



Universidad
Nacional
de Loja

Portada.

Universidad Nacional de Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales
no Renovables**

Carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz

**Implementación de un Banco Didáctico del Sistema de Aire Acondicionado
y Calefacción Vehicular para el Laboratorio de Ingeniería Automotriz de la
Universidad Nacional de Loja**

**Trabajo de Titulación, previo a la
obtención del título de Ingeniero
Mecánico Automotriz.**

AUTOR:

Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi

DIRECTOR:

Ing. Bryan Jhon Briceño Martínez

Loja - Ecuador

2024

Certificación

Loja, 06 de mayo de 2024

Ing. Bryan Jhon Briceño Martínez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Implementación de un banco didáctico del sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular para el laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Automotriz**, de la autoría del estudiante **Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi**, con cédula de identidad Nro. **1104296197** una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Bryan Jhon Briceño Martínez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma

Cédula de identidad: 1104296197

Fecha: 06 de mayo de 2024

Correo electrónico: Ricky.iniguez@unl.edu.ec

Teléfono: 0984651530

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Implementación de un banco didáctico del sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular para el laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional de Loja**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Automotriz**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo en la ciudad de Loja, a los seis días del mes de mayo del dos mil veinticuatro.

Firma

Autor: Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi

Cédula: 1104296197

Dirección: Barrio Pitas

Correo electrónico: Ricky.iniguez@unl.edu.ec

Teléfono: 0984651530

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Bryan Jhon Briceño Martínez

Dedicatoria

El presente Trabajo de Titulación está dedicado a mi hijo, quien es mi inspiración día a día para superarme académicamente y a mis padres, quienes nunca dejaron de mostrarme su apoyo incondicional y me encaminaron por buen camino para alcanzar mi formación profesional.

Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Nacional De Loja por permitirme la oportunidad de ingresar a sus instalaciones, a todos los docentes que me impartieron su conocimiento teórico y práctico a través de los años y a mi familia, quien siempre estuvo apoyándome en cada paso de mis estudios. Gracias a todos ellos porque sin su ayuda no podría haber obtenido el conocimiento necesario para lograr mi formación profesional.

Agradezco especialmente a mi director de Trabajo de Titulación, el ingeniero Bryan Jhon Briceño Martínez, quien me guio paso a paso para lograr la finalización de este proyecto.

Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi

Índice de contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xii
Índice de anexos.....	xiii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1 Principios de Termodinámica	6
4.1.1 Primera ley	6
4.1.2 Segunda Ley.....	7
4.1.3 Ley de Boyle	8
4.1.4 Ley de Charles-Gay Lussac	8
4.1.5 Ley de Joule	9
4.1.6 Ley de Avogadro y Gas Perfecto	9
4.1.7 Moles.....	9
4.1.8 Ley de Gibbs-Dalton.....	9
4.1.9 Entropía y Entalpia	10
4.1.10Energía Interna (<i>U</i>).....	10
4.1.11 Calor.....	11
4.1.12Temperatura.....	11
4.1.13Temperatura Relativa	12
4.1.14Temperatura Absoluta,	12

4.1.15	Presión	12
4.2	Sistemas de Aire Acondicionado Automotriz.	13
4.2.1	Cambios de Estado del Refrigerante Dentro del Sistema	14
4.3	Elementos Principales del Sistema de Aire Acondicionado Automotriz.....	16
4.3.1	Compresor.....	16
4.3.2	Condensador.	16
4.3.3	Válvula de Expansión.	17
4.3.4	Evaporador.....	17
4.4	Funcionamiento del Aire Acondicionado Automotriz	18
4.4.1	Compresión.....	19
4.4.2	Condensación.....	19
4.4.3	Expansión.....	19
4.4.4	Evaporación.	19
4.5	Sistema de Calefacción del Automóvil	20
4.5.1	Calefacción.	20
4.5.2	El circuito de Calefacción.....	20
4.6	Bancos Didácticos de Sistemas de Aire Acondicionado	21
4.6.1	Banco que Contempla Solo diseño y Simulación CAD.....	21
4.6.2	Banco Didáctico del Sistema de Aire Acondicionado en el Medio Comercial	21
5	Metodología.....	23
5.1	Simulación computacional del funcionamiento del sistema de aire acondicionado y calefacción del vehículo	25
5.1.1	Esquema eléctrico	25
5.1.2	Descripción del Modelo Matemático.....	26
5.1.3	Desarrollo de la Simulación Computacional.....	32
5.1.4	Validación del Modelo	33
5.2	Cálculo para estimar la capacidad de enfriamiento de un vehículo	37
5.2.1	Análisis de eficiencia energética	39

5.2.2	Cálculo de flujo de aire.....	41
5.2.3	Cálculo de potencia de motor eléctrico	41
5.2.4	Selección de correa y cálculo de la velocidad	42
5.2.5	Calculo Para Determinar el Consumo del Combustible con el Sistema en Funcionamiento.....	44
5.2.6	Calculo de Polea de Motor Eléctrico.....	45
5.3	Diseño y construcción de la estructura del banco didáctico.....	45
5.3.1	Criterios de diseño medidas antropométrica	47
5.3.2	Diseño de estructura en Inventor	48
5.3.3	Evaluación del Funcionamiento del Sistema.....	48
5.3.4	Construcción Física del Banco Didáctico.....	49
5.3.5	Implementación de los elementos y circuitos del sistema A/C	50
5.3.6.	Realización de guía práctica/manual de reparaciones	52
6.	Resultados.....	54
6.1	Lado de alta presión.....	54
6.2	Lado de baja presión.....	55
6.3	Manual de usuario y reparaciones	57
6.4	Guías prácticas.....	58
7	Discusión.....	61
8	Conclusiones.....	62
9	Recomendaciones.....	63
10	Bibliografía.....	64
11	Anexos.....	68

Índice de figuras:

Figura 1. Componentes de un Sistema de Aire Acondicionado	13
Figura 2 Aire acondicionado automotriz	14
Figura 3 Vaporización	14
Figura 4 Condensación	15
Figura 5 Transferencia de calor	15
Figura 6 Tipos de compresores	16
Figura 7 Condensador de aire acondicionado automotriz.....	16
Figura 8 Válvula de expansión de aire acondicionado automotriz.....	17
Figura 9 Evaporador de aire acondicionado automotriz.....	18
Figura 10 Ciclo cerrado de aire acondicionado automotriz	18
Figura 11 Circuito de calefacción automotriz.....	21
Figura 12. Sistema de Aire Acondicionado de un Vehículo en Diseño Cad	21
Figura 13. Banco de Sistema de Aire Acondicionado	22
Figura 14	25
Figura 15. Algoritmo del Modelo Prediseñado, para el circuito A/C.....	26
Figura 16. Modelo que representa el balance de energía para el evaporador y el condensador.	28
Figura 17. Sistema de Líquido de Refrigeración	29
Figura 18. Algoritmo de Flujo de Aire	30
Figura 19. Relaciones de Compresión y expansión del refrigerante	31
Figura 20. Condiciones y Parámetros de Operación Utilizados para Simular el Vehículo Automotor.....	31
Figura 21 Diseño final de simulador funcional	34
Figura 22 Tabla de acceso a resultados	35
Figura 23 Datos disponibles de simulación realizada.....	35
Figura 24 Vehículo utilizado para el modelado.....	36
Figura 25. Diagrama de selección de correa en "V"	43
Figura 26 Resultados de la elección de material para la estructura	46
Figura 27 Modela en 3D de la Estructura del Banco.....	48
Figura 28 Análisis estructural de la maqueta, con fuerzas funcionales	49
Figura 29. Plano General de la Maqueta.....	50
Figura 30. Etapa de Soldadura de la Estructura.....	50
Figura 31 Instalación de compresor.....	51

Figura 32. Presión y Temperatura del Refrigerante (Alta Presión)	54
Figura 33. Manómetro de alta presión con el sistema en funcionamiento.	55
Figura 34 Presión y Temperatura del Refrigerante (Alta Presión	55
Figura 35. Manómetro de baja presión con el sistema en funcionamiento.....	56
Figura 36. Carta de presiones de temperatura con el R-134.....	57

Índice de tablas:

Tabla 1. Marco metodológico a realizar durante el desarrollo	23
Tabla 2. Especificaciones técnicas del vehículo utilizado para el diseño de la maqueta.....	36
Tabla 3.	38
Tabla 4. Datos para el cálculo de la eficiencia energética	40
Tabla 5. Datos para el cálculo del combustible consumido con el sistema en funcionamiento	44
Tabla 6. Materiales disponibles a utilizar para la fabricación de la maqueta	46

Índice de anexos:

Anexo 1. Manual de uso, funcionamiento y mantenimiento	69
Anexo 2 práctica 1.....	79
Anexo 3 práctica 2.....	86
Anexo 4 práctica 3.....	94
Anexo 5. Práctica 4	98
Anexo 6. Práctica 5	102
Anexo 7. Plano general del Diseño de la estructura.	107
Anexo 8. Banco didáctico.....	107
Anexo 9. Evaporador	108
Anexo 10. Componentes.....	109
Anexo 11. Manómetros de Presión.....	109
Anexo 12. Motor Eléctrico	110
Anexo 13. Carga de Gas	110
Anexo 14. Esquema eléctrico de Chevrolet sail	111
Anexo 15. Ficha General de Chevrolet sail	111
Anexo 16. Certificación de traducción del resumen	112

1. Título

Implementación de un banco didáctico del sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular para el laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional de Loja.

2. Resumen

EL presente proyecto se enfoca en la implementación de un banco didáctico del sistema de aire acondicionado y climatización vehicular para el laboratorio de ingeniería automotriz de una UNL, para ello se a considerado fundamental la validación de los datos obtenidos mediante simulación computacional, donde se comparan los datos obtenidos en el banco con los obtenidos en el software Matlab – simulink. Los datos que se incorporan en el software como parámetros de entrada son los mismos parámetros que se consideraron en las pruebas del banco didáctico.

