por lo tanto analiza cada efecto microscópico sobre las modificaciones de temperatura, presión, densidad, masa y volumen de cada sistema.

La energía se asocia con la capacidad de producir o realizaron trabajo, una acción o un movimiento, como dice el postulado: (Lomonósov-Lavoisier) "la energía no se crea ni se destruye; sólo se transforma". (Cengel Y., 2012).

#### **2.1.1. LEYES DE LA TERMODINÁMICA.**

Entre las más importantes leyes de la naturaleza es el principio de la conservación de energía; este dice que mediante una interacción, la energía puede cambiar de forma pero su cantidad permanece constante. Es decir que la energía no se crea ni se destruye.

La primera Ley de la termodinámica es el principio de la conservación de la energía, establece que si se realiza trabajo sobre un sistema o bien éste intercambia calor con otro, la energía interna del sistema cambiará. (Wark K., 2001).

La segunda Ley de la Termodinámica dice que la energía tiene calidad así como cantidad; No hay ninguna transformación termodinámica cuyo único efecto sea extraer calor de un foco y convertirlo totalmente en trabajo. (Cengel Y., 2012).

La tercera Ley de la Termodinámica dice que una reacción química entre fases puras cristalinas que ocurre en el cero absoluto no produce ningún cambio de entropía. (Wark K., 2001).



## **2.1.2. TEMPERATURA Y LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA**

Aunque estemos familiarizados con la temperatura ya sea el calor o el frío, no es tan simple dar una definición exacta de este. En base con lo que nosotros sentimos expresamos a la temperatura como frío helado, frío, tibio, caliente y al rojo vivo, sin embargo, no es posible asignar valores numéricos a temperaturas basándose únicamente en las sensaciones, hoy en día se tienen varios medidores de temperatura que nos ayudan a determinar exactamente la temperatura a la que se encuentra un cuerpo sea metálico como humano, para lo cual se tuvo años de estudio para este tipo de equipos de medición y donde podemos ver cada grado como se ve. (Cengel Y., 2012).

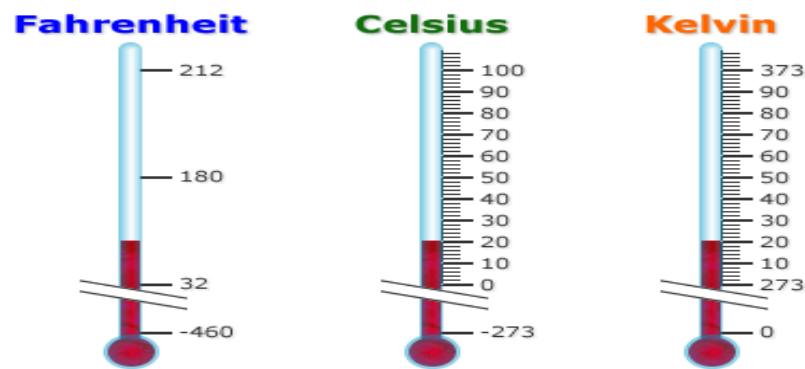
### **2.1.2.1. La ley cero de la termodinámica.**

Establece que si dos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico con un tercero, están en equilibrio térmico entre sí. Podría parecer tonto que un hecho tan obvio se conozca como una de las leyes básicas de la termodinámica; sin embargo, no es posible concluir esta ley de las otras leyes de la termodinámica, además de que sirve como base para la validez de la medición de la temperatura. Si el tercer cuerpo se sustituye por un termómetro, la ley cero se puede volver a expresar como dos cuerpos están en equilibrio térmico si ambos tienen la misma lectura de temperatura incluso si no están en contacto. (Dietsche & Klingebiel, 2005).

## **2.1.3. ESCALAS DE TEMPERATURA**

Existen diferentes escalas de temperatura que mediante la historia se han introducido por medio de estados como los puntos de congelación y puntos de ebullición del agua, como podemos observar en la figura 1, se ven los tres tipos de escala de temperatura que más se utilizan como son la escala

Fahrenheit, la escala Celsius y la escala de Kelvin o también llamada escala absoluta. (Jiménez Morales & Lemos Fernández, 2001).



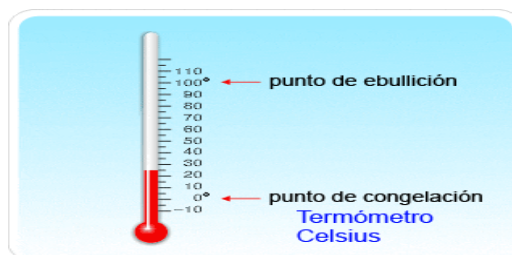
**Figura. 1** Escalas de temperatura  
(China, 2004)

Las escalas de temperatura usadas actualmente usadas en el SI y en el sistema inglés son:

#### **2.1.3.1. Relativas.**

##### **Grado Celsius (°C):**

Para establecer una base de medida de la temperatura Anders Celsius utilizó (en 1742) los puntos de fusión y ebullición del agua. Se considera que una mezcla de hielo y agua que se encuentra en equilibrio con aire saturado a 1 atm está en el punto de fusión. Una mezcla de agua y vapor de agua (sin aire) en equilibrio a 1 atm de presión se considera que está en el punto de ebullición. Celsius dividió el intervalo de temperatura que existe entre éstos dos puntos en 100 partes iguales a las que llamó grados centígrados °C. Sin embargo, en 1948 fueron renombrados grados Celsius en su honor; así mismo se comenzó a utilizar la letra mayúscula para denominarlos. En la figura 2 se detalla los grados Celsius.

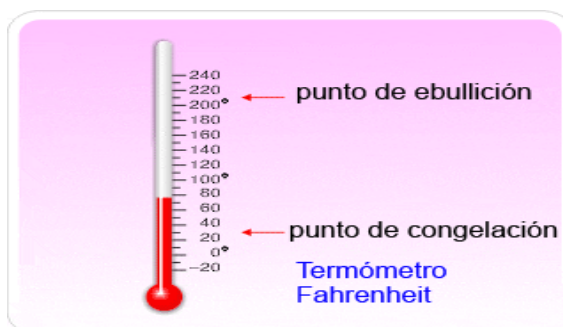


**Figura. 2** Grados Celsius.

(Jiménez Morales & Lemos Fernández, 2001)

### **Grado Fahrenheit (°F):**

Toma divisiones entre el punto de congelación de una disolución de cloruro amónico (a la que le asigna valor cero) y la temperatura normal corporal humana (a la que le asigna valor 100). Es una unidad típicamente usada en los Estados Unidos; erróneamente, se asocia también a otros países anglosajones como el Reino Unido o Irlanda, que usan la escala Celsius. Como se detalla en la figura 3. (Kreith & Bohn, 2002).



**Figura. 3** Grados Fahrenheit.

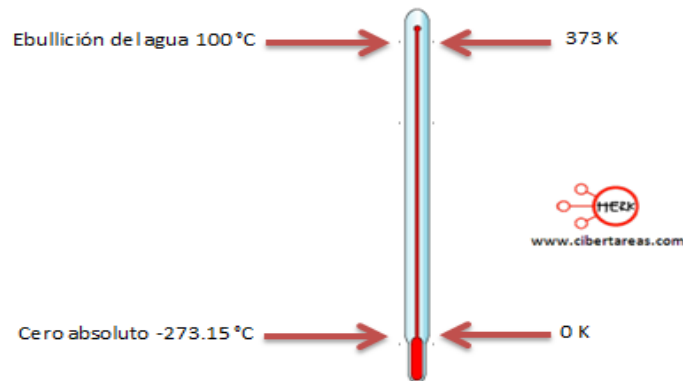
(Jiménez Morales & Lemos Fernández, 2001)

### **2.1.3.2. Temperaturas Absolutas**

Las escalas que asignan los valores de la temperatura en dos puntos diferentes se conocen como escalas a dos puntos. Sin embargo en el estudio de la termodinámica es necesario tener una escala de medición que no dependa de las propiedades de las sustancias. Las escalas de éste tipo se conocen como escalas absolutas o escalas de temperatura termodinámicas. (Tipler, 2005).

### 2.1.3.3. Temperaturas en el sistema internacional de unidades (SI)

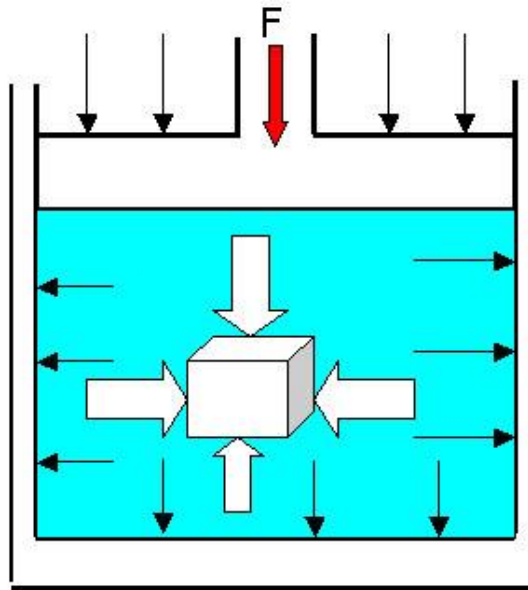
Kelvin (K) El kelvin es la unidad de medida del SI. La escala kelvin absoluta parte del cero absoluto y define la magnitud de sus unidades, de tal forma que el punto triple del agua es exactamente a 273,16 K. como se observa en la figura 4 la escala Kelvin. (Cengel Y., 2012).



**Figura. 4** Escala Kelvin  
(Kreith & Bohn, 2002)

## 2.2. PRESIÓN

La presión se define como la fuerza normal que ejerce un fluido por unidad de área. Se detalla en la siguiente figura 5, se habla de presión sólo cuando se trata de gas o líquido, mientras que la contraparte de la presión en los sólidos es el esfuerzo o la normal. Puesto que la presión se define como la fuerza por unidad de área, tiene como unidad el newton por metro cuadrado ( $\text{N/m}^2$ ), también conocida como pascal (Pa). (Cengel Y., 2012).



**Figura. 5** Presión

(Wark K., 2001)

La unidad de presión pascal es demasiado pequeña para las presiones que se suscitan en la práctica. De ahí que sus múltiplos kilo Pascal ( $1\text{kPa}=10^3\text{Pa}$ ) y mega Pascal ( $1\text{MPa}=10^6\text{Pa}$ ) se usan más comúnmente. Otras tres unidades de presión de uso extendido, principalmente en Europa, son bar, atmósfera estándar y kilogramo fuerza por centímetro cuadrado:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 101.325 \text{ kPa} = 1.01325 \text{ bars}$$

$$1 \text{ kgf}/\text{cm}^2 = 9.807 \times 10^4 \text{ N}/\text{m}^2 = 9.807 \times 10^4 \text{ Pa} = 0.9807 \text{ bar} =$$

$$0.9679 \text{ atm}$$

Las presiones absoluta, manométrica y de vacío son todas positivas y se relacionan entre sí mediante. (Wark K., 2001)

$$P_{\text{manométrica}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} \quad [1]$$

$$P_{\text{vacío}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}} \quad [2]$$

### 2.2.1. VARIACIÓN DE LA PRESIÓN CON LA PROFUNDIDAD

La presión de un fluido se incrementa con la profundidad debido a que una mayor cantidad de éste descansa sobre las capas más profundas y el efecto

de este “peso extra” en una capa inferior se equilibra mediante un aumento de presión.

A fin de obtener una relación para la variación de presión con la profundidad se considera un elemento rectangular de fluido de altura  $\Delta z$ ; longitud  $\Delta x$ , y profundidad unitaria en equilibrio, como se ilustra en la figura. Suponiendo que la densidad del fluido  $\rho$  es constante, un balance de fuerzas en la dirección vertical  $z$  da. (Cengel Y., 2012).

$$\sum F_z = ma_z = 0 \quad [3]$$

$$P_2 \Delta x - P_1 \Delta x = 0 \quad [4]$$

Donde  $W = mg = \rho g \Delta x z$  es el peso del elemento de fluido. Reordenando

Donde  $w =$  peso,  $m =$  masa,  $g =$  gravedad o aceleración

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta z = \gamma_s \Delta z \quad [5]$$

Donde;

$\Delta P$ : Variación de presión

$P$ : Presión

$\rho$ : Densidad

## 2.2.2. MANÓMETRO

El manómetro es un instrumento utilizado para medir la presión en los fluidos, normalmente determinando la diferencia de las presiones, las presiones tienen como unidades (atm); en el SI (sistema de unidades) se expresa con el Newton por metro cuadrado; el cual  $1\text{N/m}^2$  es un pascal (Pa). La atm se define como 101.325 Pa, la cual equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional. (Rolle, 2008).

## 2.3. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

### 2.3.1. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie. En la atmósfera, el peso cada vez menor de la columna de aire a medida que aumenta la altitud

hace que disminuya la presión atmosférica local. Así, la presión baja desde su valor de 101.325 Pa al nivel del mar hasta unos 2.350 Pa a 10.700m.

La presión atmosférica total es la suma de las presiones parciales de sus componentes (oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y gases nobles).

La presión se mide mediante un barómetro y su valor se detalla en la tabla 1 en sus diferentes unidades, expresado en torrs, está relacionado con la altura a la que la presión atmosférica mantiene una columna de mercurio; 1 torr equivale a 1 mm de mercurio. La presión atmosférica normal a nivel del mar es de 760 torrs, o sea, 760 mm de mercurio. La presión atmosférica varía según la latitud, la menor de las presiones se da en latitudes ecuatoriales, esto se debe al aboramiento ecuatorial de la Tierra, por ello la temperatura atmosférica disminuye en la zona templada un grado por cada 154 m de altitud en promedio, mientras que en la zona intertropical esta cifra alcanza unos 180 m de altitud. (Wark K., 2001).

**Tabla 1.** Valores de la presión atmosférica en los diferentes sistemas de unidades

	PSI	Atmosf.	kg/cm2	cm c.a.	mm Hg	Bar	Pa
PSI	1	0.068	0.0703	70.31	51.72	0.0689	7.142
Atmósfer	14.7	1	1.033	1033	760	1.0131	1.01 10 <sup>5</sup>
kg/cm2	14.22	0.9678	1	1000	735.6	0.98	98.100
cm c.a.	0.0142	0.00096	0.001	1	0.7355	0.0009	100
mm Hg	0.0193	0.0013	0.0013	0.0013	1	0.00133	133
Bar	14.5	0.987	1.02	1024	750	1	1E-04
Pa	1.4 10 <sup>-4</sup>	0.987 10 <sup>-5</sup>	0.102 10 <sup>-4</sup>	0.01	0.0075	1E-04	1

(Cengel Y., 2012).

## 2.4. TRABAJO

Es una cantidad escalar igual al producto de la magnitud del desplazamiento y la componente de la fuerza en dirección del desplazamiento.