Para la construcción del banco se tomarán en cuenta varios factores necesarios como lo es un diseño de la estructura en software Cad, una selección de materiales adecuada para la estructura, un diagrama eléctrico y cálculos necesarios para la selección de los elementos que se ensamblarán en el banco didáctico del sistema de aire acondicionado y climatización vehicular.

Adicional a ello, se elaboran guías prácticas, con el objetivo, de que los estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz puedan conocer un sistema real en la asignatura de climatización y refrigeración vehicular.

El banco de pruebas del sistema de aire acondicionado del automóvil está diseñado para permitirle observar parámetros de funcionamiento, diagnóstico y mantenimiento del sistema en cuestión. El aprendizaje se desarrolla de forma práctica y dinámica para optimizar el tiempo y el espacio.

Palabras claves: aire acondicionado, climatización, banco didáctico.

2.1 Abstract

This project focuses on the implementation of a teaching bench of the vehicle air conditioning and climate control system for the automotive engineering laboratory of a UNL, for this the validation of the data obtained through computer simulation has been considered essential, where the data obtained in the bank with those obtained in the Matlab – simulink software. The data that is incorporated into the software as input parameters are the same parameters that were considered in the teaching bank tests.

For the construction of the bench, several necessary factors will be taken into account, such as a design of the structure in Cad software, an appropriate selection of materials for the structure, an electrical diagram and calculations necessary for the selection of the elements that will be assembled in the bench. Didactic bench of the vehicle air conditioning and climate control system.

In addition to this, practical guides are prepared, with the objective that students of the automotive engineering career can learn about a real system in the subject of vehicle air conditioning and refrigeration.

The automobile air conditioning system test bench is designed to allow you to observe operating, diagnostic and maintenance parameters of the system in question. Learning is developed in a practical and dynamic way to optimize time and space.

Keywords: air conditioning, heating, didactic bench.

3. Introducción

El aire acondicionado para automóviles se introdujo en la década de 1930, pero a pesar de su apariencia, no se consideraba importante o esencial para la mejora y el desarrollo en comparación con otros sistemas automotrices. En los años 30 ya existían 70 vehículos con una amplia integración de este tipo de sistema. Actualmente, casi el 70% de los vehículos están equipados con aires acondicionados, pero es necesario realizar mejoras específicas en estos sistemas, ya que los talleres de reparación de automóviles no saben cómo manejar los refrigerantes y su manipulación inadecuada provoca contaminación ambiental.

Los estudiantes de la industria automotriz necesitan acceso a la visualización del funcionamiento de los componentes del sistema de aire acondicionado y calefacción. Esto no solo facilita el aprendizaje y la prueba de la teoría a través de la práctica en el campo, sino que también les permite utilizarla. Es un banco didáctico para el diagnóstico, mantenimiento y modificación de sistemas, asegurando una enseñanza académica sólida y precisa. Los materiales educativos que se implementarán beneficiarán a todos los que tengan acceso a ellos al hacer que el sistema sea seguro de operar, tanto para quienes no lo conocen como para quienes ya lo conocen, a través de información detallada en el banco de pruebas. Los materiales de estudio permiten actualizar los conocimientos del estudiante.

El objetivo de este proyecto es introducir un banco de pruebas para sistemas de aire acondicionado y calefacción en el laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional de Loja. El desarrollo de este proyecto se basa en métodos de investigación como los métodos deductivos, analíticos, sintéticos y experimentales para obtener información veraz y detallada sobre el comportamiento del sistema propuesto para su estudio e implementación. El banco didáctico de pruebas se implementa de la siguiente manera: estructura metálica como base, herramientas y equipos únicos para cada prueba del sistema (manómetro, bomba de vacío,

circuito de prueba de relés, compresores, tanque de refrigerante para vaciado y llenado). Este banco de pruebas no solo le permite diagnosticar el funcionamiento del aire acondicionado dentro de los parámetros establecidos, sino que también le permite diagnosticar errores presentes en el sistema y resolver problemas en sistemas que utilizan refrigerante. Este banco de pruebas está implementado de tal manera que se puede mover fácilmente de un lugar a otro, acelerando así los trabajos de mantenimiento y diagnóstico.

4. Marco teórico

4.1 Principios de Termodinámica

Se estudian formas de energía como la energía potencial, la energía gravitacional y la energía cinética, mientras que el estudio de los principios termodinámicos relaciona los cambios y el comportamiento de varios cuerpos en un sistema con las interacciones energéticas dentro de sus límites. Los principios físicos que se describen a continuación se aplican al funcionamiento del sistema de aire acondicionado de un vehículo (OROZCO HINCAPIÉ, 2004).

4.1.1 Primera ley

La ley de conservación de la energía es la primera ley de la termodinámica y este principio se utiliza para definir la energía interna. El trabajo es energía, una vez que este trabajo se transfiere de alguna manera al sistema, debe acumularse. Por lo tanto, debe haber un aumento numérico de energía en el sistema correspondiente al valor del trabajo transferido, y a esto se le llama energía interna. La existencia de esta propiedad en cualquier sistema termodinámico es el contenido fundamental de la primera ley de la termodinámica (Çengel, 2013).

La primera ley hace referencia a la conservación de la energía, “nada se crea y nada se destruye, solamente se transforma en otro tipo de energía”, entonces, el diferencial del calor que entra y sale, así sea el mínimo, se debe tomar en cuenta durante cualquier proceso. Según la primera ley de la termodinámica, explican que, en el cambio neto de la energía integral de un circuito durante el proceso, es igual a la diferencia entre la energía total que ingresa y la energía total que sale como resultado del proceso, como se observa en la Ecuación 1.. (Çengel, 2013).

$$(E. T. I. S) - (E. T. S. S) = \text{Cambio en la } E. T. S \quad (1)$$

Se sabe que la energía es una propiedad y su valor se mantiene mientras no cambie el estado de la energía. La otra parte corresponde a la demostración matemática de Lord Kelvin de la conjetura de Carnot utilizando la primera ley y el concepto de eficiencia. Pues bien, la eficiencia de un motor de Carnot depende de la temperatura a la que opera la máquina, y se determina en la escala universal o escala de temperatura Kelvin. Esta es una escala que se considera absoluta, tiene como su punto cero el cero absoluto de la temperatura. La escala Kelvin ha sido acogida por el sistema métrico internacional SI como la unidad básica de temperatura, esto se evidencia en la ecuación 2. (Young, 2018).

$$T_k = T_c + 273$$

(2)

Donde:

T_k: Temperatura Kelvin

T_c: Temperatura Celsius

273: constante de conversión

4.1.2 Segunda Ley

La energía es una propiedad conservada y ningún proceso puede realizarse sin seguir el primer principio de conservación de la energía. Sin embargo, la finalización del proceso no garantiza que realmente ocurra. En este proceso, la cantidad de energía que pierde es igual a la cantidad de energía que gana el aire circundante, lo que permite comprender la primera ley de la termodinámica. Para los expertos en este campo, mantener la calidad de la energía es de gran importancia, por lo que la segunda ley puede utilizarse para determinar la calidad, así como el grado de degradación de la energía durante el proceso (Young, 2018).

4.1.3 Ley de Boyle

A temperatura constante, el volumen de un peso dado de un gas perfecto varía inversamente con la presión absoluta. La presión y el volumen son inversamente proporcionales, como se aprecia en la ecuación 3 (Serway & Chris , 2013) .

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_nV_n = \text{constante de proporcionalidad} \quad (3)$$

Donde:

P: presión absoluta en (lb/pie²)

V: volumen específico (lb/pie³)

4.1.4 Ley de Charles-Gay Lussac

Cuando un gas perfecto absorbe calor a volumen constante, la presión absoluta cambia en proporción directa a la temperatura. El volumen es proporcional a la temperatura, como se observa en la ecuación 4 (Çengel, 2013).

$$P_1 T_1 / = P_2 T_2 / = P_n T_n / T_{\text{temperatura absoluta}} \quad (4)$$

Donde:

P1: Presión inicial del gas

T1: Temperatura inicial del gas

P2: Presión final del gas

T2: Temperatura final del gas

Pn: Presión en cualquier punto del proceso

Tn: Temperatura en cualquier punto del proceso.

Temperatura absoluta: Temperatura medida en la escala Kelvin.

4.1.5 Ley de Joule

Cuando un gas perfecto se expande sin realizar ningún trabajo, la energía interna del gas no cambia, y la energía interna de un gas perfecto es función de la temperatura, por lo que la temperatura del gas no cambia (Serway & Chris , 2013).

4.1.6 Ley de Avogadro y Gas Perfecto

La ley de Avogadro se conceptualiza de la siguiente forma “un mismo volumen de gas a la misma presión y temperatura tiene el mismo número de moléculas”. Por otro lado, la ley del gas perfecto considera que los gases perfectos son todos los gases que obedecen las leyes de Boyle, Charles, Joule y Avogadro (Chemistry, 2020).

4.1.7 Moles

Es una unidad que nos permite saber la cantidad de sustancia que tiene un objeto, el peso molecular se expresa en libras o gramos, y se sabe que el peso molecular es proporcional a la masa. Si se considera que cada mol de gas tiene el mismo número de moléculas, el objeto es una molécula (Young, 2018).

4.1.8 Ley de Gibbs-Dalton

Esta ley se aplica a las mezclas de vapor y aire porque cuando se mezclan gases o vapores, cada vapor o gas ejerce la misma presión en todo el espacio como si actuara (de forma independiente) a la misma temperatura de la mezcla, esta ley establece que cada mezcla de gases ejerce una presión total igual a la suma de las presiones parciales de cada gas, y en la atmósfera existe una presión total de las siguientes presiones parciales, como se evidencia en la ecuación 5 (Khana cademy, 2023).

$$PB = PN + PO + PV = Pa + PV$$

(5)

Donde:

PN: presión parcial del nitrógeno

PO: presión parcial del oxígeno

PV: presión parcial de vapor de agua

Pa: presión parcial de aire seco

4.1.9 Entropía y Entalpía

Entropía significa medir el desorden que existe dentro de un sistema porque a medida que aumenta la entropía, también aumenta el desorden interno. La entropía describe la tendencia de todos los cuerpos a alcanzar el equilibrio térmico que caracteriza a un sistema.

Mientras que, la entalpía se refiere a la cantidad de energía necesaria para llevar un objeto a un estado particular, comenzando con un valor de entalpía de 0. Es una medida absoluta del estado energético de un objeto, está estrechamente relacionada con el nivel de energía y el estado de un objeto en función de la presión y el volumen del sistema que se está estudiando, lo que le permite cambiar de un estado de la materia sin cambios térmicos externos debido a otros factores como cambios de un estado a otro puede ser entendido. Como presión y volumen (Young, 2018).

4.1.10 Energía Interna (U)

Cuando se convierte en energía interna (U), se puede expresar como la cantidad de energía en el cuerpo a nivel microscópico. Se basa en el aporte de energía cinética de átomos y moléculas como resultado de la rotación, traslación y vibración. Las posibilidades incluyen la gravedad, la fuerza electromagnética y la fuerza intermolecular nuclear. Para un sistema cerrado, la diferencia de energía interna entre dos sistemas se expresa como la suma de calor

(Q) y trabajo (W) intercambiados con el entorno ($\Delta U = Q - W$). Se debe explicar que la energía no se puede crear ni destruir porque los cambios de energía ocurren en forma de calor y trabajo (Çengel, 2013).

4.1.11 Calor

El calor se ha definido como una forma de energía en transferencia debido a la diferencia de temperatura, solo tiene sentido cuando entre dos sistemas o su entorno exista un proceso de intercambio de energía, ya sea calorífica o térmica, teniendo presente que los cuerpos se encuentren con una diferencia de temperatura. Según (Fernandez José, 2014), los cuerpos no almacenan calor más bien los cuerpos acumulan energía interna. El proceso de transferencia de calor y con ello la energía interna de los cuerpos se lleva a cabo en dirección de temperaturas decrecientes, es decir, de un cuerpo de mayor temperatura hacia un cuerpo de menor temperatura (Serway & Chris , 2013).

4.1.12 Temperatura

La temperatura es una cantidad escalar que está directamente relacionada con la energía interna de los procesos termodinámicos, con énfasis en los intercambios de calor sensibles asociados con el movimiento de partículas dentro de un sistema. Puede considerarse como el nivel o grado de calor corporal. A medida que aumenta la energía interna, la temperatura del sistema aumenta y la temperatura aumenta proporcionalmente. Además, la temperatura es una propiedad poderosa que no depende del tamaño de un sistema ni del tipo de materiales que lo componen, cuando dos cuerpos alcanzan el equilibrio térmico. Esto significa que ambos objetos tienen propiedades físicas en común, una de las cuales es la temperatura (Fernandez José, 2014).

Existen varias escalas para medir la temperatura para expresar grados de calor. En el sistema internacional, la unidad absoluta de temperatura es Kelvin ($^{\circ}K$), pero también se utilizan comúnmente otras escalas relativas como Celsius ($^{\circ}C$) y Fahrenheit (F). Dentro de la escala de

medición de temperatura, existen dos grupos: temperatura relativa y temperatura absoluta (Ávila, Prado, & Gonzáles, 2007).

4.1.13 Temperatura Relativa

La temperatura relativa se conoce como la temperatura basada en los puntos de congelación y ebullición (puntos relativos) del agua y es la escala más utilizada. Grados Celsius, Fahrenheit y Kelvin prácticamente en todo el mundo. Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Inventada por el astrónomo sueco Anders Celsius en 1742, la escala se calcula a partir del cero absoluto como la fracción $(1/273,15)$ entre dos puntos específicos cuando se congela a 0°C y se hierve a 100°C . Grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Inventado en 1724 por el físico polaco Gabriel Fahrenheit, los 180 intervalos iguales entre los puntos de congelación y evaporación del agua son 32°F y 212°F , respectivamente (Çengel, 2013).

4.1.14 Temperatura Absoluta,

Como los valores mínimo y máximo medidos en una escala específica a partir del cero absoluto, y sirve como principio fundamental de la termodinámica y la mecánica. Grados Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). Utilizada en la Unidad de Medida Internacional, define el brillo en el punto triple del agua, que comienza en el cero absoluto y es exactamente $273,15^{\circ}\text{K}$. Grado de Rankine ($^{\circ}\text{Ra}$). Esta escala mantiene el mismo espaciado que la escala Fahrenheit, con un origen en $-459,67^{\circ}\text{F}$ (Boylestad & Nashelsky, 2009).

4.1.15 Presión

La presión es la fuerza normal ejercida por una unidad de área en la frontera del sistema. En un sistema en reposo, la presión alrededor del volumen fundamental de líquido permanece constante en todas las direcciones. Los sistemas de aire acondicionado de los automóviles tienen dos circuitos de presión (circuito de alta presión y circuito de baja presión) con diferencias de

presión, y mantener la presión adecuada es importante para el funcionamiento eficaz del sistema (Boylestad & Nashelsky, 2009).

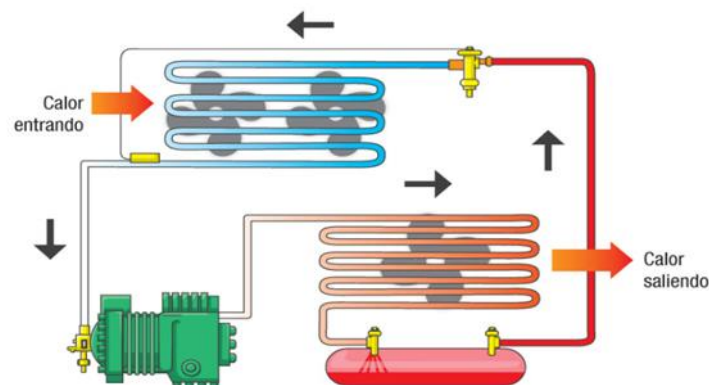
La presión en el circuito depende de la temperatura ambiente y del espacio necesario a enfriar. Generalmente, la presión aproximada de los circuitos durante la operación del sistema es de 30 a 50 PSI para circuitos de baja presión y de 150 a 300 PSI para circuitos de alta presión. Las fluctuaciones de presión en el sistema de aire acondicionado de un automóvil son causadas por elementos externos, que pueden considerarse sistemas forzados (la acción del compresor) (Carvajal Aumala , Cando Macas, & Valenzuela Domínguez).

4.2 Sistemas de Aire Acondicionado Automotriz.

Los aires acondicionados y calentadores de vehículos son componentes importantes de los vehículos modernos y están destinados a regular la temperatura y la calidad del aire dentro del interior del vehículo, como se observa en la figura 1.

Figura 1.

Componentes de un Sistema de Aire Acondicionado



Nota. Obtenido del libro Automobile Electrical and Electronic Systems (p.32), por (Denton, 2018).

En la figura 2, se evidencia un despiece del sistema de aire acondicionado automotriz que tiene la misión de purificar, enfriar y filtrar el aire en el interior de los vehículos (Silva Esquivel, 2020)

Figura 2

Aire acondicionado automotriz



Nota. Despiece de componentes del sistema de aire acondicionado automotriz.

4.2.1 Cambios de Estado del Refrigerante Dentro del Sistema

Vaporización y ebullición. _ la evaporación ocurre cuando un líquido cambia a estado gaseoso.

Esto sucede lentamente después de que el líquido gana suficiente energía para superar la tensión superficial, como se observa en la figura 3 (Sala, 2020).

Figura 3

Vaporización



Nota. Un ejemplo de la vaporización ocurre cuando el refrigerante que circula por el sistema de aire acondicionado llega al evaporador, consiguiendo el que el refriante que entro en estado líquido, salga del evaporador en estado gaseoso. Tomada de (Sala, 2020)

Condensación. _ la condensación ocurre cuando un gas se convierte en líquido, liberando energía, como se muestra en la Figura 4. (González, 2017)

Figura 4

Condensación

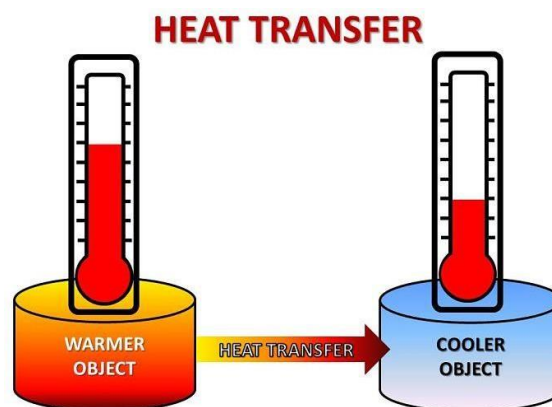


Nota. Tomada de (Hogarmanía, 2021)

Transferencia de calor. _ para que se produzca una transferencia de energía por calor, es necesario que exista una diferencia específica de temperatura; conforme a esta premisa, no puede darse cuenta de una transferencia de calor entre dos cuerpos con la misma temperatura, como se observa en la Figura 5. (Cengel& Boles, 2012).

Figura 5

Transferencia de calor



Nota. Tomada de (IQR, 2021)

4.3 Elementos Principales del Sistema de Aire Acondicionado Automotriz

4.3.1 Compresor.

También se denomina “bomba de alta presión” y está conectada al movimiento del cigüeñal del motor mediante correas y poleas accesorias. El propósito del pistón interno es hacer circular el refrigerante a través de los tubos para aumentar su presión y temperatura cuando sale del compresor, como se observa en la figura 6 (Centro Experimental de Seguridad Vial MAPFRE, 2015).

Figura 6

Tipos de compresores



Nota. Tomada de (Lharrak, 2017)

4.3.2 Condensador.

En principio, un condensador cumple la misma función que un refrigerador, ya que aquí se disipa el calor contenido en el refrigerante. Debido al mismo rendimiento, el condensador suele colocarse antes que el radiador, el mismo se ilustra en la figura 7 (LeSueur, 2007).