Se deben de cumplir tres requisitos:

- 1.- Debe haber una fuerza aplicada
- 2.-La fuerza debe ser aplicada a través de cierta distancia (desplazamiento)

3.-La fuerza debe tener una componente a lo largo del desplazamiento. (Cengel Y., 2012).

$$T = F \times s \quad [6]$$

Donde,

T = Trabajo

F= Fuerza

S = Desplazamiento

## **2.5. ENERGÍA**

Es todo aquello que puede realizar un trabajo. Si un objeto tiene energía quiere decir que es capaz de ejercer una fuerza sobre otro objeto para realizar un trabajo sobre él y si se realiza un trabajo sobre un objeto, se proporciona a éste una cantidad de energía igual al trabajo realizado. (Tripler, 2005).

### **2.5.1. ENERGÍA CINÉTICA**

Es aquella que tiene un cuerpo en virtud de su movimiento. Normalmente se define como el trabajo necesario para acelerar a un cuerpo de una masa desde que el mismo se encuentra en reposo hasta la velocidad la cual se requiere. Una vez que consigamos esta energía durante la aceleración dicha, el cuerpo tiende a mantener su energía cinética a menos que cambie su velocidad, para que el cuerpo regrese a su estado de reposo necesitamos de un trabajo negativo de la misma magnitud de la primera energía. (Cengel Y., 2012).

### **2.5.2. ENERGÍA POTENCIAL**

Es la energía que tiene un sistema en virtud de su posición o condición. La energía potencial implica que debe haber un potencial para realizar un trabajo. (Rolle, 2008).

La fuerza externa (F) necesaria para elevar un cuerpo debe ser igual al peso (W) y el trabajo realizado esta dado por:



$$W = mgh \quad [7]$$

Donde,

W: Trabajo

h: altura

m: masa

g: gravedad

Este trabajo puede ser realizado por el cuerpo después de haber caído una distancia (h) por lo tanto el cuerpo tiene una energía potencial igual al trabajo externo necesario para elevarlo. A partir de estos datos se puede calcular la energía potencial. (Sears, Zemansky, Young, & Freedman).

$$E_p = mgh \quad [8]$$

Donde,

Ep: Energía potencial

m: masa

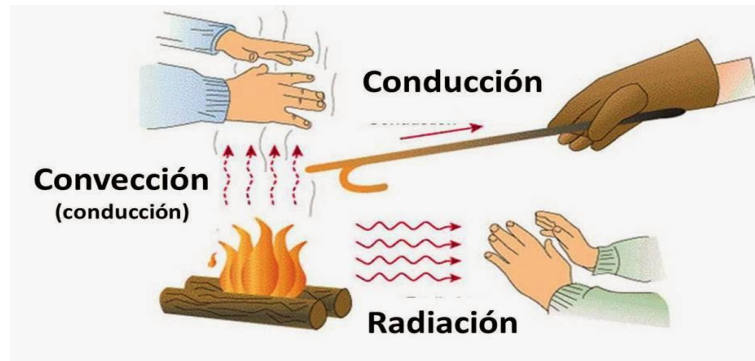
g: gravedad

h: altura

## **2.6. TRANSFERENCIA DE CALOR**

Proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura.

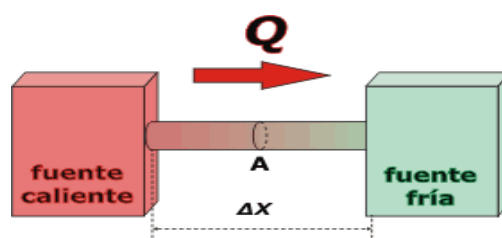
El calor puede transferirse de tres formas: por conducción, por convección y por radiación, se indica en la figura 6. (Kreith & Bohn, 2002).



**Figura. 6** Transferencia de Calor  
(Tapia, 2006)

### 2.6.1. CONDUCCIÓN

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción, en la siguiente figura 7 se detalla. Comprende en su totalidad el mecanismo de la conducción de calor en los sólidos, pero todavía se cree que es gracias al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor. (Cengel Y., 2012).

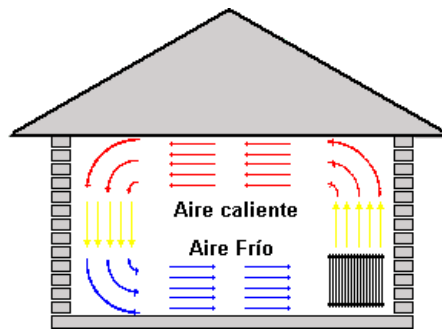


**Figura. 7** Conducción de calor.  
(China, 2004)

### 2.6.2. CONVECCIÓN

Si en el caso que existiera un cambio de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es seguro que se producirá un movimiento del fluido. Se

observa en la figura 8, este movimiento transfiere el calor de una parte del fluido hacia otra, este proceso se llama convección. El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si al momento de calentar un líquido o un gas, la densidad de este fluido suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el líquido más caliente y menos denso asciende, mientras tanto el fluido más frío y mucho más denso desciende. Este tipo de movimiento, que no conlleva a ninguna uniformidad de temperatura del fluido, se denomina convección natural. Mientras que la convección forzada se logra sometiendo el fluido a grandes presiones, con lo que se fuerza más al mismo a un movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos. (Jiménez Morales & Lemos Fernández, 2001)



**Figura. 8** Convección de calor.

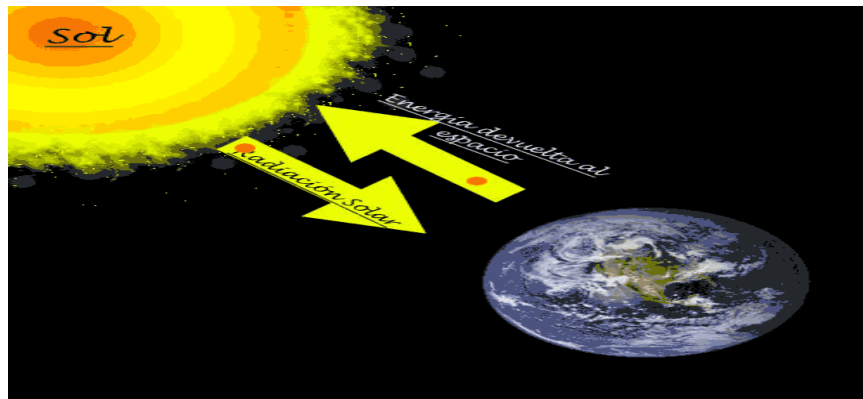
(Cengel Y., 2012)

### 2.6.3. RADIACIÓN

En contraste con los mecanismos de conducción y convección, donde se encuentra involucrada la transferencia de energía a través de un medio material sea sólido, líquido o gas, el calor también puede transferirse a lugares donde existe un vacío, en la figura 9 se va a detallar. En este caso, el mecanismo es la radiación electromagnética. (Kreith & Bohn, 2002).

Las superficies opacas pueden absorber o reflejar la radiación incidente. Generalmente, las superficies mates y rugosas absorben más calor que las superficies brillantes y pulidas, y las superficies brillantes reflejan más energía radiante que las superficies mates. Además, las sustancias que absorben mucha radiación también son buenos emisores; las que reflejan mucha radiación y absorben poco son malos emisores. Por eso, los utensilios de cocina suelen tener fondos mates para una buena absorción y

paredes pulidas para una emisión mínima, con lo que maximizan la transferencia total de calor al contenido de la cazuela. (Wark K., 2001).



**Figura. 9** Radiación solar.

(Wark K., 2001)

## 2.7. CALOR SENSIBLE

Calor sensible es aquel que recibe un cuerpo y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su Estado. En general, se ha observado experimentalmente que la cantidad de calor necesaria para calentar o enfriar un cuerpo es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la diferencia de temperaturas. La constante de proporcionalidad recibe el nombre de calor específico. (Jiménez Morales & Lemos Fernández, 2001).

## 2.8. CALOR LATENTE

El nombre proviene de la oposición a calor latente, que se refiere al calor "escondido", es decir que se suministra pero no "se nota" el efecto de aumento de temperatura, ya que por lo general la sustancia a la que se le aplica aumentará su temperatura en apenas un grado centígrado, como un cambio de fase de hielo a agua líquida y de ésta a vapor. El calor sensible sí se nota, puesto que aumenta la temperatura de la sustancia, haciendo que se perciba como "más caliente", o por el contrario, si se le resta calor, la percibimos como "más fría". (Kreith & Bohn, 2002).

## **2.9. ENTALPÍA**

En palabras más concretas, es una función de estado de la termodinámica donde la variación permite expresar la cantidad de calor puesto en juego durante una transformación isobárica, es decir, a presión constante en un sistema termodinámico, teniendo en cuenta que todo objeto conocido se puede entender como un sistema termodinámico. Se trata de una transformación en el curso de la cual se puede recibir o aportar energía (por ejemplo la utilizada para un trabajo mecánico). En este sentido la entalpía es numéricamente igual al calor intercambiado con el ambiente exterior al sistema en cuestión. Dentro del Sistema Internacional de Unidades, la entalpía se mide habitualmente en Joules que, en principio, se introdujo como unidad de trabajo. (Velasco, Martínez, & Gómez, 2010).

## **2.10. ENTROPÍA**

En termodinámica, la entropía (simbolizada como  $S$ ) es una magnitud física que, mediante cálculo, permite determinar la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo. Es una función de estado de carácter extensivo y su valor, en un sistema aislado, crece en el transcurso de un proceso que se dé de forma natural. La entropía describe lo irreversible de los sistemas termodinámicos. La palabra entropía procede del griego (ἐντροπία) y significa evolución o transformación. Fue Rudolf Clausius quien le dio nombre y la desarrolló durante la década de 1850; y Ludwig Boltzmann, quien encontró en 1877 la manera de expresar matemáticamente este concepto, desde el punto de vista de la probabilidad. (Velasco, Martínez, & Gómez, 2010).

## **2.11. AIRE ACONDICIONADO**

### **2.11.1. FUNCIÓN Y NECESIDAD DEL AIRE ACONDICIONADO**

El bienestar del conductor es una parte importante dentro de lo que es seguridad activa, ya que esto ejerce una gran influencia sobre la capacidad

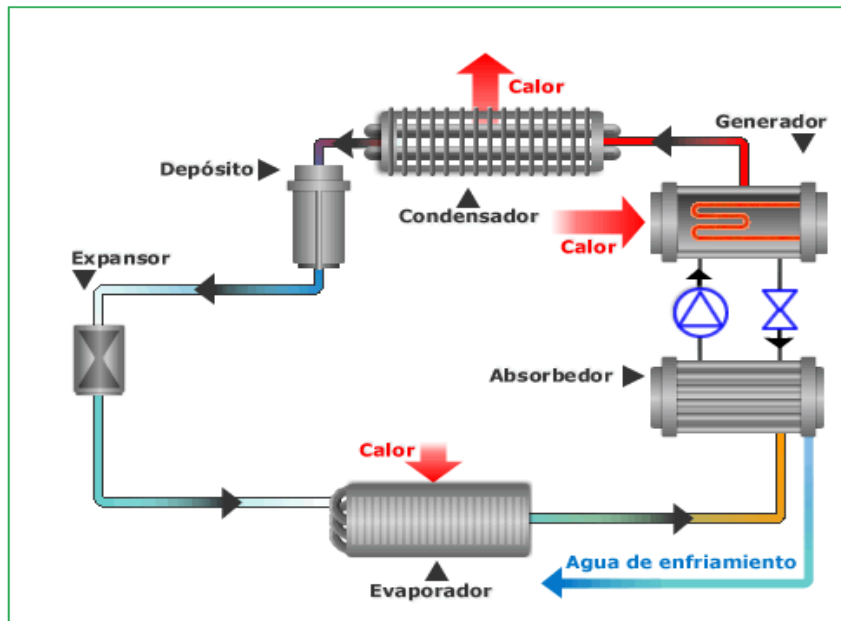
de concentración del individuo así como la resistencia física y mental, puede darse el caso de que el conductor tenga largas horas de conducción y esto puede producir somnolencia y fatiga. (Birch T. W., 1996).

Debemos tener dentro del vehículo un nivel de confort sobre varios factores como son: temperatura del habitáculo, humedad y la calidad del aire, para que el conductor vaya de manera relajada hacia su destino, este tipo de confort lo realiza nuestro sistema de climatización que es el que nos proporciona los cambios de ambiente para adecuarnos a un buen manejo. (Bosch, 2005).

### **2.11.2. FUNCIONAMIENTO**

El funcionamiento del aire acondicionado es accionado por un contacto que pone en tensión eléctrica al embrague electromagnético del compresor, los ventiladores y al evaporador.

El compresor es accionado por el motor del vehículo, la figura 10 explica sus partes y funcionamiento, que comprime el fluido refrigerante en estado gaseoso. Esta compresión ( $11 \text{ bar} < p < 24 \text{ bar}$ ), donde aumenta la temperatura del gas. El gas que aporta el compresor se dirige hacia el condensador. El fluido enfriado se licua y atraviesa el depósito deshidratador, donde es filtrado y liberado del agua restante que puede desnaturalizarlo y bloquear la válvula de expansión, el fluido pasa a alta presión por la válvula hacia el evaporador, donde el calor necesario para esta fase es impulsado por el ventilador centrífugo del aire acondicionado. El fluido en fase de vapor a baja presión es aspirado por el compresor, y así continua un nuevo ciclo de trabajo. (Gil Martínez, 2012).

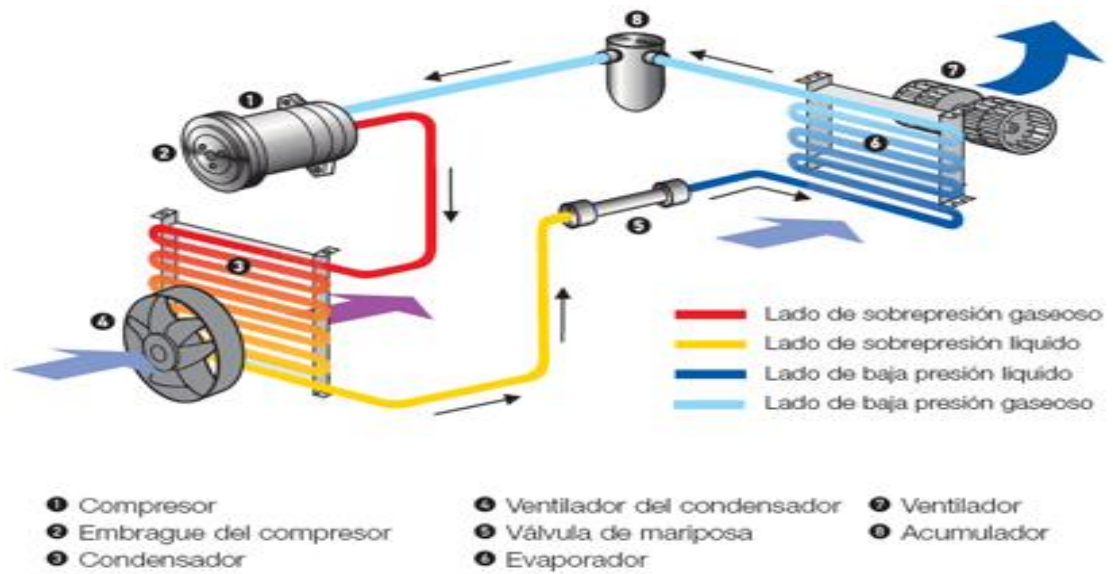


**Figura. 10** Funcionamiento Aire Acondicionado.

(Birch T. W., 1996)

### 2.11.3. PARTES DEL AIRE ACONDICIONADO

En el sistema de aire acondicionado tiene varios componentes, en la figura 11 se detallan sus partes, los cuales son el compresor, condensador, filtro secador, válvula de expansión, evaporador y acumulador. (Birch T. W., 1996).