Figura 7

Condensador de aire acondicionado automotriz



Nota. Tomada de (Departo, 2020)

4.3.3 *Válvula de Expansión.*

La función principal de la válvula de expansión es una especie de "regulador de presión" en el sistema de aire acondicionado. Imagínelo como una compuerta que controla la cantidad de refrigerante que fluye a través del sistema. Si el refrigerante está a alta presión, la válvula de expansión reduce esta presión para permitir que el refrigerante fluya hacia el evaporador. El evaporador, al igual que un radiador, se encarga de bajar la temperatura del aire que circula en el aire acondicionado. Por lo tanto, la válvula de expansión juega un papel importante al permitir que el refrigerante pase del condensador (donde se aplica alta presión) al evaporador (donde se enfría el refrigerante). Esto permite que su aire acondicionado funcione de manera eficiente y enfríe adecuadamente su entorno, como se observa en la figura 8 (Miranda, 2020).

Figura 8

Válvula de expansión de aire acondicionado automotriz



Nota. Tomada de (mundorepuesto, 2018)

4.3.4 *Evaporador.*

La función principal de este elemento en el sistema de aire acondicionado de un automóvil es eliminar el calor y la humedad del interior del vehículo. Gracias a su sistema de aire acondicionado, que es como una esponja, que absorbe el calor y la humedad del aire y los bombea fuera de su automóvil. Esto se consigue mediante aletas de aluminio que actúan como una especie de filtro, como se observa en la figura 9. A medida que el aire pasa a través de estas aletas, la humedad se condensa en pequeñas gotas. Estas gotas de agua se eliminan del sistema para evitar que se acumulen y causen problemas. En pocas palabras, este elemento es como un desecador que mantiene el interior de su automóvil fresco y seco (Hera, 2018).

Figura 9

Evaporador de aire acondicionado automotriz



Nota. Tomada de (Spectrapremium, 2018)

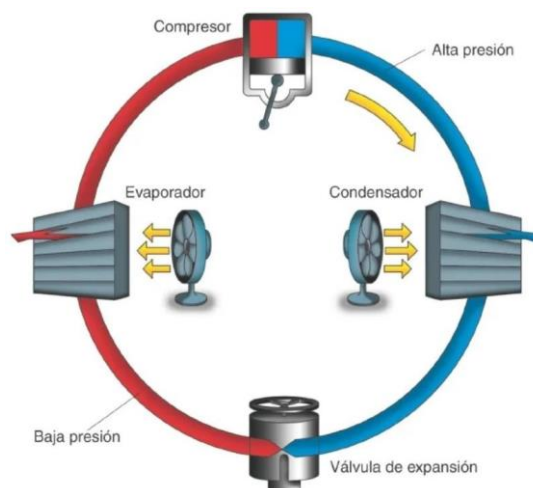
La clave es que el refrigerante tenga un punto de ebullición bajo para que pueda evaporarse cuando el aire caliente toque las aletas del evaporador. Es lo mismo que cuando echas agua en una olla y la calientas, el agua se evapora y se convierte en vapor. En este caso, el refrigerante actúa de manera similar, convirtiéndose en vapor y enfriando el aire (Hera, 2018).

4.4 Funcionamiento del Aire Acondicionado Automotriz

El funcionamiento de un sistema de aire acondicionado de un vehículo se puede describir como un ciclo cerrado de alta y baja presión y consta de cuatro etapas, como se observa en la Figura 10.

Figura 10

Ciclo cerrado de aire acondicionado automotriz



Nota. Tomada de (Vidal Pastor, Más Fito, & González López, 2014)

4.4.1 Compresión.

El refrigerante se comprime y sale del compresor en estado de vapor sobrecalentado a una presión de aproximadamente 14 bar y una temperatura de aproximadamente 85 °C. El refrigerante ingresa al condensador (Pastor Vidal, Mas Fito, González López, 2014).

4.4.2 Condensación.

El vapor sobrecalentado que ingresa al condensador continúa condensándose, llevando el refrigerante a un estado líquido sobre enfriado, lo que resulta en una caída de temperatura a un valor de aproximadamente 55 °C, mientras que la presión existente se reduce mínimamente y el ciclo continúa hasta alcanzar la temperatura máxima. Válvula de expansión (Pastor Vidal, Mas Fito, González López, 2014).

4.4.3 Expansión.

El refrigerante fluyendo dentro del aire acondicionado como un chorro de agua helada. Durante su viaje se topa con una válvula de expansión, una puerta mágica que lo transforma. Cuando fluye refrigerante, la temperatura del mismo desciende claramente hasta aproximadamente 10 °C y al mismo tiempo la presión cae hasta aproximadamente 2,5 bar. A pesar de este cambio, el refrigerante sigue siendo un líquido frío, listo para hacer su trabajo de absorber el calor del ambiente (Pastor Vidal, Mas Fito, González López, 2014).

4.4.4 Evaporación.

El refrigerante es el pequeño héroe invisible que se mueve dentro de su aire acondicionado. La aventura comienza como un líquido frío en un evaporador. Mientras navegas por este laberinto de tuberías, absorbes calor de tu entorno, como secar las lágrimas de una casa asfixiada en verano. Este proceso mágico convierte el refrigerante en vapor sobrecalentado, un gas caliente lleno de energía. La temperatura aumenta aproximadamente 1 °C y la presión

disminuye a aproximadamente 1,2 bar. En este nuevo estado, el héroe gaseoso está listo para regresar al compresor, donde comienza un nuevo ciclo para seguir combatiendo el calor (Pastor Vidal, Mas Fito, González López, 2014).

4.5 Sistema de Calefacción del Automóvil

4.5.1 Calefacción.

En todos los automóviles se instala un calefactor y es una función básica del sistema de aire acondicionado. Así es como funciona: Cuando abre el conducto de aire, el refrigerante caliente del motor ingresa al conducto de admisión y libera calor en el interior. El intercambio se realiza línea por línea cuando el aire entra en contacto con las aletas del radiador. Este reemplazo no se realizará de inmediato, ya que deberá esperar de 2 a 4 minutos para que el vehículo alcance la temperatura adecuada. Los motores más nuevos y más eficientes tardarán más. Para combatirlo, se están introduciendo nuevos sistemas de calefacción con resistencia eléctrica para acelerar el proceso (Sánchez E. , Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo, 2012).

4.5.2 El circuito de Calefacción.

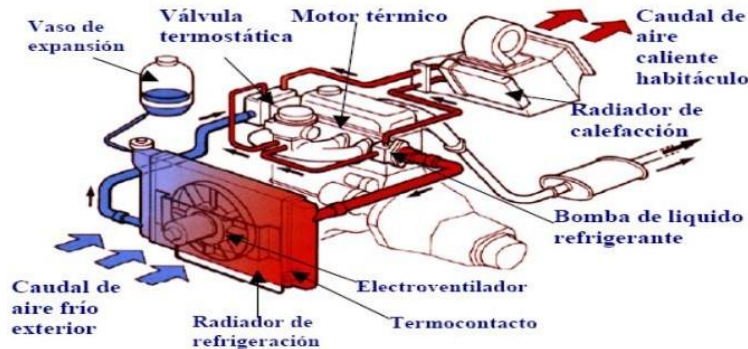
Durante el arranque y hasta que la temperatura del refrigerante alcance los 55° C, la válvula termostática permanece cerrada, provocando que la temperatura del motor aumente rápidamente. El refrigerante se desvía al radiador para que haya calor disponible en muy poco tiempo.

Este fluido es impulsado por una bomba y, cuando se abre la válvula termostática, el fluido también se envía a la parte delantera del vehículo para disipar el calor. Este intercambio se realiza a través de un disipador de calor, mediante el cual el líquido emite calor al aire frío del exterior. El refrigerante frío regresa al motor térmico donde el ciclo comienza de nuevo. La función de la junta térmica es conectar un ventilador eléctrico para disipar todo el calor

contenido en el refrigerante cuando no hay suficiente flujo de aire por el radiador (cuando el vehículo está al ralentí), como se observa en la Figura 11 (Spectrapremium, 2018).

Figura 11

Circuito de calefacción automotriz



Nota. Tomada de (Spectrapremium, 2018)

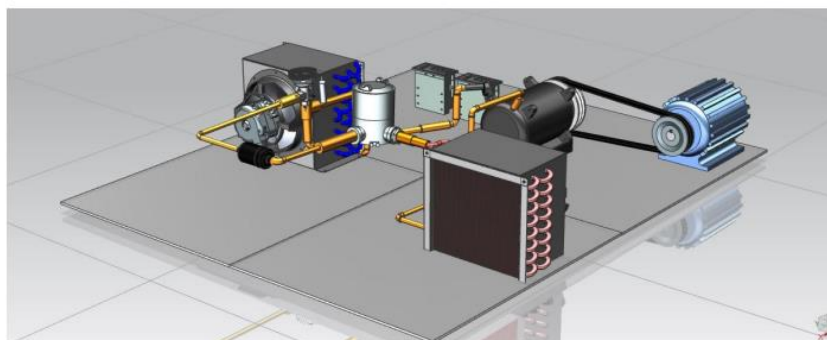
4.6 Bancos Didácticos de Sistemas de Aire Acondicionado

4.6.1 Banco que Contempla Solo diseño y Simulación CAD

Dentro del medio existen distintos tipos de bancos didácticos que implementan en él un sistema de aire acondicionado, con la finalidad ya sea de ser un mecanismo para la enseñanza como lo detalla (CERON BEDOYA , GUERRERO CRESPO, & NORIEGA), donde muestran el funcionamiento de un banco que implementa un sistema de aire acondicionado, por medio del diseño CAD y simulaciones como se observa en la figura 12.

Figura 12.