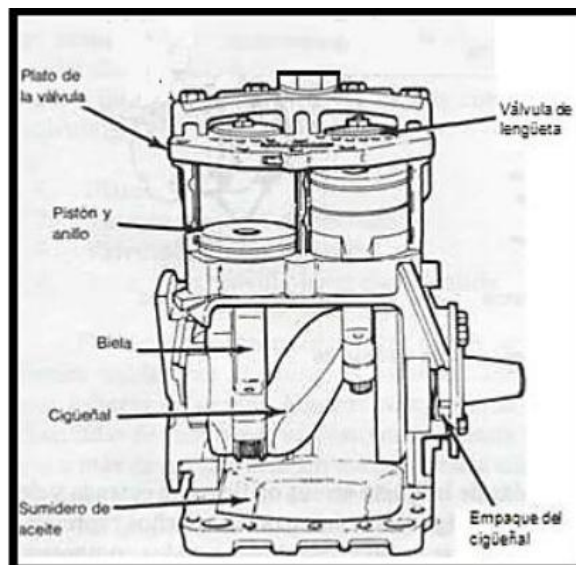


**Figura. 11** Partes del Aire Acondicionado.

(Pita, 2002)

### 2.11.3.1. Compresor

El compresor es un elemento motor del circuito de aire acondicionado. Es una bomba que transforma la energía mecánica transmitida por el motor de un vehículo en energía de presión, sus partes se detallan en la figura 12. El compresor realiza la función de circular fluido aspirando del evaporador e impulsando hacia el condensador, después de elevar su presión hacia el nivel óptimo de utilización. (Crouse & Anglin, 1988).



**Figura. 12** Compresor de aire acondicionado.

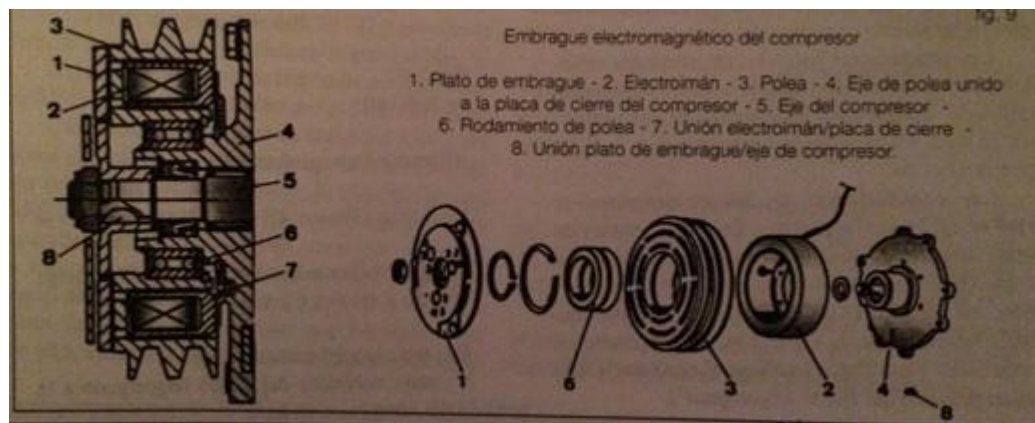
(Gil Martínez, 2012)



### 2.11.3.2. Embrague electromagnético

Este embrague asegura el accionamiento y el ciclo del compresor como se puede denotar en la figura 13. Está formado por los siguientes elementos:

- Polea, es una polea loca montada por medio de un rodamiento de bolas sobre un eje unido a la placa de cierre del cuerpo del compresor.
- Un plato de embrague solidario con el eje del compresor.
- Un electroimán en forma de corona, fijado en la placa de cierre del cuerpo del compresor e insertado en la polea loca. (Bosch, 2005)



**Figura. 13** Embrague electromagnético del compresor.

(Birch T. W., 1996)

### 2.11.3.3. Condensador

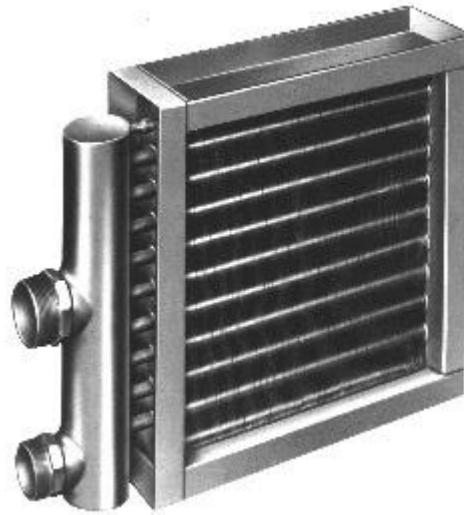
El condensador es un intercambiador térmico que tiene por función:

- Hacer pasar el refrigerante que está a alta presión del compresor, pasando de estado gaseoso al líquido y lograr así una presión de condensación que le permita expandirse del evaporador.
- Evacuar el calor absorbido por el fluido en ambas fases de evaporación y compresión. (Dietsche & Klingebiel, 2005).

Por ello el condensador posee una red de tubos separados por varias aletas, tal y como se detalla en la figura 14. Este condensador es atravesado por aire por medio de electro ventiladores axiales.

Existen dos tipos de condensadores:

- Uno del tipo de tuberías en forma de serpentín y por aletas intercaladas soldadas.
- Las tuberías que constan de tubos y de aletas planas remachadas. (Gil Martinez, 2012).



**Figura. 14** Condensador aire acondicionado  
(Gil Martinez, 2012)

#### 2.11.3.4. Filtro Secador

El filtro secador recibe el refrigerante en estado líquido del condensador y su función es retener desechos y humedad (agua) que se encuentren mezclados junto con el refrigerante después de que el refrigerante líquido es purificado pasa a la válvula de expansión, en la figura 15 se observa. El filtro secador es un componente que previene futuros daños en el sistema de aire acondicionado. (Johanson, 2008).



**Figura. 15** Filtro secador.  
(Gil Martinez, 2012)

### 2.11.3.5. Válvula de expansión

Es el regulador proporcional del caudal del fluido dentro del evaporador, es una pieza pequeña como se ve en la figura 16. Controla el caudal en función del recalentamiento y alimenta regularmente el evaporador, independientemente de las variaciones del régimen de rotación de compresor, de esta manera solo inyecta la cantidad necesaria de fluido para que sea una evaporación óptima. (Müller, 2010).

Existen varios tipos de válvulas de expansión:

- Válvula de presión interna
- Válvula de presión externa.



**Figura. 16** Válvula de expansión.

(Gil Martinez, 2012)

### 2.11.3.6. Evaporador

El evaporador, como se expresa en la figura 17, recibe el refrigerante de la válvula de expansión en pequeñas cantidades esto ocasiona que exista una gran caída de presión en consecuencia el refrigerante se evapora. Esta brusca caída de presión es la razón por la cual el evaporador alcanza a reducir su temperatura considerablemente. (Müller, 2010).



**Figura. 17** Evaporador  
(Gil Martinez, 2012)

### **2.11.3.7. Tubos y racores**

Las tuberías conectan los distintos elementos que conforman el sistema de aire acondicionado, permitiendo la circulación del aceite lubricante formando un circuito cerrado y estanco, aislado del ambiente exterior. Los materiales utilizados en estas tuberías son cobre, acero o aluminio, en función del gas refrigerante que vayamos a utilizar. (Birch T. W., 1996).

Para las tuberías flexibles podemos utilizar de dos tipos de caucho y de nylon.

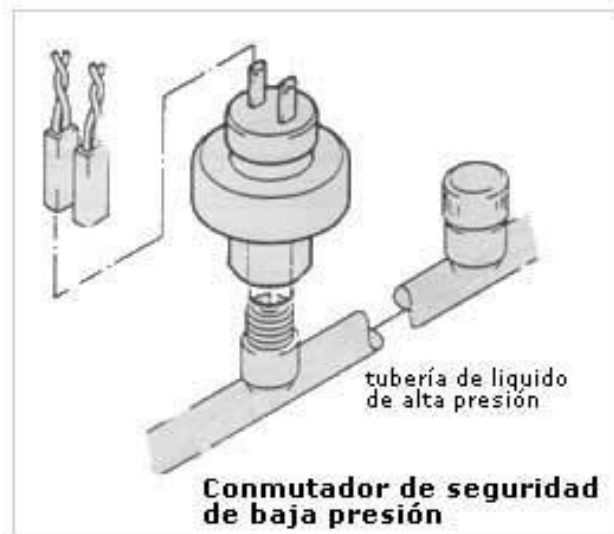
## **2.12. COMPONENTES DEL CONTROL DEL CIRCUITO CLIMATIZADOR.**

### **2.12.1.1. Sistemas de control**

Para un preciso funcionamiento del aire acondicionado necesitamos un conjunto de controladores encargados de regular la presión y temperatura de cada una de sus zonas por varios motivos, pero principalmente para aumentar su rendimiento y seguridad. Para ello, situaremos en distintas zonas presostatos y termostatos que controlen la presión y temperatura. (Birch T. S., 2005).

### 2.12.1.2. Presostatos

El presostato es el elemento del circuito encargado de controlar la presión de funcionamiento del mismo, como se ve en el presostato en la figura 18, distinguiendo distintos casos sobre los cuales debemos actuar, como la presión máxima del sistema, de la cual se debe desalojar parte del fluido de la instalación para evitar roturas de cualquiera de los componentes. (Pita, 2002).



**Figura 18** Presostato.

(Birch T. W., 1996)

### 2.12.1.3. Termostatos

Al igual que los presostatos, constituyen subsistemas de control, en este caso es sobre la temperatura, sobre el funcionamiento de todo el sistema de climatización del vehículos. Los termostatos mecánicos realizan una función de control a modo de interruptor, conectados en serio con el embrague del compresor, al igual que sucede con los presostatos de baja y alta presión. (Birch T. W., 1996).

## 2.13. CALEFACCIÓN

### **2.13.1. FUNCIONAMIENTO DE LA CALEFACCIÓN**

La calefacción está presente en todos los automóviles, y es la función básica de todo el sistema de climatización. Su funcionamiento es algo sencillo y se basa en que al momento de abrir el paso de aire ingrese refrigerante del motor hacia el ducto de entrada para que desprenda calor hacia el interior de la cabina. El intercambio se realiza por conducción, al entrar en contacto el aire con las aletas del radiador. (Gil Martinez, 2012).

Normalmente este intercambio no es de manera inmediata ya que se debe esperar entre 2 y 4 minutos hasta que el vehículo alcance la temperatura adecuada. Los nuevos motores, que mejoran el rendimiento térmico, incrementan este tiempo aún más, por lo que se está introduciendo sistemas nuevos para conseguir calefacción durante esos primeros minutos. Se trata de resistencias de calefacción eléctricas. (Gil Martinez, 2012).

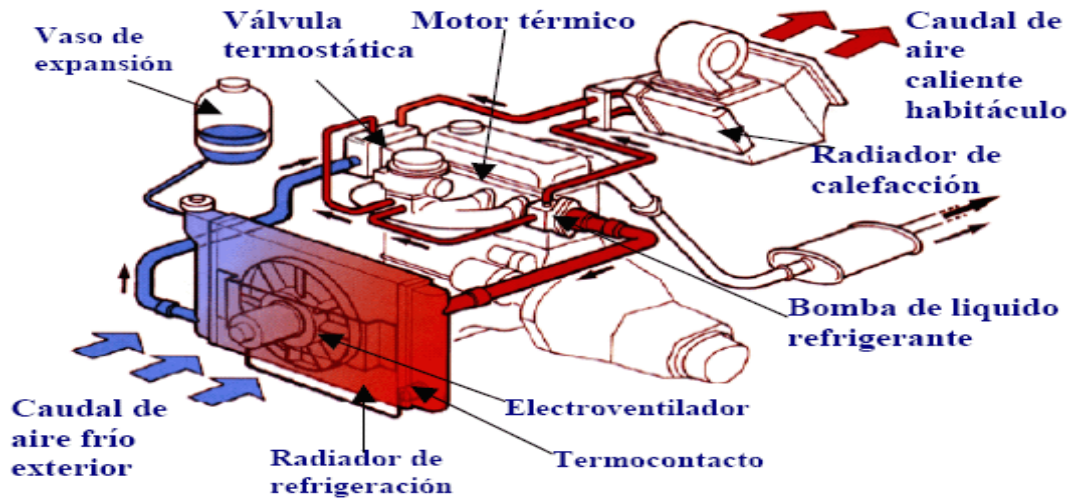
### **2.13.2. EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN**

Durante el arranque, y hasta que la temperatura del líquido refrigerante alcance los 55°C, la válvula termostática se mantiene cerrada, produciendo un aumento rápido de la temperatura motor. Al derivarse el líquido refrigerante hacia el radiador de calefacción, se dispone en un plazo de tiempo muy corto de calefacción. (Birch T. W., 1996).

Este líquido está impulsado por la bomba, y una vez que la válvula termostática se abre, el líquido se dirige también hacia la parte delantera del vehículo, para poder evacuar su calor. Este intercambio se realiza mediante el radiador de refrigeración, cediendo el líquido su calor al aire frío del exterior. El líquido refrigerante a baja temperatura vuelve al motor térmico, donde se comienza de nuevo el ciclo. (Birch T. W., 1996).

La función del termo contacto consiste en conectar el electro ventilador, en el caso de que el caudal de aire que atraviesa el radiador de refrigeración no sea suficiente (vehículo a ralentí) para evacuar todo el calor que contiene el líquido refrigerante. (Birch T. S., 2005).

La regulación de la calefacción se realiza normalmente actuando sobre la trampilla de mezcla, que mezcla las proporciones de aire caliente y frío demandadas por el usuario. Sin embargo, ciertos vehículos de alta gama están equipados de reguladores de caudal de líquido refrigerante, en la siguiente figura 19 se detalla las partes de la calefacción. (Birch T. S., 2005).



**Figura. 19** Partes de la Calefacción.

(Birch T. W., 1996)

### 3. METODOLOGÍA

Con los diferentes métodos se recopila la información necesaria para llegar al diseño final y así comprender los sistemas que conforman el banco simulador, el método utilizado en esta tesis fue método bibliográfico.

Mediante este método bibliográfico se recopiló toda la información requerida para el ensamblaje y conexión de las diferentes partes y sistemas que necesitó este banco simulador, la información se obtuvo de diferentes fuentes actuales y oficiales. Todos los datos obtenidos de las diferentes fuentes fueron de gran ayuda para corroborar el funcionamiento del simulador, y saber cómo trabaja en los vehículos.