Sistema de Aire Acondicionado de un Vehículo en Diseño Cad



Nota. Obtenida de (CERON BEDOYA , GUERRERO CRESPO, & NORIEGA)

4.6.2 Banco Didáctico del Sistema de Aire Acondicionado en el Medio Comercial

Este tipo de bancos es comúnmente usados para la simulación del funcionamiento y fallas del que se podrían dar en un sistema común de un vehículo que equipa este mecanismo

de confort en el vehículo, si bien es cierto en el medio existe una amplia gama de estos productos para venta, resultan ser muy costosos y adicional a ello no se encuentran disponibles en el mercado ecuatoriano, por lo que su compra debe ser por medio de importación, llegando a tener un coste de entre \$3000 a \$4500, más el valor de la importación, según detalla (Made in China, 2022), en la figura 13 se observa este tipo de bancos.

Figura 13.
Banco de Sistema de Aire Acondicionado



Nota. Obtenido de (Made in China, 2022).

5 Metodología

En la Tabla 1 se muestra el esquema de la metodología que se llevara a cabo para el desarrollo de la tesis.

Tabla 1

Marco metodológico a realizar durante el desarrollo

Objetivo	Pregunta	Metodología	Técnica	Herramienta
Recopilar información sobre el sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz mediante revisión bibliográfica.	¿Cuál es el funcionamiento de un sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz? ¿Cuál ha sido el desarrollo del sistema de climatización vehicular? ¿Qué componentes, constituyen el sistema de aire acondicionado automotriz?	Investigativa Cualitativa Intuitiva Bibliográfica Histórica	Búsqueda de información en documentos de alta credibilidad, como son artículos científicos, libros, e inclusive averiguando con las opiniones personales de profesionales en el área.	La red de internet Biblioteca de la UNL
Simular computacionalmente el funcionamiento del sistema de aire acondicionado y calefacción del vehículo.	¿Cuáles son las presiones y temperaturas que el refrigerante atraviesa en el sistema?	Analítica Cuantitativa Experimental	Una realización computacional a escala real del sistema de aire acondicionado y calefacción, con la que obtendré resultados como presiones y temperaturas del refrigerante que circula por el sistema.	Internet Softwares Libros de termodinámica.

<p>Diseñar y construir la estructura del banco didáctico propuesto mediante software CAD, y comprobar el funcionamiento del sistema de aire acondicionado y calefacción en la comparación de la simulación computacional.</p>	<p>¿Qué material será capaz de soportar el ensamble del banco?</p> <p>¿Cómo se realizan los conexiones en el banco didáctico?</p> <p>¿Está funcionando de manera correcta el banco didáctico?</p> <p>¿Qué margen de error se puede obtener entre los resultados en la simulación y en el banco construido?</p>	<p>De campo</p> <p>Analítico</p> <p>Experimental</p> <p>Descriptiva</p> <p>Sintética</p> <p>Inductiva</p> <p>observación</p>	<p>Diseñar en software CAD y construir una estructura apta para soportar el ensamble completo.</p> <p>Conectar todo de manera adecuada para que no existan problemas de funcionamiento.</p> <p>Observar detenidamente y verificar que no exista ningún tipo de fuga.</p> <p>Comparar los resultados obtenidos en la simulación con los obtenidos en el banco didáctico.</p>	<p>Cañerías</p> <p>Cables</p> <p>Tubería</p> <p>Equipos de funcionamiento del sistema</p> <p>Multímetro</p> <p>Equipos especiales de carga y descarga de refrigerante.</p>
<p>Realizar guías de práctica y manual de reparaciones para una correcta manipulación del banco didáctico de aire acondicionado y calefacción vehicular.</p>	<p>¿Para qué tipo de prácticas podría servir el banco didáctico en los laboratorios de ingeniería automotriz de la UNL?</p> <p>¿Cómo se puede manipular correctamente el banco didáctico?</p>	<p>Inductivo - deductivo</p> <p>Experimental</p> <p>Descriptiva</p>	<p>Comprobaciones de un buen funcionamiento a través de los resultados correctos.</p> <p>Principalmente mediciones de temperaturas y presiones del refrigerante.</p> <p>Elaboración de guías de práctica para que los estudiantes puedan manipular el banco sin riesgo alguno.</p>	<p>Termómetros</p> <p>Manómetros</p> <p>Equipos de funcionamientos del sistema.</p> <p>Guías de práctica.</p>

Nota. Fuente (Autor)

Siguiendo esta metodología se podrá implementar exitosamente un banco educativo de aire acondicionado y calefacción vehicular que cumpla con los requisitos educativos del Instituto de Ingeniería Automotriz de la Universidad Nacional de Loja.

5.1 Simulación computacional del funcionamiento del sistema de aire acondicionado y calefacción del vehículo

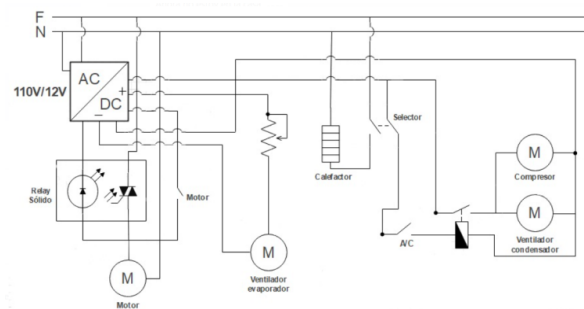
La simulación por ordenador del aire acondicionado y la calefacción de vehículos es una parte esencial del diseño y fabricación del banco. Esta parte de la investigación se centrará en el uso de herramientas computacionales para comprender cómo se comportan dinámicamente y térmicamente estos sistemas. La simulación brinda la oportunidad de estudiar el rendimiento, la eficiencia y la respuesta de un sistema en diferentes condiciones operativas. Esto es esencial para el diseño, la optimización y el diagnóstico del sistema.

5.1.1 Esquema eléctrico

El funcionamiento adecuado y la confiabilidad de un aire acondicionado dependen en gran medida del sistema eléctrico que lo alimenta. Es importante comprender y estudiar detenidamente los diagramas de cableado del aire acondicionado, ya que son necesarios para una instalación, mantenimiento y reparación adecuados. Este enfoque proporciona una explicación simplificada de los diagramas de cableado del aire acondicionado, centrándose en los componentes principales y sus interconexiones. Esto permite a los estudiantes y profesionales de HVAC comprender el funcionamiento del sistema, identificar fallas eléctricas y realizar reparaciones con precisión. En la figura 14 se presenta el diagrama eléctrico del banco didáctico demostrativo de aire acondicionado automotriz.

Figura 14

Esquema eléctrico



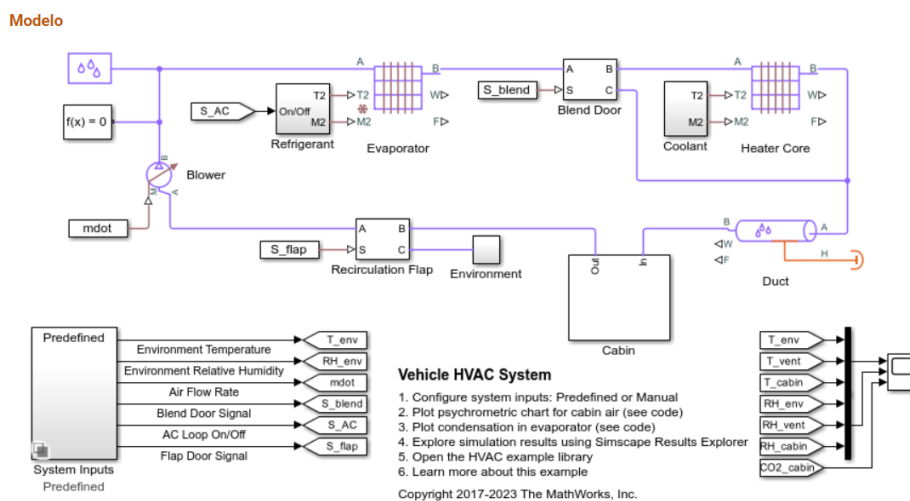
Nota. El esquema que me muestra figura corresponde al diagrama, del banco didáctico, el cual fue realizado con ayuda del software “Wondershare EdrawMax”

5.1.2 Descripción del Modelo Matemático.

Los sistemas de aire acondicionado y calefacción de vehículos se simulan mediante modelos matemáticos basados en principios de termodinámica y transferencia de calor. Las ecuaciones utilizadas describen cómo interactúan los distintos elementos del sistema, como el compresor, el evaporador, el condensador y el intercambiador de calor. Además, también se tienen en cuenta factores como la temperatura ambiente, la velocidad de circulación del aire y la cantidad de calor generado en el interior del coche.

Para este estudio, nos fundamentamos en el modelo de Simulink ilustrado en la Figura 15, disponible en la página de MathWorks. Este modelo simula el flujo de aire húmedo dentro de un sistema de climatización integral (calefacción, ventilación y aire acondicionado) de un vehículo. La cabina del vehículo se representa como un volumen de aire húmedo que intercambia calor con el entorno exterior. El aire húmedo atraviesa una serie de componentes, incluyendo una compuerta de recirculación, un ventilador, un evaporador, una puerta de mezcla y un calentador, antes de retornar a la cabina. La compuerta de recirculación dirige el flujo de entrada desde la cabina o el exterior, mientras que la puerta de mezcla regula la temperatura al redireccionar el flujo alrededor del calentador.