Las fuentes principales son las que indican la información completa sin abreviar ni omitir nada, se utilizó las siguientes:

- Libros
- Manuales de aire acondicionado y calefacción
- Fotografías de la práctica

Las fuentes secundarias son aquellas que se obtuvieron de experiencias y deducción, las usadas fueron:

- Información de internet
- Información de varias tesis
- Practicas del tema

El siguiente diseño del banco simulador fue construido con los siguientes materiales: estructura metálica de acero negro, bases de tubos de acero negro, así como de acrílico, se tomaron las medidas de acuerdo a los elementos del aire acondicionado.

El siguiente diseño y construcción se detalla de la siguiente manera:

- Diseño y dimensiones del banco simulador en AutoCad.
- Comprobación de fuerzas mediante la fórmula [7]
- Selección de tubos y tol usados.



- Cortado del tubo cuadrado.
- Cortado del tol.
- Soldadura de la estructura.
- Corte y soldadura de los soportes.
- Suelda Mig/Mag en uniones de la estructura
- Corte del acrílico
- Corte tol para tablero de control

El montaje de los componentes son los siguientes:

- Elección del motor eléctrico.
- Elección de poleas para el motor eléctrico y compresor.
- Posicionamiento de mangueras y tuberías del sistema
- Posicionamiento del evaporador del sistema
- Elaboración de bases del motor eléctrico, compresor y válvula de estrangulación.
- Posicionamiento motor eléctrico, compresor y valvula de estrangulación.
- Posicionamiento blower y conducto de ventilación.
- Elaboración soportes del conducto de ventilación.
- Posicionamiento del recipiente de agua y bomba de agua.
- Elaboración de bases de los elementos de la calefacción.
- Posicionamiento mangueras de agua para el sistema de calefacción.

En la elaboración del panel de control se realiza una perforación en el tablero y colocación de interruptores para el encendido de los diferentes sistemas, como el de aire acondicionado y calefacción respectivamente, y del accionamiento para el ventilador del evaporador.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

La estructura se la realizó en acero negro que es un metal con alta resistencia, ya que se necesita que aguante una gran cantidad de peso, en este caso debe resistir 38 kg en total de todos los elementos que componen el sistema, el ancho del tubo de acero negro es de 2,5 cm el cual tiene una alta resistencia, adicional en las partes de los costados para realizar un cierre entre los tubos se utilizó láminas de acero negro.

A continuación se va a detallar las vistas de la estructura en la cual se indican las medidas de la misma.

#### 4.1.1. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Se realiza el cálculo estructural, con el objetivo de determinar si el diseño de la estructura soportante del bastidor, será el adecuado para soportar el peso de los diferentes componentes del sistema de aire acondicionado y calefacción, de igual forma para determinar si el material con el que será construido es el adecuado.

Las fuerzas que actúan sobre la estructura se calcularon con base al peso de cada elemento el cual como se mencionó antes es de 50 Kg, con la siguiente fórmula se calcula el peso del mismo.

$$W = m * g \quad [8]$$

Donde:

W: peso del conjunto

m: masa del conjunto

g: gravedad

Se reemplaza los valores en la ecuación (8), y se obtiene que:

$$W = m * g$$

$$W = 50 \text{ Kg} * 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 490 \text{ N}$$

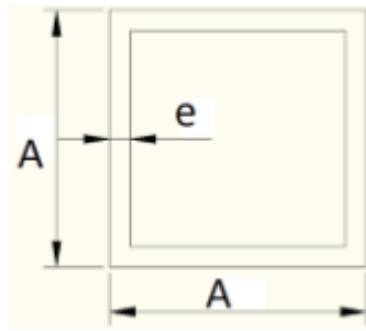
El valor que se obtuvo es lo que la estructura lo va a soportar, se debe tomar en cuenta los elementos que están repartidos en la estructura los cuales, el motor eléctrico, el compresor que son los elementos más pesados se toma en cuenta que este lado es el 50% del peso y en la otra base se asienta la bomba de agua y el recipiente del agua que es el 30% del peso, donde el lado del motor eléctrico y el compresor tiene como resultado 245N y el lado de la bomba y el recipiente tiene como resultado 147N.

Una vez conocidas las cargas que va a soportar la estructura, se dictamina que la estructura si soporta las cargas que se le van aplicar, ya que se utilizó en la estructura tubos de acero negro de 1 pulgadas y láminas de acero negro para cerrar la estructura. Este acero utilizado es el ASTM A36 (Fy: 2741.97 kg/cm<sup>2</sup>, Fu: 3163 Kg/cm<sup>2</sup>), debido a que este material es empleado en la fabricación de partes automotrices y en estructura de bastidores.

Se usa un tubo estructural, cuyas especificaciones se presentan en la tabla 2 y 3, una vista en corte en la figura 20 y 21.

**Tabla 2.** Especificaciones tubo cuadrado estructural 1 pulgada

	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>PESO</b>
<b>DENOMINACIÓN</b> (pulgadas)	<b>A</b> (mm)	<b>E</b> (mm)	<b>P</b> (Kg/m)
1"	25	1	1.48

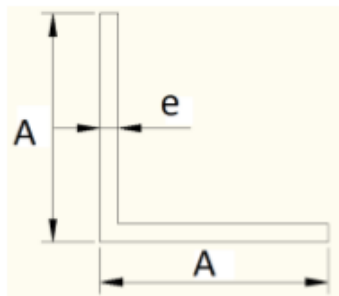


**Figura 20.** Medida de tubo cuadrado 1 pulgada.

Se utilizó perfiles tipo (L) de las siguientes dimensiones:

**Tabla 3.** Especificaciones de tubo tipo L.

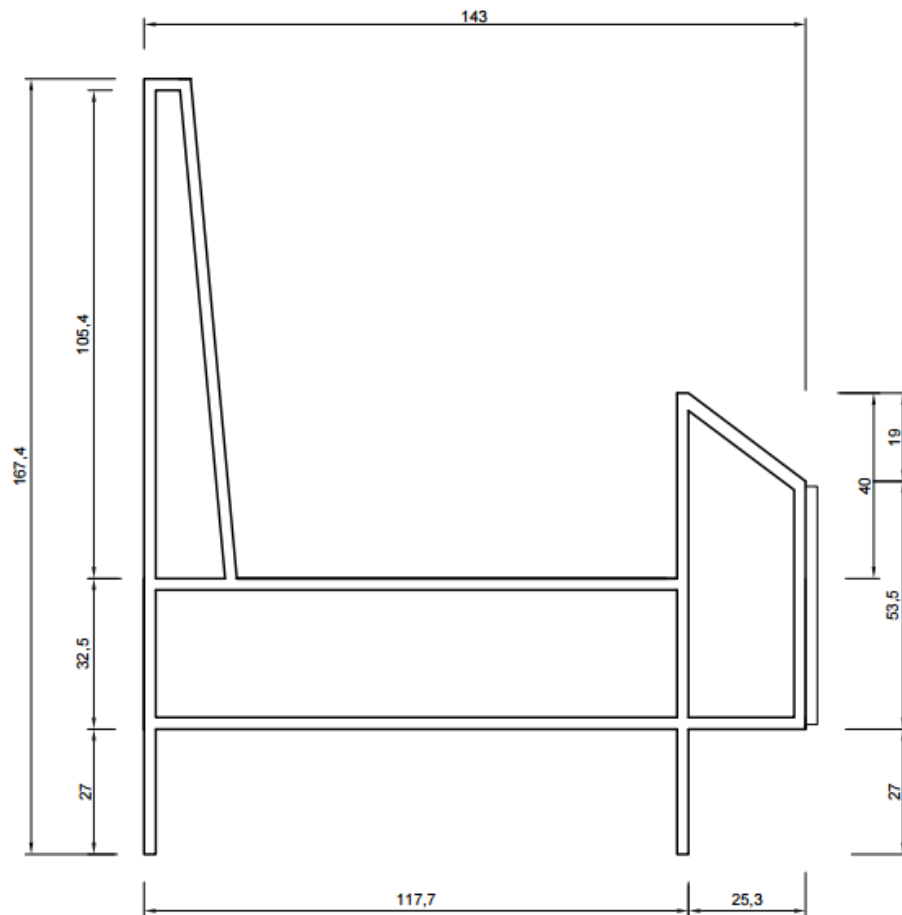
	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>PESO</b>
<b>DENOMINACIÓN</b> (pulgadas)	<b>A</b> (mm)	<b>E</b> (mm)	<b>P</b> (Kg/m)
AL 30x3	30	3	1.68



**Figura 21.** Medida tubo tipo L.

#### 4.1.2. VISTA LATERAL DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR

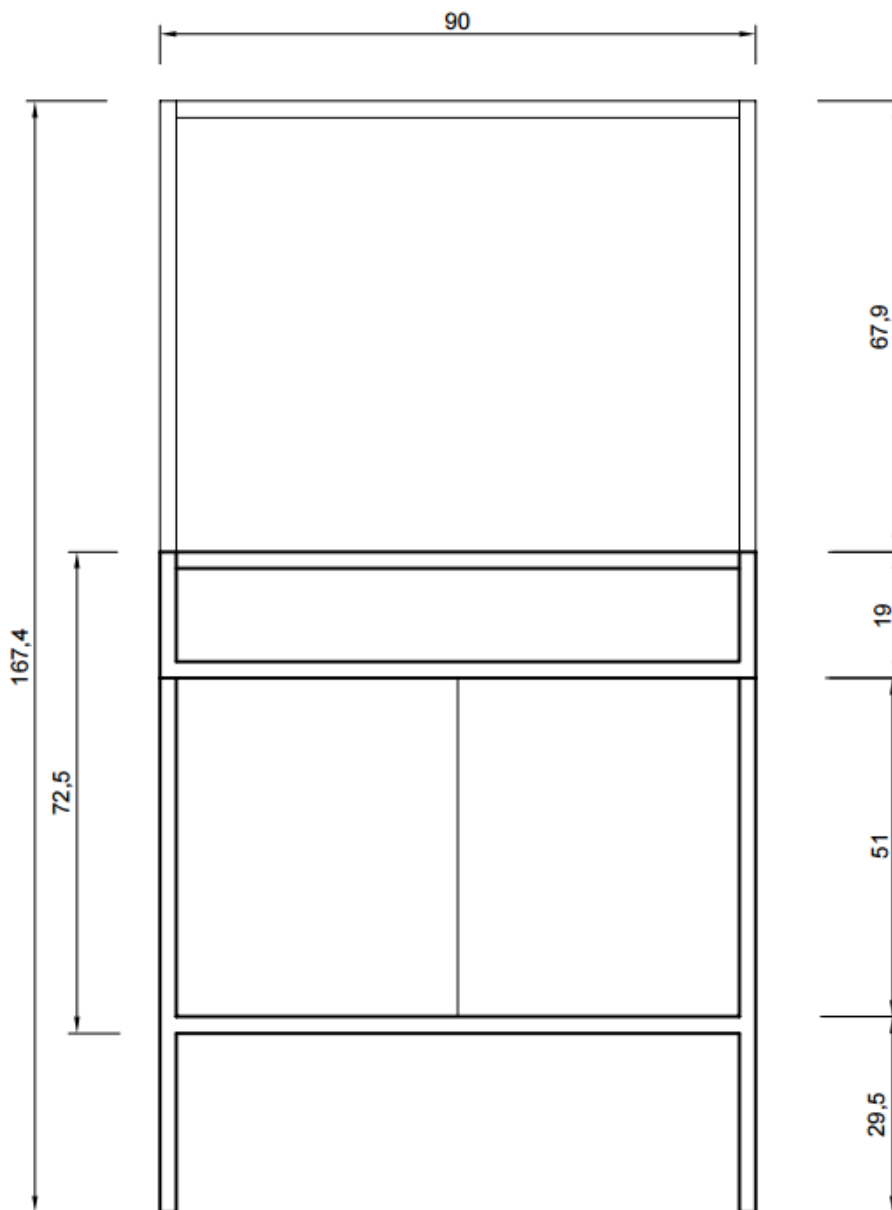
En la siguiente figura 22 se tiene la vista lateral con medidas del banco simulador que se muestra en imágenes anteriores.



**Figura. 22** Vista lateral

### 4.1.3. VISTA FRONTAL DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR

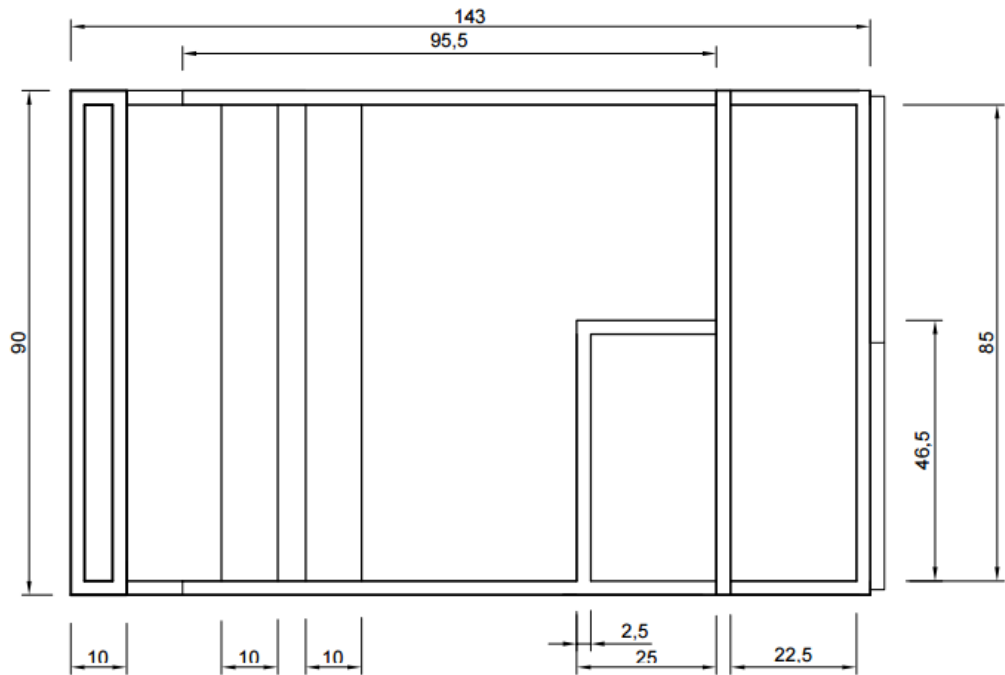
En la figura 23 se observa la vista frontal donde se puede mirar el habitáculo de control y la parte donde van los esquemas del sistema de aire acondicionado



**Figura. 23** Vista frontal

#### **4.1.4. VISTA SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR**

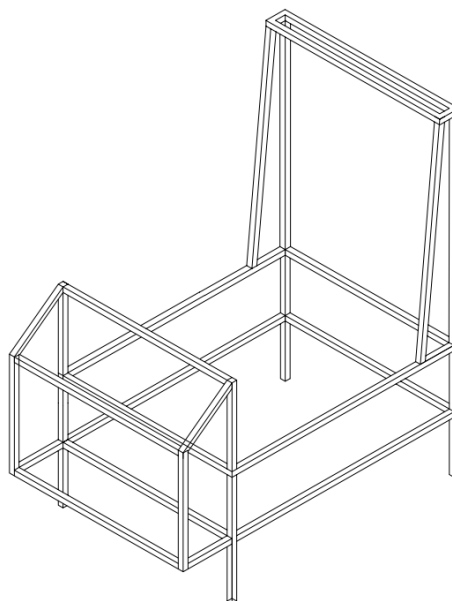
En la siguiente figura 24 se puede ver los espacios que tiene en la parte interior así como las bases para las diferentes partes como el compresor, la bomba de agua, el motor eléctrico, se puede denotar las distintas divisiones que tiene el banco para poder armar el mismo.