Figura 15.
Algoritmo del Modelo Prediseñado, para el circuito A/C



Nota. Fuente (autor)

En la Figura 16 se presenta el modelo que representa el balance de energía para el evaporador y el condensador. Este modelo se basa en ecuaciones de balance de energía que describen los procesos de transferencia de calor en ambos componentes. Dichas ecuaciones 6-7-8 consideran las entradas de energía (calor absorbido o liberado) y las pérdidas de energía ocasionadas por la transferencia de calor con el entorno. Las fórmulas empleadas han sido obtenidas de la obra de Tom Denton, reconocido autor de varios libros de referencia en el campo de la mecánica automotriz, como "Automotive Air Conditioning and Climate Control Systems".

$$Q_{sensible} = m * Cp * (T_{entrada} - T_{salida}) \quad (6)$$

Donde

$Q_{sensible}$: Transferencia de calor sensible [w]

m : Flujo de aire [$\frac{kg}{s}$]

Cp : Capacidad calorífica específica del aire [$\frac{J}{kg \cdot K}$]

$T_{entrada}$: Temperatura del aire de entrada al evaporador [K]

T_{salida} : temperatura del aire de salida del evaporador [K]

$$Q_{latente} = m_a \times h_j \quad (7)$$

Donde:

$Q_{latente}$: Transferencia de calor latente (en watio)

m_a : es el flujo masico de aire (en Kg/s)

h_j : Calor latente de vaporización del agua (en j/kg)

$$Q_{conden} = m_{ref} \times (h_{vap-entr} - h_{liq-salida}) \quad (8)$$

Donde

Q_{conden} : Transferencia de calor del condensador (W)

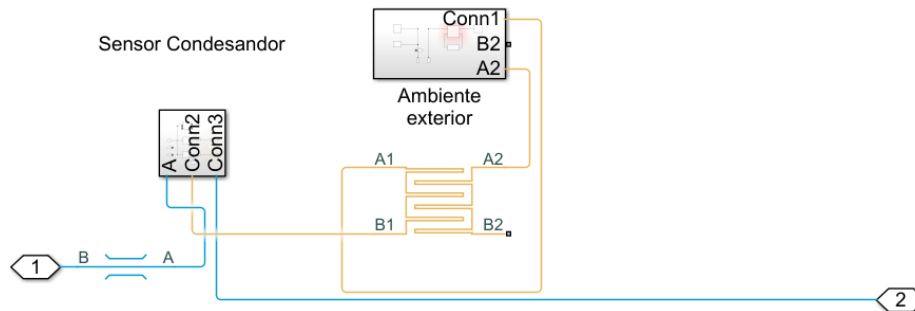
m_{ref} : Flujo masico de refrigerante (en kg/s)

$h_{vap-entr}$ Entalpia del refrigerante en estado de vapor a la entrada del condensador en (en kg/s)

$h_{liq-salida}$: Entalpia del refrigerante en estado líquido a la salida del condensador (en j/kg)

Figura 16.

Modelo que representa el balance de energía para el evaporador y el condensador.



Nota: Fuente (Autor)

El modelo de balance de masa para el refrigerante se representa en la Figura 17. Este modelo aplica un balance de masa al refrigerante que circula a través del sistema, teniendo en cuenta las entradas y salidas de refrigerante en cada componente (compresor, evaporador, condensador, etc.).

$$m_{ref-entrada} = m_{ref salida} + m_{condensado} \quad (9)$$

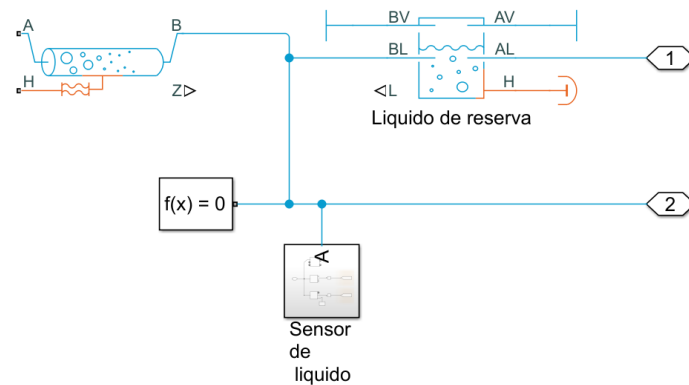
Donde:

$m_{ref-entrada}$: Flujo másico de refrigerante que entra al evaporador (en kg/s).

$m_{ref salida}$: másico de refrigerante que sale del evaporador (en kg/s).

$m_{condensado}$: flujo másico de refrigerante que se condensa en el condensador (en kg/s).

Figura 17.
Sistema de Líquido de Refrigeración



Nota: Fuente (Autor)

Para desarrollar el modelo del flujo de aire, se simula el movimiento del aire a través del sistema de climatización, considerando las especificaciones del ventilador, la resistencia del conducto y la distribución del flujo de aire dentro del habitáculo del vehículo. Este proceso se ilustra en la Figura 18.

$$p_1 * A_1 * V_1 = p_2 * A_2 * V_2 \quad (10)$$

Donde

p : Densidad del aire (kg/m²)

A : Área transversal al flujo(m²)

V : Velocidad del flujo (m/s)

$$P + \frac{1}{2} \rho V^2 + \rho gh = constante \quad (11)$$

Donde:

P : Presión estática del aire (pa)

ρ : Densidad del aire (kgm³)

V : velocidad del aire (m/s)

g : Aceleración debido a la gravedad (m/s²) y

h : Altura respecto a un punto de referencia (m).

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + (V \cdot \nabla) \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 v + F \quad (12)$$

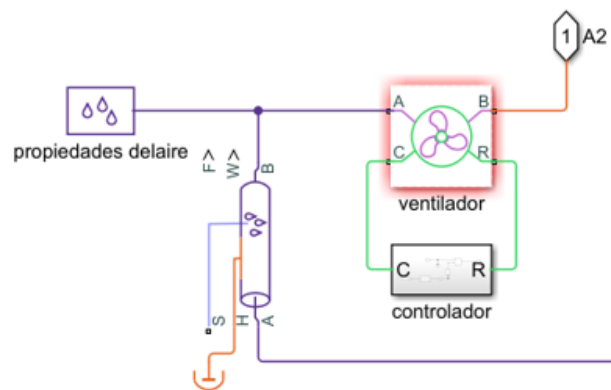
Donde:

μ : Viscosidad dinámica del aire (kg/(m.s)),

F : Fuerza externa que actúa sobre el fluido (N), y

∇ : Operador gradiente.

Figura 18.
Algoritmo de Flujo de Aire



Nota: Fuente (Autor)

La Figura 19 representa las relaciones de compresión y expansión del refrigerante. En este contexto, se emplean relaciones termodinámicas para modelar la compresión y expansión del refrigerante en el sistema, considerando variables clave como la presión, la temperatura y el volumen del refrigerante en cada etapa del ciclo.

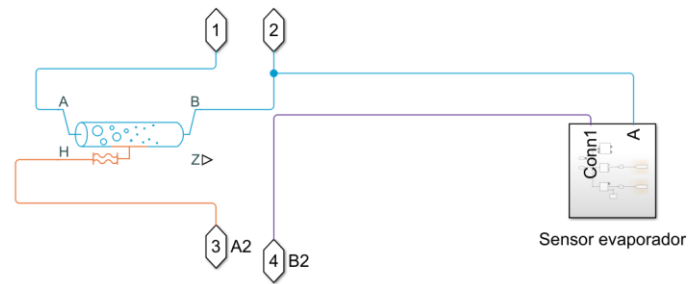
$$RC = \frac{P_{descarga}}{P_{succion}} \quad (13)$$

Donde:

$P_{descarga}$: Presión de descarga del compresor (en psi, bar, Pa, etc.).

$P_{succion}$: Presión de succión del compresor (en psi, bar, Pa, etc.).

Figura 19.
Relaciones de Compresión y expansión del refrigerante



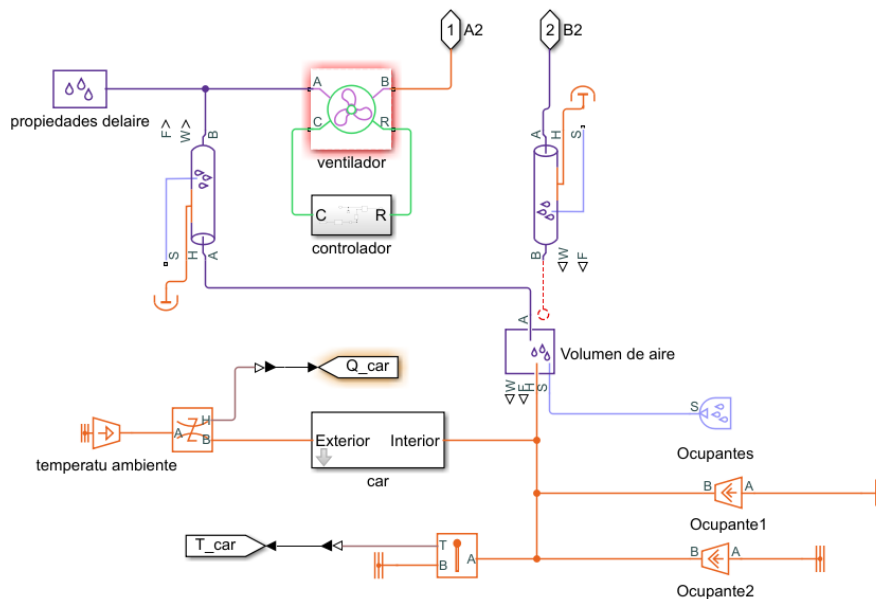
Nota: Fuente (Autor)

$$E = \frac{\text{Palta presion}}{\text{Pbaja presion}} \quad (14)$$

La Figura 20 muestra el modelo que representa el conjunto de condiciones y parámetros de operación utilizados para simular el vehículo automotor en esta investigación. Estos incluyen condiciones de contorno como la temperatura exterior, la velocidad del vehículo, la carga térmica interna y la configuración del sistema de control del climatizador.

$$COP = \frac{\text{Energia util de enfrianmiento}}{\text{Energia consumida por el compresor}} \quad (15)$$

Figura 20.
Condiciones y Parámetros de Operación Utilizados para Simular el Vehículo Automotor



Nota. Fuente (Autor)