**Figura. 24** Vista superior

#### 4.1.5. VISTA EN 3D DE LA ESTRUCTURA DEL SIMULADOR

La siguiente figura 25 se demuestra la estructura del banco simulador en 3D y saber en sí como van las barras de acero unidas y sus dimensiones correspondientes.



**Figura. 25** Vista 3D

## 4.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

En la figura 26 se detalla lo que se va realiza la estructura con acero negro en forma de pilares, esto es para dar la robustez y para sostener todo el banco simulador, para lo cual se necesitó de 25 m del mismo para poder realizar un buen esqueleto de este. Como se puede apreciar se tiene 4 bases directas que son las que soportan el peso del mismo y se puede usar resto de tubo para formar la estructura y proceder al siguiente paso que será la colocación de las láminas de acero negro para rodear al esqueleto y se vea de distinta manera.



**Figura. 26** Estructura metálica del banco simulador

Se puede observar en la figura 27 se completa el esqueleto ya con las láminas de acero para formar ya así la estructura casi definitiva del banco simulador, igualmente en esta figura se puede ver que el tipo de soldadura que se debe tener, que en este caso es el proceso MIG/MAG que se usa en aceros. Esto se da ya que este es un buen punto para una buena sujeción.





**Figura. 27** Estructura metálica con láminas laterales

En esta figura 28 se da el proceso de soldadura dentro del habitáculo donde van a realizarse las conexiones y para guardar las diferentes partes que se necesite para este banco simulador, como la batería y extensiones que se usan en este.



**Figura. 28** Proceso de soldadura en habitáculo de control

En la siguiente figura 29 se puede ver la colocación de la última lámina en la parte del habitáculo donde van los centros de mando.



**Figura. 29** Vista lateral estructura metálica con láminas laterales

Al momento de la terminación se colocan tres láminas más que son las cuales se muestran en la figura 30 como una pared en la cual en su parte interior va una gigantografía donde se muestran los esquemas de aire acondicionado y calefacción que tiene el banco simulador.



**Figura. 30** Vista posterior lámina de acero para esquema

### **4.3. DISEÑO DEL CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO**

Para ubicar los distintos elementos que componen el sistema de aire acondicionado, se realizó una simulación de cómo es en el vehículo para lo

cual también hubo que hacer modificaciones en las tuberías del sistema, para esto primero se analizó varias formas de colocación de los elementos. Primero debemos ver las características de cada elemento del sistema de aire acondicionado, a continuación se indican las características de cada elemento.

#### **4.3.1. CÁLCULO PARA DETERMINAR LA POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO**

La ecuación para calcular la potencia de un motor eléctrico es:

$$P = T * \omega \quad [9]$$

Donde:

P: Potencia del motor eléctrico

T: Torque del vehículo utilizado

$\omega$ : Velocidad angular del vehículo

Al momento de consultar el motor del vehículo con el sistema de aire acondicionado que es similar al simulador se tiene como información un Par motor de 13.56 kgf.

Para el aire acondicionado se considera un porcentaje del 7% de la potencia del motor según pérdidas por transmisión de potencia hacia el compresor.

El torque que se necesita para el banco será:

0.135 kgf

Con los datos deducidos, se estima la potencia que debe asegurarse en el motor eléctrico como se presenta a continuación:

Datos:

Torque = 0.135 kgf

Rpm del motor eléctrico = 3500

Lo que nos da una potencia de:

$$P = 0.135 \text{ kgm} * 3500 \text{ rpm}$$

Realizando las debidas operaciones y transformando la potencia a HP se tiene:

$$P = 472.5 \text{ kgf} \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left| \frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \right| \left| \frac{2\pi}{1 \text{ rev}} \right| \left| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right| \left| \frac{1 \text{ Hp}}{746 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}} \right|$$

$$P = 0,64 \text{ HP}$$

Por lo tanto con el motor de 5Hp se asegura una potencia más que suficiente para el funcionamiento del aire acondicionado en el banco simulador.

#### 4.3.2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDIONADO

En el banco simulador de aire acondicionado permite visualizar la presión que ejerce el sistema de enfriamiento. También se da a conocer las distintas partes y funciones de una forma más visual y didáctica, el estudiante tendrá una comprensión mejor y clara acerca del enfriamiento en el habitáculo del vehículo. Al poner en funcionamiento el simulador se podrá notar que se activara el compresor en el sistema, así simular el funcionamiento y aplicación del sistema de aire acondicionado en forma real. La acción aplicada por el practicante encendiendo y deteniendo el motor para su enfriamiento será instantáneo, además que se cuenta con los manómetros de presión para comprobar el trabajo que se realizó en las partes de alta y baja presión, adicional tiene una luz piloto para saber si está o no encendido el ventilador del evaporador.

### **4.3.3. CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR.**

Este compresor es del tipo scroll, es decir, que utiliza dos espirales para comprimir el gas. Estos están dispuestos cara contra cara, siendo la superior fija y la otra que incorpora la puerta de descarga, la cual es la espiral motriz. Estas actúan como segmentos de los cilindros donde se proporciona un sello de refrigerante entre las dos, los centros del cojinete de la espiral y el centro del eje del cigüeñal del conjunto motriz están desalineados.

Su forma de trabajo es mediante el primer giro (fase de aspiración), la separación de las paredes de estos espirales permite entrar al refrigerante al completar el giro, las superficies se vuelven a unir formando las bolsas de gas, el segundo giro o fase de compresión, el volumen de estas bolsas de gas se reduce significativamente, al finalizar el segundo giro se produce la máxima compresión. Al momento del tercer giro o fase de descarga, obliga al gas comprimido a salir a través de la puerta descargada.

El lubricante del compresor es un aceite sintético, especialmente ideado para aplicarlo con el refrigerante R-134a, si el aceite se contamina con aceite extraño, como una cantidad excesiva de detector de fugas UV, debe lavar el circuito antes de instalar las nuevas piezas, el sistema debe lavarse en caso de:

- Tipo de aceite incorrecto o cantidad excesiva.
- Detector de fugas UV no homologado o cantidad excesiva.
- Incertidumbre sobre la cantidad de aceite que queda en el circuito de refrigerante.
- Aditivos en el aceite. Se debe reemplazar todas las piezas.
- Suciedad en el circuito de refrigerante, como residuos negros.

El aceite que se usa puede ser de varias marcas, pero lo que se debe uno percatar es que debe ser para el compresor con un funcionamiento de refrigerante R-134a con esto el aceite y el refrigerante van por las tuberías.

Las características del compresor se observa en la tabla 4.

**Tabla 4.** Características del compresor

MARCA ORIGINAL COMPRESOR	DENSO
MODELO ORIGINAL COMPRESOR	471-7050
POSICIÓN BOCAS	IZQUIERDA
FIJAC. COMPRESOR A CARRO CERÍA DESCRIP.	4 ANCLAJES
SALIDA CULATA	VERTICAL BRIDA
CON SENSOR DE TEMPERATURA	SI
CANTIDAD DE ACEITE QUE LLEVA EL CAA [CM3]	210
CANALES DESCRIPCIÓN	PV4
POLEA. NÚMERO DE CANALES	4
DIÁMETRO POLEA [mm]	111
SEPARACIÓN DELANTERA POLEA [mm]	6
SEPARACIÓN TRASERA POLEA [mm]	11
VOLTAJE [V]	12

#### 4.3.4. CÁLCULO DE LAS RPM EN LAS POLEAS DEL COMPRESOR Y MOTOR ELÉCTRICO

**Tabla 5.** Datos poleas motor eléctrico y compresor A/C

MOTOR ELÉCTRICO A 3500 RPM	
DIÁMETRO DE LA POLEA DEL MOTOR ELÉCTRICO	110.0mm
COMPRESOR DEL SISTEMA A/C	
DIÁMETRO DE LA POLEA DEL COMPRESOR	90.0mm

Con estos datos se va a obtener las RPM que va a girar el compresor de A/C con el giro del motor eléctrico.

$$d_{motor} \times N_{motor} = d_{comp} \times N_{comp}$$

$$N_{comp} = \frac{d_{motor}}{d_{comp}} \times 3500rpm$$

$$N_{comp} = \frac{110}{90} \times 3500rpm$$

$$N_{comp} = 4277.77 rpm$$

Con esto se comprueba que el compresor va a trabajar a unas revoluciones altas donde se puede decir que tiene mayor presión y va a enfriar rápidamente

#### 4.3.5. CARACTERISTICAS DEL MOTOR ELECTRICO

El motor eléctrico es el encargado de girar al compresor para que este realice su función, el motor tiene una potencia de 5 HP y gira a 3500 rpm, este se conecta a 110V. A continuación en la tabla 5 se puede observar las características completas del motor eléctrico.

**Tabla 6.** Características del motor eléctrico

POTENCIA	5HP
CARCASA	100L
PAR NOMINAL	1.03Kgm
PAR MAXIMO	3.8Kgm
MOMENTO DE INERCIA	0.0064 Kpcm/2
TIEMPO MÁXIMO CON ROTOR TRABADO CALIENTE	15s
TIEMPO MÁXIMO CON ROTOR TRABADO FRÍO	33s
Peso	32 Kg
RPM	3500

#### 4.3.6. CARACTERISTICAS DEL CONDENSADOR

El condensador provoca un subenfriamiento en el refrigerante, es decir, provoca un descenso de temperatura sin que provoque una pérdida de presión, con lo cual el refrigerante pasa a estado líquido. La presión del sistema al momento de entrar al condensador es de 16 bares y a 80° C. al salir de este elemento sale con la misma presión pero su temperatura desciende a 50° C. El condensador tiene como medidas 330mm \* 330mm. Para calcular la transferencia de calor que se tiene en el condensador aplicamos la siguiente fórmula.

#### 4.3.7. CARACTERISTICAS DEL EVAPORADOR

El evaporador está ubicado en el ducto de ventilación junto al blower de entrada de aire al habitáculo, el evaporador se encarga de refrigerar, secar y limpiar el aire que penetra al habitáculo. Este es un intercambiador térmico cuya función es indisociable con la de la válvula de expansión, durante la evaporación, el refrigerante absorbe la energía del aire impulsada por el blower del habitáculo, que se enfría atravesando las tuberías del evaporador. La temperatura del refrigerante es regulada en el evaporador de modo que la humedad que hay en el sistema no pueda helar la superficie del núcleo del evaporador, cosa que bloquearía el paso del aire. En cuanto se haya alcanzado la temperatura del refrigerante más baja admisible; es decir una determinada presión en el mismo, sin que se congele aún el evaporador, regula el compresor mediante la válvula de mando en el mismo, regula el compresor la cilindrada, reduciendo la cantidad de refrigerante hacia el evaporador.

La transferencia de calor se da por convección y se usa la siguiente fórmula.

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{kA}{x} (T_1 - T_2)$$

Donde:

$\frac{Q}{\Delta t}$ : Es el calor transmitido por unidad de tiempo.



k: es la conductividad térmica.

A: Es el área de la superficie de contacto:

$(T_1 - T_2)$ : Es la diferencia de temperatura entre la superficie sólida y el fluido.

x: es el espesor del material.

El coeficiente del aluminio es de 209,3

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{209,3 * 0.054m^2}{0,037m} (30^{\circ}C - 15^{\circ}C)$$

$$\frac{Q}{\Delta t} = 4581.97 BTU$$

#### **4.3.8. CARACTERISTICAS FILTRO DESHIDRATADOR**

Es un dispositivo que contiene material desecante y material filtrante para remover la humedad y otros contaminantes de un sistema de refrigeración, los filtros deshidratadores están diseñados para mantener seca la mezcla de refrigerante, absorbiendo los contaminantes líquidos disueltos, tales como humedad y ácidos; y también para mantener por medio de filtración todas las partículas sólidas que estén siendo arrastradas a través del sistema por la mezcla de refrigerante aceite.

### **4.4. MONTAJE DEL CIRCUITO DEL AIRE ACONDICIONADO**

#### **4.4.1. MONTAJE DEL EVAPORADOR**

Después de ya tener la estructura metálica armada, se procede con la colocación de las diferentes partes del aire acondicionado. Se ve en la figura 31 que primero se va con el evaporador que va colocado al extremo del banco para que este pueda enfriar al sistema con la ayuda del electro ventilador que va junto a este, para esto se coloca unas bases para sujeción del evaporador así mismo del ventilador ya mencionado. Este evaporador primero tuvo una reparación ya que tenía una pequeña fuga en la parte que se ve como un orificio, el cual se lo inhibió para que logre funcionar el resto del mismo para que logre evaporar al refrigerante.



**Figura 31.** Montaje evaporador.

#### **4.4.2. MONTAJE DEL COMPRESOR.**

Una vez colocado el evaporador y ver la posición del mismo, se procede a la colocación del compresor que se puede observar en la figura 32 el cual debe ir alineado con el motor eléctrico para tener el giro del mismo y así tener la potencia para que pueda enviar al líquido refrigerante por el sistema. A este compresor se lo coloca con una barra para poder hacer el acople y que este tensione a la correa con el motor.



**Figura. 32** Montaje compresor.

#### 4.4.3. MONTAJE DEL MOTOR ELÉCTRICO.

A su vez montado el compresor se coloca de igual manera el motor para que queden centrados para poder colocar la banda que va a impulsar al mismo. Se puede ver en la figura 33 este motor eléctrico tiene su propio condensador y este va alineado con el compresor para que se conecte la banda y logre el giro respectivo.



Figura. 33 Montaje motor eléctrico

#### 4.4.4. MONTAJE DEL FILTRO DESHIDRATADOR.

En las bases ya puestas para el motor y el compresor se procede a la colocación del filtro como se ve en la figura 34 que este debe estar sellado para evitar que le ingrese humedad, hasta que se proceda a realizar las conexiones con los diferentes elementos que comprenden el aire acondicionado.



Figura. 34 Filtro secador.

## **4.5. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN**

### **4.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE AGUA**

Esta bomba realiza la función de hacer que ingrese agua hacia el ducto para que así pueda salir aire caliente hacia el sistema de calefacción, esta bomba tiene una potencia de 0,5 HP gira a 3400 rpm.

### **4.5.2. CARÁCTERÍSTICAS DEL RECIPIENTE DE AGUA**

Es un tanque que tiene una capacidad de 29 litros con unas medidas de 45,72 cm alto, 25,4 cm ancho y profundidad. Dentro de este tanque se encuentra el calentador de agua.

### **4.5.3. CARACTERÍSTICAS CALENTADOR DE AGUA**

Es una resistencia que se conecta a 220V esta va al interior del recipiente de agua, y es la simulación del motor, el cual se demora 10 minutos dependiendo la cantidad de agua para que se caliente, si el recipiente está completamente lleno tarda 15 minutos en calentar los 29 litros de agua.

### **4.5.4. CARACTERÍSTICAS BLOWER Y DUCTOS DE VENTILACIÓN**

El blower tiene una conexión de 12 voltios que va directamente a la batería y tiene un control en el panel donde se le va dando las velocidades, el ducto de ventilación es del Honda Civic 92 al cual se le regulo para que solo puede sacar aire por el ducto superior.

## **4.6. MONTAJE DEL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN**

### **4.6.1. MONTAJE DE LA BOMBA DE AGUA**

Se colocó la bomba de agua para el sistema de calefacción, como se puede observar en la figura 35, en la cual a través del recipiente de agua procede a

mandar agua hacia el ducto de ventilación para que este absorba y se empuje el aire caliente hacia el acrílico para que llegue a empañarse.



**Figura. 35** Montaje bomba de agua

#### **4.6.2. MONTAJE DEL RECIPIENTE DE AGUA.**

Como para la bomba de agua se necesita que esté abastecida de líquido, se procede a colocar un recipiente de agua, se observa en la figura 36, junto a la bomba que este a su vez va a tener un calentador de níquel que se conecta a 220V. Este va a calentar y así poder tener ya completo el circuito de calefacción.



**Figura. 36** Montaje recipiente de agua

#### 4.6.3. MONTAJE DEL BLOWER Y VENTILACIÓN.

Para montar esta parte es necesario realizar pruebas antes de montar para probar velocidades del blower y además poder bloquear las salidas de aire y solo tener una para poder realizar las pruebas en alta temperatura y activando el aire acondicionado. Como se puede ver en la figura 37 se procedió con las pruebas y luego de esto se lo colocó una vez funcionado el sistema. Para esto también es necesario poder controlar los accionamientos de salida de aire de los conductos por medio del mando que se encuentra en el panel.



**Figura. 37** Montaje blower y ducto de ventilación

#### 4.6.4. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN

En la figura 38 se ve el diagrama eléctrico del sistema de aire acondicionado donde se representan las diferentes partes del sistema con su conexión.

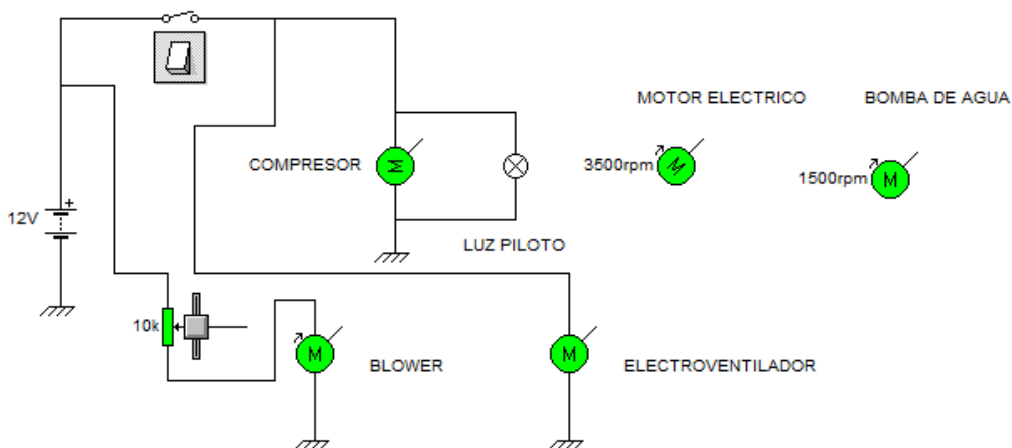


Figura 38. Diagrama eléctrico

#### 4.7. MANTENIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS

##### 4.7.1. MANTENIMIENTO

En la tabla 7 se detalla el mantenimiento que se le debe dar al banco simulador de aire acondicionado y calefacción en el cual se indican los tiempos y los tipos de mantenimiento que se lo debe realizar.

Tabla 7. Mantenimiento banco simulador de pruebas de aire acondicionado y calefacción.

Tipos de mantenimiento	Frecuencia		
	Anual	Mensual	Semanal
1. Verificación de todos los componentes del aire acondicionado y calefacción		X	
2. Limpieza de conductos de ingreso, condensador.		X	
3. Comprobación sistema de banda entre el motor eléctrico y compresor, probar tensión y verificar rupturas de la misma		X	
4. Revisión de aceite de compresor	X		

5. Cambio filtro deshidratador	X		
6. Limpieza del electro ventilador		X	
7. Engrase de ejes de compresor, motor eléctrico y bomba de agua del sistema de calefacción	X		
8. Limpieza del banco simulador		X	

**Tabla 8.** Mantenimiento banco simulador de pruebas de aire acondicionado y calefacción.

(Continuación)

Tipos de mantenimiento	Frecuencia		
	Anual	Mensual	Semanal
9. Revisión de conexiones eléctricas		X	
10. Limpieza de bomba de agua		X	
11. Cambio de agua del recipiente del sistema de calefacción			X
12. En caso de fugas de gas, se tendría que comprobar si es por falta de refrigerante en el sistema, falla del compresor, manguera en mal estado, o si es por obstrucción en el filtro deshidratador.		X	
13. verificar cambio de temperatura en empañamiento o desempañamiento del sistema en el domo de presentación		X	
14. Limpieza de manómetros de presión		X	
15. Verificación para carga del próximo cambio de refrigerante usado R134a	X		

## 4.7.2. DIAGNÓSTICO DE FALLAS

### 4.7.2.1. Primer contacto. Diagnósis táctil

#### Falla:

La primera falla que se observa va a ser la capacidad de enfriamiento que tiene el sistema, se puede dar cuenta cuando se active la calefacción y al momento de enfriar no se va a tener la misma caída de temperatura que se desea tener.

#### Diagnóstico:



- Verificar presiones de alta y baja en el sistema, para comprobar si solo es fallo hidráulico como en el caso de un defecto de carga del sistema.
- Verificación del sistema eléctrico de control del mismo.

**Solución:**

- Posible recarga de refrigerante R134a.
- Cambio de filtro deshidratador.
- Limpieza de condensador del sistema.

**4.7.2.2. Fallo estático de las presiones del sistema.**

Para que se tenga un buen funcionamiento del sistema es necesario que el sistema disponga de la cantidad exacta de refrigerante estipulada por el fabricante.

**Falla:**

Al momento de colocar los manómetros de presión y se ve que no se encuentra el sistema de baja presión y el sistema de alta presión en los mismos valores de presión se puede decir que se puede tener un atasco en el circuito.

**Diagnóstico:**

Mantener el sistema apagado por 20 minutos y se mantiene conectado los manómetros de presión, al pasar este tiempo dar conexión al sistema y comprobar que los dos manómetros en el sistema de alta y baja presión se encuentren dentro del mismo punto de presión, dependiendo de los valores

se puede dictaminar si hay un fallo en el sistema o si está funcionando correctamente. Hacerlo hasta un giro de 1200 rpm para poder comprobar

**Solución:**

Proceder a la limpieza de la instalación, en la que se utilizarán solamente los productos químicos compatibles con los contenidos del circuito. Y volver a realizar el diagnóstico correspondiente. Se puede observar en la tabla 8 las presiones del sistema.

Si el sistema vuelve a fallar se debe proceder a descargar el gas y proceder a realizar una nueva carga del mismo.

En la siguiente tabla 8 encontramos las presiones del sistema en alta vs temperatura.

**Tabla 9.** Presiones del sistema en alta vs temperatura

<b>Temperatura</b>	<b>Refrigerante R134a</b>
-10 °C	2.01 bar
0 °C	2.93 bar
10 °C	4.15 bar
20 °C	5.72 bar
30 °C	7.70 bar
40 °C	10.16 bar

**4.7.2.3. Presencia de aire en el sistema (Tubos de baja presión sin calentamiento)**

Para que el sistema tenga un buen funcionamiento se debe tener un buen material en la parte de tuberías para que se evite el aire en el sistema.

**Falla:**

Infiltración de aire en el banco de pruebas.

**Diagnóstico:**

Evacuación insuficiente. Proceso de evacuación inadecuado

**Solución:**

Chequear el volumen de aceite del compresor, observando la existencia de suciedad. Completar el volumen si es necesario. Sustituir el filtro secador. Efectuar la evacuación adecuadamente y cargar el sistema con el nuevo refrigerante.

**4.7.2.4. Válvula de expansión con funcionamiento irregular**

**Falla:**

Vacío indicado en el lado de baja presión, presión baja en el lado de alta presión, insuficiente refrigerante, congelamiento o presencia de gotas de agua en la cañería del lado de baja presión, posibilidad de causar sobre temperatura en el interior del compresor.

**Causa:**

Defecto en la válvula de expansión, no regula de buena manera al fluido

**Diagnóstico:**

Exceso de refrigerante en los tubos de baja presión, exceso abertura de la válvula de expansión.

**Solución:**

Chequear la válvula de expansión, en caso de ser necesario cambiar por una nueva, realizar una prueba del sistema y cargar el sistema con un nuevo gas refrigerante.

#### **4.7.2.5. Ineficiencia en el compresor**

##### **Falla:**

Presiones en alta y en baja tienden a ser iguales, suele pasar que el lado de baja tiene la presión del sistema de alta presión.

##### **Causa:**

Compresor se queda sin aceite y no efectúa bien el trabajo.

##### **Diagnóstico:**

Compresor con defecto, pudiendo ser: Paleta quebrada, placa oscilante suelta en el eje, cavado sobre la paleta, fallas dimensionales posibilitando interconexión entre las cámaras.

##### **Solución:**

Cambio de compresor.

#### **4.7.2.6. Ruidos**

##### **Falla:**

El banco simulador de aire acondicionado presenta ruidos al momento de su conexión.

##### **Causa:**

1. **Compresor:** Movimiento en compresor debido a irregularidades en zonas de sujeción, sobrecalentamiento, componentes del compresor dañados.
2. **Embrague magnético:** Polea suelta por no engrase de la misma, rodamiento desgastado o dañado.
3. **Polea del motor eléctrico:** Chaveta de polea floja.
4. **Motor del electro ventilador:** Desbalanceado, interferencia con la carcasa.
5. **Condensador:** Puntos de anclaje rotos.
6. **Soporte del compresor:** Golpeado o roto, tornillos de fijación no ajustados.
7. **Tubos y mangueras:** Soporte y acoples no ajustados.

**Solución:**

Al momento de comprobar donde fue el ruido se procede a sustituir o realizar un reajuste del componente que está dando el ruido.

**4.7.3. PRÁCTICAS PARA CLASES DE CLIMATIZACIÓN AUTOMOTRIZ.**

Las guías de prácticas que se efectuaron están en los Anexos 7, 8 y 9 dando a conocer así las partes del sistema y también los fallos que se pueden dar y como pueden mejorar esos fallos.

Como resultado de estas prácticas nos indica que es factible aplicar en este banco de pruebas y poder tener resultados reales y aproximados a los de un automóvil real. En la tabla 9 se observa el tiempo de práctica promedio que se puede demorar una práctica y la complejidad que puede tener el proceso, tomando en cuenta que se mide en 3 niveles; alto, medio y bajo.

**Tabla 10.** Control y cambios

	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3
Tiempo de Práctica	30 min	55 min	50 min

Nivel de complejidad	Bajo	Medio	Medio
----------------------	------	-------	-------

El nivel de complejidad de las prácticas son intermedias debido al tiempo que se requiere, el análisis en cada práctica y al proceso de desarmado y armado.

#### **4.7.4. INFORMACIÓN SOBRE EL USO DEL BANCO SIMULADOR**

Antes de utilizar el banco de pruebas, tome en cuenta las siguientes instrucciones.

- Revisar la tensión de alimentación del banco a 110V.
- Revisar la tensión de la batería de 12V.
- Comprobar que el depósito de agua se encuentre lleno.
- Comprobar que no haya suciedad en el blower.
- Evitar golpes en la unidad de control.
- No manipular el cableado de la caja de control.
- No manipular la bomba de agua ni mangueras.
- No tener herramientas sobre el banco.

Si el sistema no funciona inmediatamente, no debe forzarlo, se recomienda inspeccionar cual es la razón que produce esa falla para poder solucionarla, y luego ponerlo en funcionamiento.

#### **4.7.5. IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN**

Existe un punto de medición del banco simulador de aire acondicionado que nos indica las presiones que se tiene en la parte de presión alta del sistema de aire acondicionado, así como del de baja presión. Esto nos va dando dependiendo de la presión que se tenga en el sistema al momento del trabajo.

#### **4.8. NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL CORRECTO USO DEL BANCO SIMULADOR DENTRO DEL LABORATORIO**

Se deberán revisar todas las normas de seguridad, previo a poner en funcionamiento en el banco de pruebas.

Tomar en cuenta las siguientes recomendaciones generales que se deberá seguir para garantizar su seguridad personal:

- Por seguridad y salud, no fume, coma o beba en el ambiente interior del laboratorio o taller.
- La estructura sobre la cual está montado los componentes del sistema de aire acondicionado y calefacción, tiene instalado ruedas lo cual facilita su movilidad dentro del laboratorio o taller.
- Debido a que el sistema de encendido electrónico tiene potencia muy superior a la de los sistemas convencionales, es altamente peligroso ejecutar cualquier servicio con el sistema conectado.
- Al realizar prácticas en este banco de pruebas, se deberá leer atentamente la respectiva guía de laboratorio, en todo momento seguir las instrucciones del profesor o instructor. Cualquier duda tendrá que ser consultado al responsable de la práctica.
- Utilizar herramientas adecuadas y en buenas condiciones, tener en cuenta su correcto manejo para las que fueron diseñadas, después de su utilización coloque en su respectivo lugar.
- Se deberá mantener fuera de humedad el área de trabajo alrededor del banco simulador, una buena organización, iluminación y ventilación; sin herramientas y piezas dispersas, fuentes de ignición y sustancias peligrosas.
- Analizar otras condiciones que puedan ser peligrosas y evitarlas.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Se ha elaborado un banco simulador de un sistema de aire acondicionado y calefacción para el taller de la carrera Ingeniería Automotriz. De manera satisfactoria este permitirá a los estudiantes aplicar sus conocimientos teóricos y prácticos, así como aumentar y complementar su conocimiento académico.
- Se elaboraron guías prácticas que pueden encaminar a los estudiantes para obtener resultados más detallados de cada parte del sistema y sus respectivas funciones que permita complementar con la clase teórica y sirva como una herramienta de ayuda para el profesor.
- En las prácticas se consiguieron resultados reales, diferencias entre presiones y temperatura, teniendo así con éxito demostraciones que ayudarán a los alumnos en sus distintas prácticas que se elaboren al sistema de aire acondicionado y calefacción.
- Se elaboró un manual de uso y seguridad para poder manipular este proyecto dentro del laboratorio, de esta forma se puede establecer los parámetros necesarios para salvaguardar la integridad tanto del practicante como del equipo.