5.1.3 Desarrollo de la Simulación Computacional

Crear una simulación por computadora implica ejecutar un modelo matemático dentro de un programa de software especial. Se utilizan herramientas de simulación como softwares tales como MATLAB/Simulink, ANSYS Fluent o programas especiales de la industria del automóvil. Se determinan las condiciones iniciales y de contorno, se determinan los coeficientes del sistema y se codifican los métodos para resolver el problema matemático. A continuación, se presenta una tentativa de pseudocódigo a utilizar:

```
% Parámetros del sistema
% Define los parámetros del sistema, como capacidades térmicas, coeficientes de
transferencia de calor, etc.

% Condiciones iniciales
% Define las condiciones iniciales del sistema, como temperatura inicial, presión
inicial, etc.

% Definición del tiempo de simulación
tiempo_simulacion = 0:0.1:3600; % Tiempo de simulación en segundos (por ejemplo, 1
hora)

% Inicialización de variables
temperatura_interior = zeros(size(tiempo_simulacion));
% Otras variables que desees registrar durante la simulación

% Bucle de simulación
for t = 1:length(tiempo_simulacion)
    % Aquí implementa el modelo matemático del sistema para cada paso de tiempo
    % Calcula las temperaturas, presiones y otras variables del sistema en el tiempo t

    % Registra las variables de interés
    temperatura_interior(t) = calcular_temperatura_interior(); % Por ejemplo

    % Actualización de las variables de estado del sistema
```

```

% Actualización de las condiciones de contorno (si es necesario)

% Otros cálculos y actualizaciones necesarias
end

% Visualización de resultados
figure;
plot(tiempo_simulacion, temperatura_interior, 'b-', 'LineWidth', 2);
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Temperatura Interior (°C)');
title('Simulación de Temperatura Interior del Vehículo');

% Puedes añadir más gráficos para otras variables que desees visualizar durante la
simulación

```

5.1.4 Validación del Modelo

Es muy importante que el modelo esté validado adecuadamente para garantizar que los resultados de la simulación sean precisos y confiables. La información obtenida a través de simulaciones se compara con mediciones experimentales realizadas en condiciones controladas. La validación se realiza mediante pruebas estáticas y dinámicas, se analiza la concordancia entre los resultados de la simulación y los datos reales, se identifican posibles desviaciones y se realizan cambios en el modelo si es necesario. A continuación, en la figura 21 se muestra un diseño final que permite simular las condiciones de uso de los sistemas de aire acondicionado y calefacción.

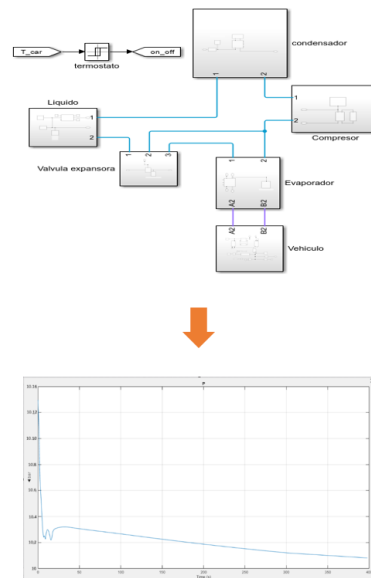
Cabe recalcar que se introdujo como datos de entrada en la simulación computacional los mismos con los que se trabajó en el banco didáctico los cuales fueron los siguientes:

- Temperatura ambiente: 21°C
- Presión atmosférica: 1.012 Bar (Loja)

- Humedad: 71%
- Velocidad viento: 1.12 m/s
- Condensación 13°C
- Flujo ventilador condensador: 94.1 m³/h
- Presión estática: 1.35 mm H₂O
- Flujo de aire a través del evaporador: 31.8 BTu/h

Figura 21

Diseño Final de Simulador Funcional



Nota. Realizado en *Math Lab/Simu Link*, por *Autor*. La validación del modelo compara datos simulados con mediciones experimentales bajo condiciones controladas. Se ajusta el modelo según las desviaciones identificadas para mejorar la precisión y la confiabilidad.

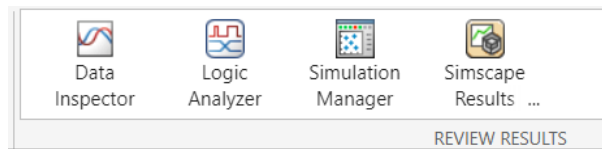
Presión del compresor: En condiciones normales de funcionamiento, la presión del compresor de su aire acondicionado oscilará entre 150 psi (libras por pulgada cuadrada) y 250 psi cuando el sistema está funcionando.

Presión del evaporador: La presión en el evaporador generalmente es más baja que en el compresor y puede variar entre 20 psi y 40 psi, dependiendo de las condiciones de funcionamiento y el diseño del sistema.

El modelo se valida debido a que los resultados que nos brinda son muy aproximados a los valores reales de funcionamiento. Una vez compilado sin errores, se procede a efectuar los resultados del funcionamiento del mismo como se aprecia en la figura 22.

Figura 22

Tabla de acceso a resultados

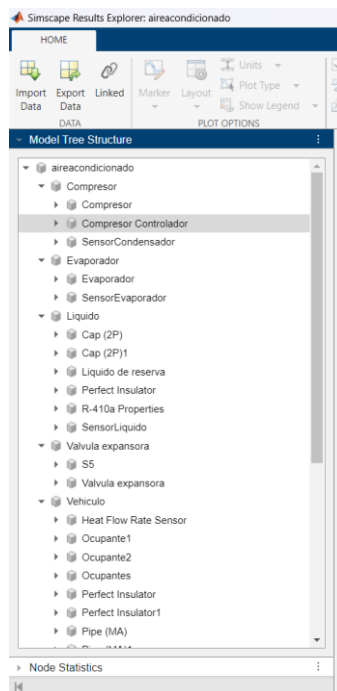


Nota. Realizado en *Math Lab/Simu Link*, por Autor.

Mismo en donde se puede seleccionar los resultados a analizar que se requieran en ese momento como se ve en la figura 23.

Figura 23

Datos disponibles de simulación realizada




Nota. Realizado en *Math Lab/Simu Link*, por Autor.

Los datos obtenidos de la simulación en condiciones ideales se basan en un vehículo Chevrolet Sail 2010. Esto se debe a que los datos de simulación son más fiables debido a su gran espacio interior, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Especificaciones técnicas del vehículo utilizado para el diseño de la maqueta

Chevrolet Sail	
<p>Figura 24</p> <p><i>Vehículo utilizado para el modelado</i></p> 	
Compresor	<p>La capacidad de refrigeración del compresor: 18,000 btu/h = 5278.6 w</p> <p>Tipo de refrigerante utilizado: R134a</p> <p>Eficiencia del compresor: 75%.</p> <p>Presión de trabajo del compresor: 20.6843 bar.</p> <p>Potencia eléctrica del compresor: 1 kw</p> <p>Dimensiones y peso del compresor: 7kg</p> <p>Longitud: 17 centímetros</p> <p>Anchura: 12 centímetros</p> <p>Altura: 12 centímetros</p> <p>Compresor tipo rotativo simple efecto.</p>
Condensador	<p>Capacidad de enfriamiento del condensador: 30000 btu/h</p> <p>Temperatura de trabajo del condensador: 60°C</p> <p>Dimensiones físicas del condensador: dimensiones 60 x 37 x 3 cm</p> <p>Eficiencia energética del condensador: 60%</p> <p>Flujo de aire a través del condensador: 0.675 kg/s</p>
Evaporador	<p>Capacidad de enfriamiento del evaporador: 12000 btu/h</p>

	Coeficiente de rendimiento del evaporador: 0.33 Temperatura de entrada y salida del aire: 27 °c entrada 4 °c salida Flujo de aire a través del evaporador: 31.8 btu/h Temperatura del refrigerante del evaporador: 6 grados Celsius Dimensiones del evaporador: 30. X 23 X 7.5. cm Eficiencia energética del sistema de aire acondicionado: 75%
Válvula de expansión	7 x 3.5 x 3,1 cm
Ventilador del evaporador	Dimensiones del producto: 7 pulgadas diámetro;

Nota. Obtenido de manuales y de páginas oficiales de Chevrolet junto a (Ávila, Prado, & Gonzáles, 2007)

5.2 Cálculo para estimar la capacidad de enfriamiento de un vehículo

La capacidad de enfriamiento es un cálculo que se usa para determinar la capacidad apropiada de un compresor en términos de potencia para enfriar el habitáculo del conductor de forma eficiente, para hacer este cálculo se debe tener en consideración que la capacidad de enfriamiento debe ser mayor a la carga térmica total existente en el habitáculo, tal como se expresa en la Ecuación 16.

$$C_F \geq C_{T-T} \quad (16)$$

Donde:

C_F : Capacidad de Enfriamiento

C_{T-T} : Capacidad térmica total en el habitáculo

Se tiene un vehículo promedio con las siguientes características que se observan en la Tabla 3, donde se determinará cual es el compresor adecuado para cumplir con las necesidades de una capacidad de enfriamiento para lograr refrigerar el habitáculo del conductor de forma eficiente:

Tabla 3.