## 5.2. RECOMENDACIONES

- Para este sistema de refrigeración se recomienda realizar la carga con el refrigerante R-134a que esto ayuda a proteger al ambiente y evitar la contaminación que otros gases provocan.
- Para realizar las pruebas en el banco se recomienda a los estudiantes utilizar un adecuado equipo de protección como mandil, gafas, zapatos punta de acero. Adicionalmente debe existir un profesor o supervisor que tenga conocimiento del tema o algún estudio del mismo.
- Para un mejor funcionamiento del banco simulador se debe dar un periódico mantenimiento tanto a las partes mecánicas así como a las partes eléctricas que se tienen para su activación.
- Se deberá tener en cuenta los pasos a seguir para un encendido y funcionamiento del banco de pruebas. Primero verificando la presión del sistema, que todas las partes estén bien sujetas y aferradas, y finalmente haciendo una buena conexión del motor eléctrico, el cual, deberá siempre ser conectado a una corriente eléctrica de 110v el mismo que hará funcionar al compresor y por lo tanto, a todo el sistema.
- Capacitar y actualizar a profesores o guías en cuanto a la manipulación, nueva información y tecnología que cada día avanza, esto con la finalidad de transmitir esos conocimientos a los estudiantes y cumplir así con la misión de la Universidad Tecnológica Equinoccial que es formar con excelencia y liderazgo profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo de la ciencia y la sociedad.

## BIBLIOGRAFIA

- AHMSA. (2013). *Manual de Diseño para la Construcción con Acero*. Mexico.
- Birch, T. S. (2005). *Heating and Air Conditioning Worktext W/Job Sheets*. Pearson Prentice Hall.
- Birch, T. W. (1996). *Manual de calefacción y aire acondicionado automotriz*. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- Bosch. (2005). *Manual de la técnica del automóvil* (4 ed.). Alemania: Robert Bosch, GmbH.
- Cengel Y., B. M. (2012). *Termodinámica* (7 ed.). México: McGraw-Hill.
- China, C. S. (31 de Enero de 2004). *Casanchi*. Obtenido de <http://casanchi.com/fis/temperatura01.htm>
- Crouse, W. H., & Anglin, D. L. (1988). *Aire Acondicionado en el Automóvil*. Barcelona - México: Marcombo, S.A.
- Dietsche, K. H., & Klingebiel, M. (2005). *Manual de la Técnica del Automóvil* (4 ed.). Alemania.
- Gil Martinez, D. H. (2012). *Manual del Automovil*. Madrid España: Cultural S.A.
- Jiménez Morales, F., & Lemos Fernández, M. (2001). *Termodinámica: Una Guía de Clase*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Johanson, C. (2008). *Auto Heating and Air Conditioning*. Goodheart-Willcox Company.
- Kreith, F., & Bohn, M. S. (2002). *Principios de transferencia de calor* (6 ed.). Madrid: Thomson.
- Michael J. Moran, H. N. (2004). *Fundamentos de Termodinámica Técnica* (2 ed.). España: Reverté.
- Morales, J. (s.f.).
- Mott, R., Enríquez Brito, J., & León Cardenas, J. (2006). *Mecánica de fluidos*. México: Prentice-Hall Pearson Education.
- Müller, C. (2010). *Manual de Aire Acondicionado y Calefacción*. S.A. Marcombo.

- Paolini. (2005). *Manual de uso del acrílico*.
- Pita, E. G. (2002). *Acondicionamiento de Aire*. México: C.E.C.S.A.
- Prentice-Hall Hispanoamericana. (1996). *Manual de calefacción y aire acondicionado*. Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
- Quadri, N. (2004). *Manual de cálculo de aire acondicionado y calefacción*. Alsina.
- Randall, M. (2006). *Haynes Air conditioning & Heating Manual*. Haynes Publishing PLC.
- Recknagel-Sprenger, W. (1993). *Manual Técnico de Calefacción y Aire Acondicionado*. Librería Técnica Bellisco.
- Richard Rowe, L. J. (2008). *Manual de soldadura GMAW (MIG - MAG)*. Madrid España: Paraninfo.
- Rolle, K. C. (2008). *Termodinámica* (6 ed.). Pearson Prentice Hall.
- Sears, Zemansky, Young, & Freedman. (s.f.). *Física Universitaria* (11 ed.). Pearson Addison Wesley.
- Stubblefield, M., & Haynes, J. H. (2003). *Automotive Heating and air Conditioning Manual*. Haynes Manuals, Incorporated.
- Tapia, N. D. (5 de Diciembre de 2006). *Monografías*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos15/transf-calor/transf-calor.shtml>
- Tripler, P. A. (2005). *Física para la ciencia y la tecnología* (4 ed.). Reverté.
- Velasco, C., Martínez, A., & Gómez, T. (2010). *Termodinámica Técnica*. Zaragoza: Prensas Universitarias Zaragoza.
- Wark K., R. D. (2001). *Termodinámica* (6 ed.). España: McGraw-Hill.

# ANEXOS

## Anexo 1 Conversión de unidades de temperatura.

### CUADRO DE CONVERSIÓN DE TEMPERATURAS

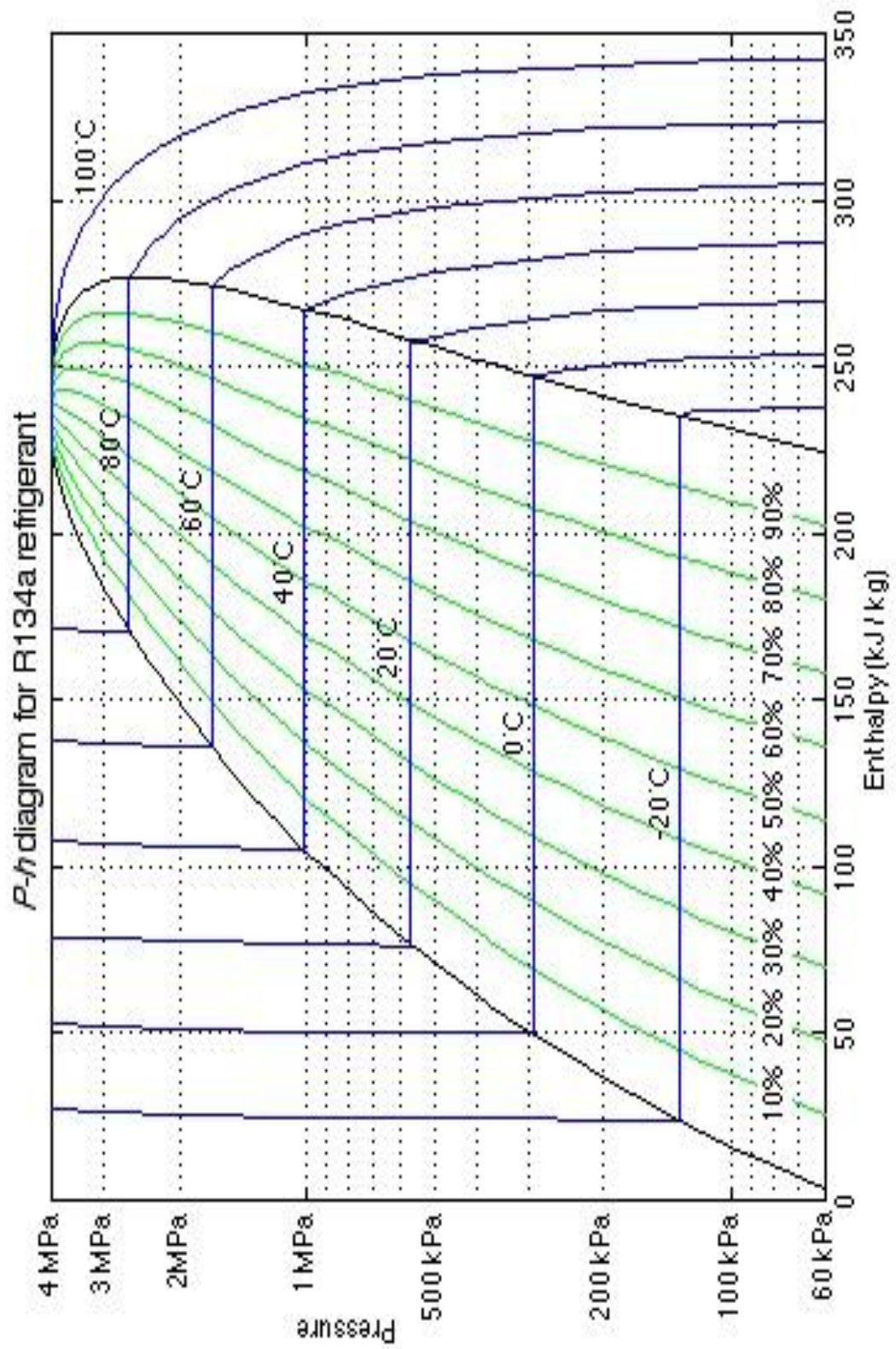
	°C	°F		°C	°F		°C	°F		°C	°F	
	0	-18	32	260	127	500	520	271	968	780	416	1436
	10	-12	50	270	132	518	530	277	986	790	421	1454
	20	-7	68	280	138	536	540	282	1004	800	427	1472
	30	-1	86	290	143	554	550	288	1022	810	432	1490
	40	4	104	300	149	572	560	293	1040	820	438	1508
	50	10	122	310	154	590	570	299	1058	830	443	1526
	60	16	140	320	160	608	580	304	1076	840	449	1544
	70	21	158	330	166	626	590	310	1094	850	454	1562
	80	27	176	340	171	644	600	316	1112	860	460	1580
	90	32	194	350	177	662	610	321	1130	870	466	1598
<b>Ejemplo:</b>	100	38	212	360	182	680	620	327	1148	880	471	1616
<b>Su Temperatura = 100°F</b>												
<b>Su Conversión = 38°C</b>												
<b>0</b>												
<b>Su Temperatura = 100°C</b>												
<b>Su Conversión = 212°F</b>												
	110	43	230	370	188	698	630	332	1166	890	477	1634
	120	49	248	380	193	716	640	338	1184	900	482	1652
	130	54	266	390	199	734	650	343	1202	910	488	1670
	140	60	284	400	204	752	660	349	1220	920	493	1688
	150	66	302	410	210	770	670	354	1238	930	499	1706
	160	71	320	420	216	788	680	360	1256	940	504	1724
	170	77	338	430	221	806	690	366	1274	950	510	1742
	180	82	356	440	227	824	700	371	1292	960	516	1760
	190	88	374	450	232	842	710	377	1310	970	521	1778
	200	93	392	460	238	860	720	382	1328	980	527	1796
	210	99	410	470	243	878	730	388	1346	990	532	1814
	220	104	428	480	249	896	740	393	1364	1000	538	1832
	230	110	446	490	254	914	750	399	1382	1010	543	1850
	240	116	464	500	260	932	760	404	1400	1020	549	1868
	250	121	482	510	266	950	770	410	1418	1030	554	1886

Anexo 2 Tabla de conversión de presiones

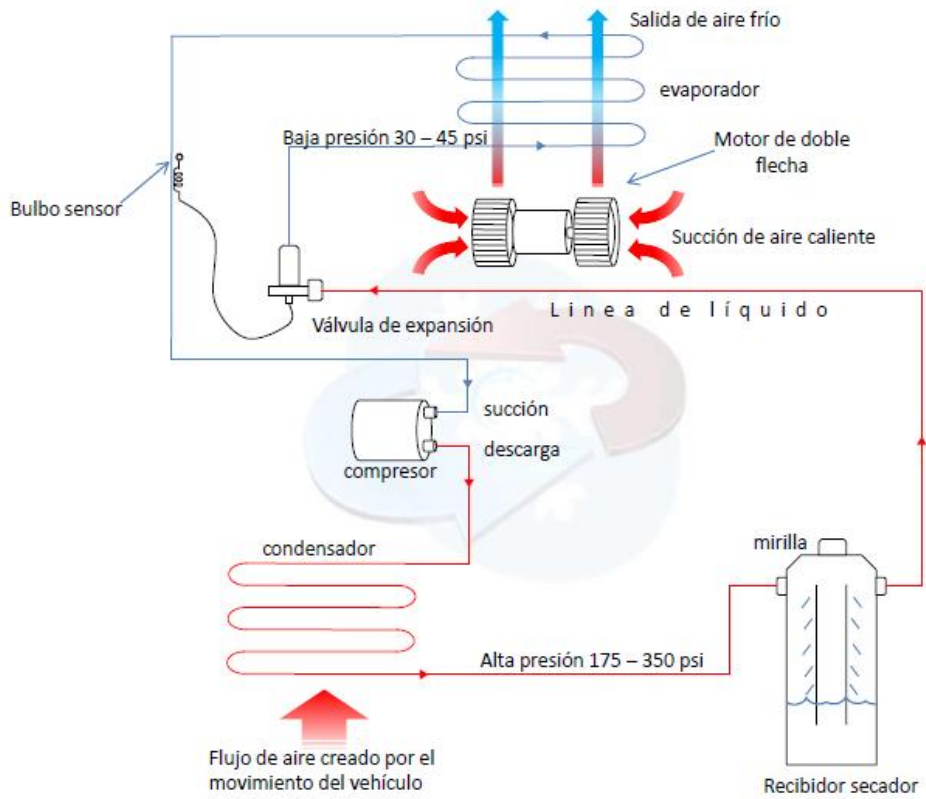
Unidades de Presión

	pascal (Pa)	bar (bar)	milibar (mbar)	atmósfera técnica (at)	atmósfera (atm)	torr (Torr)	libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi)
1 Pa	$\equiv 1 \text{ N/m}^2$	$10^{-5}$	$10^{-2}$	$1,0197 \times 10^{-5}$	$9,8692 \times 10^{-6}$	$7,5006 \times 10^{-3}$	$145,04 \times 10^{-6}$
1 bar	100.000	$\equiv 10^6 \text{ dyn/cm}^2$	$10^3$	1,0197	0,98692	750,06	14,5037744
1 mbar	100	$10^{-3}$	$\equiv \text{hPa}$	0,0010197	0,00098692	0,75006	0,0145037744
1 at	98.066,5	0,980665	980,665	$\equiv 1 \text{ kgf/cm}^2$	0,96784	735,56	14,223
1 atm	101.325	1,01325	1.013,25	1,0332	$\equiv 1 \text{ atm}$	760	14,696
1 torr	133,322	$1,3332 \times 10^{-3}$	1,3332	$1,3595 \times 10^{-3}$	$1,3158 \times 10^{-3}$	$\equiv 1 \text{ Torr, } \approx \text{mm Hg}$	$19,337 \times 10^{-3}$
1 psi	$6,894 \times 10^3$	$68,948 \times 10^{-3}$	68,948	$70,307 \times 10^{-3}$	$68,046 \times 10^{-3}$	51,715	$\equiv 1 \text{ lbf/in}^2$

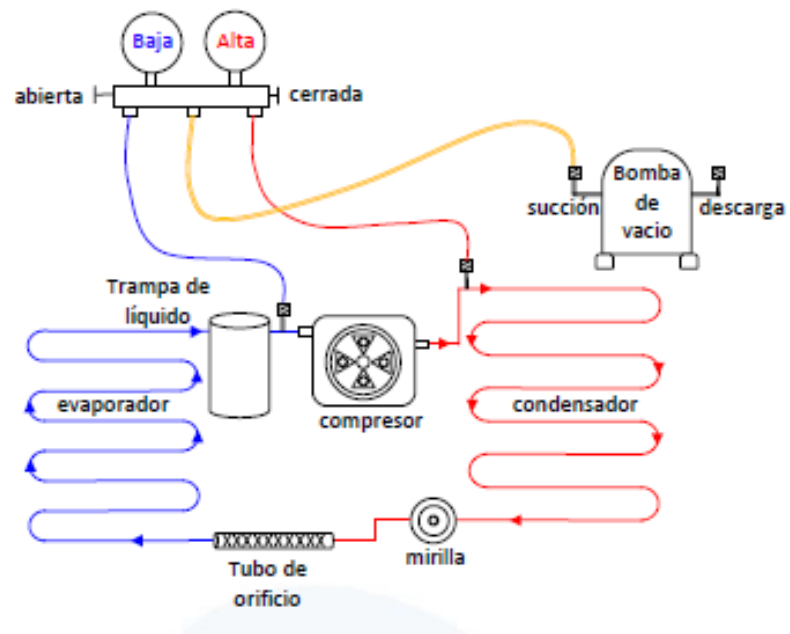
Anexo 3 Diagrama presión vs entalpía refrigerante R134a.



#### Anexo 4 Diagrama Aire acondicionado.



**Anexo 5** Diagrama evacuación del sistema de aire acondicionado.






**Anexo 6** Presiones del refrigerante en el sistema.

PRESION DE REPOSO	ALTA PRESIÓN		BAJA PRESIÓN	
	4 CIL	90 - 95 PSI	4 CIL	90 – 95 PSI
6 CIL	100 – 115 PSI	6 CIL	100 – 115 PSI	
8 CIL	115 – 125 PSI	8 CIL	115 – 125 PSI	
PRESIÓN DE TRABAJO A 700 – 800 RPM	4 CIL	170 PSI	4 CIL	38 PSI
	6 CIL	220 PSI	6 CIL	38 - 40 PSI
	8 CIL	250 PSI	8 CIL	42 PSI
PRESIÓN DE TRABAJO A 2000 RPM	4 CIL	190 PSI	4 CIL	32 - 34 PSI
	6 CIL	220 PSI	6 CIL	34 PSI
	8 CIL	270 PSI	8 CIL	36 PSI

Anexo 7. Guía de práctica 1.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA CLIMATIZACIÓN AUTOMOTRIZ</b>	<b>PRACTICA Nº 1</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>	Ing. Milton Revelo		
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	2015 – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORMA PRÁCTICA:</b>	2015 – MM – DD
<p><b>Práctica:</b> Partes y funcionamiento de la calefacción y aire acondicionado</p>			
<p><b>Objetivo:</b> Aprender a reconocer e identificar cada uno de los componentes de un sistema de calefacción y aire acondicionado</p>			
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la ubicación de los componentes</li> <li>• Ubicar los componentes indicados</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Banco simulador			

### Instrucciones y/o procedimiento:

- Bomba de agua

Se procede a verificar la bomba de agua conectando a la corriente a 110V para ver si se enciende y tiene flujo de agua, si no llega a encender se procede a mover las aspas en caso que no tenga el primer momento de inercia.



- Recipiente de agua

El recipiente de agua hay que observar si el agua no se evaporo al momento de calentarse, sino se tiene que rellenar la misma.



- Calentador de agua

Se tiene que realizar la conexión a 220V monofásico y proceder a

ver como la niquelina se calienta ya que llega a verse de color rojo al momento que está caliente.

- Mangueras

Se tiene que observar que las mangueras no tengan ninguna fisura al momento de encender el sistema, si se tiene una fisura hay que proceder a cambiar de manguera.



- Evaporador

Se debe observar si el evaporador no tiene ninguna falla al momento que se enciende el sistema, en el caso que se tenga una falla o fisura hay que proceder a arreglar el mismo o realizar el cambio por un nuevo.



- Filtro deshidratador

El filtro no debe recibir humedad en su interior, si fuera el caso que se tiene humedad no va a trabajar bien y se va a tener problema de malos olores en el ducto de ventilación.



- Compresor

Para verificar si el compresor funciona es momento de encender el motor eléctrico y encender el compresor para que el embrague se acople y mande vacío al sistema, si no funciona puede ser que el embrague no funcione de la manera adecuada o que el aceite del embrague tenga que ser reemplazado.



- Mangueras de alta presión y baja presión

Las mangueras no deben tener ninguna fisura sino el refrigerante sale y se pierde el enfriamiento del mismo.

- Blower

El blower debe poder cambiar las velocidades de lo contrario no va a empujar el frío o el calor hacia el interior y por lo mismo no va a funcionar bien el sistema.



- Batería

Hay que verificar si la batería tiene el voltaje necesario para activar al sistema, de lo contrario hay que proceder a cargar a la misma y

realizar nuevamente la prueba.




**Conclusiones:**

- Se aprendió a reconocer e identificar los componentes del banco de pruebas de aire acondicionado y calefacción.
- Se conoció la función y posición de cada componte de un aire acondicionado y calefacción.

**Recomendaciones:**

- Consultar la diferencia entre los dos tipos de radiadores que hay en el sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz.
- Utilizar el equipo adecuado de seguridad mandil, gafas protectoras y zapatos puntas de acero.

**Anexo 8.** Guía de práctica 2.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA CLIMATIZACION AUTOMOTRIZ</b>	<b>PRACTICA N° 2</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	2015 – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORMA PRÁCTICA:</b>	2015 – MM – DD
<p><b>Práctica:</b> Puesta a punto del banco simulador</p>			
<p><b>Objetivo:</b> Aprender el proceso de puesta a punto de un banco simulador de calefacción y aire acondicionado</p>			
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender a utilizar los instrumentos y equipos de medición que se disponen en el banco de pruebas de aire acondicionado.</li> <li>• Conocer las fallas y problemas que se puede dar en el mismo.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Banco de pruebas		Equipo completo	
Manómetros		Manómetros de presión para alta y baja presión	



Pirómetro	Que trabaje hasta 100°C
Multímetro	Comprobaciones de 12V
<p><b>Instrucciones y/o procedimiento:</b></p> <p><b>1. Puesta en marcha del motor eléctrico:</b></p> <p>En este proceso se pone en marcha el motor eléctrico que convertirá la energía eléctrica en energía mecánica, el cual mediante una banda unida de la polea del motor eléctrico a la polea del compresor va a producir la compresión dentro del compresor del banco de pruebas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primero asegurarse que las poleas estén bien ajustadas, la banda bien templada y alineada.</li> <li>• Segundo conectar el motor eléctrico a la corriente alterna de 220V con mucha precaución y seguridad de que está bien asegurada la conexión.</li> <li>• Verificar que el motor eléctrico y el compresor estén en marcha.</li> </ul> <p><b>2. Puesta en marcha del sistema eléctrico:</b></p> <p>En este punto se describe la puesta en marcha de la parte eléctrica del banco de pruebas y la que dará vida y funcionamiento al aire acondicionado, mediante el encendido del sistema eléctrico se ponen en funcionamiento ventiladores, termostato, embrague del compresor y switch de presión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la batería tenga voltaje con un multímetro, la medida debe ser 12V y que los bornes estén asegurados correctamente.</li> <li>• Con el switch o botón principal de encendido del banco de pruebas que está en la parte posterior de un lado del evaporador se pone en marcha el resto de componentes eléctricos como son los ventiladores, termostato, embrague del compresor, y el switch de presión.</li> <li>• Se puede verificar su funcionamiento el momento que los ventiladores empiecen a moverse y el flujo de aire atraviese las aletas de los dos radiadores, la otra verificación del funcionamiento del sistema se la puede apreciar el momento que el sistema</li> </ul>	

comience a acondicionar el aire que fluye por el evaporador el cual será aire frío.


Con esto se tiene prueba física que el sistema está funcionando correctamente y está cumpliendo su ciclo.

### **Conclusiones**

- El proceso se siguió al pie de la letra para poner a punto al banco simulador de calefacción y aire acondicionado.
- Al momento de realizar las pruebas se pudo probar los instrumentos de medición para conocer si está funcionando correctamente el sistema.
- Se reconoció las distintas fallas que se puede tener al poner a punto el banco de pruebas de aire acondicionado.

### **Recomendaciones:**

- Consultar la diferencia entre los dos tipos de radiadores que hay en el sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz.
- Utilizar el equipo adecuado de seguridad mandil, gafas protectoras y zapatos puntas de acero.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA CLIMATIZACION AUTOMOTRIZ</b>	<b>PRACTICA N° 3</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>	Ing. Milton Revelo		
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	2015 – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORMA PRÁCTICA:</b>	2015 – MM – DD
<b>Práctica:</b> Carga de refrigerante R-134a			
<b>Objetivo:</b> Aprender a cargar el sistema del refrigerante			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el refrigerante que se usa para la carga.</li> <li>• Conocer como cargar el sistema y cuál es su parte de carga para alta presión y baja presión.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Banco simulador			
Manómetros		Manómetros de presión para alta y baja	

Bomba de vacío	Conexión a 110V
Mangueras de presión	Carga alta y baja
Refrigerante R-134 <sup>a</sup>	
Gafas de seguridad	
<p><b>Instrucciones y/o procedimiento:</b></p> <p>El procedimiento que se expone es para la utilización del equipo de aire acondicionado del banco simulador de carga directa de refrigerante como una carga normal a un automóvil.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desconectar el banco simulador de aire acondicionado de la alimentación de electricidad.</li> <li>2. Conectar el equipo de carga a las tomas de alta y de baja presión.</li> <li>3. Conectar la última manguera hacia la bomba de vacío para retirar el refrigerante e ingresar el nuevo.</li> <li>4. Revisar que las válvulas del cilindro y las válvulas del juego de manómetros del equipo de carga se encuentren bien cerradas.</li> <li>5. Conectar la manguera al tanque y a la válvula de entrada del cilindro de carga.</li> <li>6. Conectar la manguera a la válvula de salida del cilindro de carga y los manómetros del equipo de carga de aire acondicionado.</li> <li>7. Hacer una previa revisión de que los acoples se encuentren completamente fijos y que no tenga un juego.</li> <li>8. Conectar las mangueras entre los manómetros del equipo de carga y las válvulas de servicio del sistema de aire acondicionado del banco simulador. Tener en cuenta que las conexiones van del manómetro de alta y baja, hacia las válvulas de servicio de alta y baja respectivamente.</li> <li>9. Previo a realizar el proceso de vacío, se revisó que esté cerrada la válvula de salida del cilindro de carga, para que no pase líquido refrigerante.</li> <li>10. Abrir la válvula que se encuentra antes del juego de manómetros, para permitir que la bomba de vacío se pueda conectar con el</li> </ol>	

sistema de aire acondicionado del banco simulador.

11. Se enciende la bomba de vacío por medio de su interruptor, se purga el aire que se encuentra en el interior de la misma, abriendo la válvula de purga unas 2 a 3 vueltas y luego se procede a cerrarla.
12. Abrir la válvula que se encuentra antes del juego de manómetros, para permitir que la bomba de vacío succione el aire y la humedad del sistema de aire acondicionado del banco simulador.
13. Revisar nuevamente que todos los acoples se encuentren correctamente cerrados.
14. El proceso de vacío se puede realizar tanto por el lado de alta como por el lado de baja, para lo cual se abrió las válvulas del juego de manómetros del lado de alta y de baja.
15. Se deja que trabaje la bomba de vacío, por un tiempo de 20 a 25 minutos. Este tiempo las agujas de los manómetros de alta y baja comenzarán a descender, si no lo hacen, puede ser que están dañados los manómetros, que alguna conexión está floja o que el sistema de aire acondicionado del banco simulador tiene una fuga. Si lograra ocurrir lo último, se realiza la prueba de fuga, con el banco simulador encendido y presurizada con refrigerante R-134<sup>a</sup>, aplicar una solución jabonosa en la tubería, dobleces y uniones del sistema, en donde presente burbujas esta la fuga.
16. Después del tiempo que se indicó, se cierran las válvulas del juego de manómetros y la válvula que conecta la bomba de vacío con el sistema de aire acondicionado del banco simulador, se apaga la bomba de vacío, por medio del interruptor y verificamos por unos 10 minutos que la medida de los manómetros de alta y baja no varíen durante ese rango determinado de tiempo. Si se mantiene indica que la carga fue exitosa y no presenta fugas el sistema.
17. Hay dos métodos para realizar la carga del sistema:
  - a. Forma líquida: se realiza por el lado de alta y con el sistema apagado. Este método es el más adecuado, ya que no toma tanto tiempo y se lo realiza cuando se vaya a cargar por

primera vez o cuando se realice algún mantenimiento del sistema.

b. Forma gaseosa: se lo realiza por el lado de baja y con el sistema encendido. Este método requiere de más tiempo y solo lo haremos cuando se necesita una carga completa del sistema.

18. Como el sistema de aire acondicionado se encuentra vacío, se procede a cargar el sistema por forma líquida, es decir por el lado de alta.

19. Colocarse las gafas de seguridad, para prevenir algún accidente en el proceso de carga, ya que si se tiene algún contacto con el refrigerante puede ser peligroso.

20. Se verifica si ambas válvulas se encuentran completamente cerradas.

21. Se abre la válvula del tanque refrigerante y lo colocamos cabeza abajo para que fluya con más facilidad al cilindro de carga.

22. Después se abre la válvula de entrada del cilindro de carga y por medio de la mirilla, se observa la cantidad de refrigerante que se necesite.

23. Una vez que lo completamos se cierra la válvula de entrada del mismo.

24. Se verifica que las válvulas de alta y de baja del juego de manómetros del equipo de carga se encuentre cerradas, para proceder a abrir la válvula de salida del cilindro de carga.

25. Abrimos la válvula de alta del juego de manómetros del equipo de carga un poco y cerramos, para que el refrigerante ingrese al sistema en bajas proporciones.

26. Repetimos el paso anterior hasta que podamos observar que la presión del manómetro de baja se iguale al manómetro de cilindro de carga, que se puede decir, que ya no tiene más refrigerante el cilindro.

27. Si no se vacía el cilindro de carga, quiere decir que todavía hace falta refrigerante en el sistema, cerramos la válvula del manómetro de alta,

como la válvula de salida del cilindro.

28. Se enciende el banco simulador, abrimos suavemente la válvula de baja de juego de manómetros del lado de baja y se cierra, así se repite hasta que el cilindro de carga quede vacío.

### **Conclusiones:**

- Se concluye que lo primero que se debe realizar es la verificación de cómo está el sistema y de cuanto se necesita de líquido refrigerante.
- Se concluye que se debe tener cuidado en el momento de carga para prevenir fugas en el sistema.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda tener todos los implementos de seguridad persona.
- Se debe tener muy en cuenta cual es el refrigerante que se va a usar.
- Se debe tener paciencia en el proceso de carga y seguir paso a paso el procedimiento.