Datos de un vehículo promedio para determinar su capacidad de enfriamiento

Datos	Valor
Número promedio de ocupantes	4 personas
Carga térmica equipos electrónicos	600 (W)
Radiación solar promedio	800 (W/m ²)
Carga térmica promedio por persona	100 (W/persona)
Superficie de ventanas expuestas al sol	5 (m ²)

Nota. Fuente (Autor)

Para determinar la carga térmica total se emplean las ecuaciones 16-17-18-19, donde con la primera se pretende obtener la carga térmica total, sin embargo, previo a ella se deben desarrollar, las ecuaciones de carga solar, carga térmica interna.

$$C_{T-T} = C_{solar} + C_{Interna} \quad (17)$$

$$C_{solar} = S_{ventanas} * R_{solar-promedio} \quad (18)$$

$$C_{interna} = N_{ocup} * C_{pro-ocu} + C_{T-Equ-elec} \quad (19)$$

Donde

C_{solar} : Carga térmica Solar

$C_{Interna}$: Carga interna

$S_{ventanas}$: Superficie de ventanas

$R_{solar-promedio}$: Radiación solar promedio

c_{T-ocup} : Carga térmica ocupantes

$C_{T-Equ-elec}$: Carga térmica equipos electrónicos

$$c_{solar} = S_{ventanas} * R_{solar-promedio}$$

$$c_{solar} = 5m^2 * 800 \frac{W}{m^2}$$

$$c_{solar} = 4000W$$

$$c_{Interna} = N_{ocup} * C_{pro-ocu} + C_{T-Equ-elec}$$

$$c_{Interna} = \left(4 \text{ personas} * \frac{100w}{\text{persona}} \right) + (600W)$$

$$c_{T-ocup} = 1000 W$$

$$c_{T-T} = C_{solar} + C_{Interna}$$

$$c_{T-T} = 4000W + 1000W$$

$$c_{T-T} = 5000W$$

5.2.1 Análisis de eficiencia energética

Usando las fórmulas de la Tecnología de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire de (WHITMAN, 2018). Se puede calcular la eficiencia energética del sistema de aire acondicionado tomando en cuenta la relación entre la cantidad de enfriamiento suministrada y la cantidad de energía eléctrica utilizada. Un sistema de aire acondicionado común consumo entre 1500 – 2000 W, a continuación, se tomó en cuenta que el sistema consume 2000 W y

como se demostró en el cálculo anterior se requiere una capacidad de refrigeración de 5000 W, para ello podemos usar la ecuación 19. En la tabla 4 se muestra los datos para el cálculo energético

$$E_{Ener} = \frac{Enfria_{propo}}{E_{Eléctrica}} \quad (20)$$

Donde

E_{Ener} : Eficiencia energética

$Enfria_{propo}$: Enfriamiento proporcionado

$E_{Eléctrica}$: Energía eléctrica consumida

Tabla 4.
Datos para el cálculo de la eficiencia energética

Datos	Valor
Enfriamiento proporcionado	5000W
Energía eléctrica consumida	2000W

Nota. Fuente (Autor)

$$E_{Ener} = \frac{Enfria_{propo}}{E_{Eléctrica}}$$

$$E_{Ener} = \frac{5000W}{2000W}$$

$$E_{Ener} = 2.5$$

Esto indica que por cada vatio que el sistema de aire acondicionado consume en el vehículo este genera una energía de 2.5W, de refrigeración.

5.2.2 Cálculo de flujo de aire

Supongamos que el volumen del habitáculo del vehículo es de 5 metros cúbicos y que deseamos enfriarlo completamente en un cuarto de hora. Entonces, el cálculo del flujo de aire necesario se puede hacer dividiendo el volumen del habitáculo por el tiempo en horas:

$$F_{air-nes} = \frac{V_{Habi}}{t} \quad (21)$$

Donde

$F_{air-nes}$: Flujo de aire necesario

V_{Habi} : Volumen del habitáculo

t : Tiempo

$$F_{air-nes} = \frac{V_{Habi}}{t}$$

$$F_{air-nes} = \frac{5m^3}{0.25h}$$

$$F_{air-nes} = 20m^3/h$$

Esto significa que se necesita un flujo de aire de 20 metros cúbicos por hora para enfriar completamente el habitáculo del vehículo en 15 minutos.

5.2.3 Cálculo de potencia de motor eléctrico

Con ayuda de Society of Automotive Engineers (SAE), se obtienen las fórmulas necesarias para el siguiente calculo. Considerando que los compresores pueden tener una eficiencia del 75% y de acuerdo a los cálculos de la capacidad de enfriamiento previamente

obtenidos el sistema debe otorgar una capacidad de refrigeración de 5000 W, podemos utilizar la ecuación 21 para calcular la potencia del motor eléctrico

$$P_m = \frac{\text{potencia de enfriamiento requerida}}{\text{Eficiencia de compresor}} \times \frac{0.134}{\text{Eficiencia del sistema}} \quad (22)$$

Dado que la eficiencia del compresor es del 75%, podemos expresarla como 0.75. Supongamos una eficiencia del sistema del 80%, lo que significa que el 20% de la energía se pierde en las pérdidas del sistema.

$$P_{motor} = \frac{5000W}{0.75} * \frac{0.134}{0.80} = 1118.55W$$

$$1 \text{ caballo de fuerza (hp)} = 745.7 \text{ vatios (W)}$$

$$1118.55W = 1.5hp$$

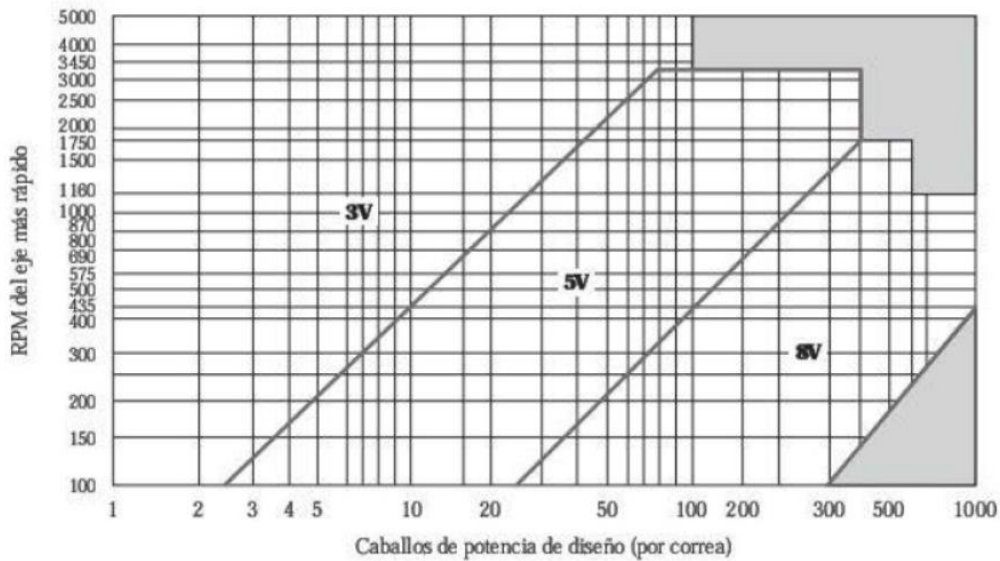
La potencia requerida del motor eléctrico para enfriar hacer funcionar el sistema de aire acondicionado de forma correcta debe ser de 1.5 hp.

5.2.4 Selección de correa y cálculo de la velocidad

De acuerdo a la figura 25 es posible determinar qué tipo de correa en “V” es la adecuada para el sistema y de acuerdo a la ecuación 23 Es posible determinar la velocidad de la banda (Myszka, 2012).

$$VR = \frac{d2}{d1} \quad (23)$$

Figura 25.
 Diagrama de selección de correa en "V"



Nota. Fuente (Myszka, 2012).

De acuerdo a la figura 25 y tomando en cuenta que los rpm del motor eléctrico son de 1750, y su potencia es de 1.5 hp, se aprecia que banda con mejores cualidades para nuestro bando es de 3V. Para determinar la velocidad a la que va a trabajar la banda tenemos las siguientes expresiones.

$$VR = \frac{d2}{d1} = * \frac{12cm}{6cm} = 0.5$$

$$\omega2 = \frac{d1 * \omega1}{d2} = * \frac{6cm * 1750rpm}{12cm} = 875rpm$$

$$\omega1 = 1750rpm * \frac{2\pi rad}{1rev} = 10995.57rad/min$$

$$Vb = \frac{d1}{2} * \omega1 = * \frac{6cm}{2} * 10995.57rad/min = 32986.72 cm/min$$

Dado el resultado del cálculo se puede estimar que la velocidad de trabajo de la banda es de 32986.72 cm/min

5.2.5 *Calculo Para Determinar el Consumo del Combustible con el Sistema en Funcionamiento*

Para calcular cuánto combustible sería necesario para generar 1.5 kW de electricidad, necesitamos conocer la eficiencia del motor que alimenta el generador eléctrico y el poder calorífico del combustible que se utiliza. En la tabla 5 se observa los datos para el cálculo del combustible consumido para el funcionamiento del sistema.

Tabla 5.
Datos para el cálculo del combustible consumido con el sistema en funcionamiento

Dato	Valor
Eficiencia del motor	25%
Energía eléctrica consumida	1.5 Kw
Rendimiento energético de la gasolina	10kW/h*L

Nota. Fuente (Autor)

$$Cantidad\ de\ combustible\ (kWh) = \frac{Potencia\ eléctrica\ (kWh)}{Eficiencia\ del\ motor} \quad (24)$$

$$Cantidad\ de\ combustible\ (kWh) = \frac{1.5kWh}{0.25} = 6kWh$$

$$Com_{Litros} = \frac{Cantidad\ de\ combustible\ (kWh)}{Rendimiento\ energético\ de\ la\ gasolina\ (kWh/l)} \quad (25)$$

$$Com_{Litros} = \frac{6kWh}{10 \frac{kWh}{L}} = 0.6L$$

Por lo tanto, un sistema A/C que consume 1.5 kw, el cuales impulsado por un motor con una eficiencia de 25% consume aproximadamente 0.6 litros de gasolina por hora.

5.2.6 *Calculo de Polea de Motor Eléctrico.*

Considerando que se requiere rpm en ralenti para el compresor (875 rpm), a través de la ecuación 24 Se puede determinar cuál es tamaño óptimo para el diámetro de la polea del motor eléctrico.

$$Diametro_2 = \frac{V_1}{V_2} * Diamtro_1 \quad (26)$$

$$Diametro_2 = \frac{1750rpm}{875rpm} * 6cm$$

$$Diametro_2 = 2 * 6$$

$$Diametro_2 = 12cm$$

Por lo tanto, la polea del compresor debe tener un diámetro de 12 cm para mantener la relación de transmisión y alcanzar las RPM deseadas.

5.3 **Diseño y construcción de la estructura del banco didáctico**

La creación y realización de infraestructuras orientadas a la enseñanza, como el banco propuesto, implica un desafío que involucra conocimientos de diferentes disciplinas como ingeniería, arquitectura y pedagogía. En este apartado, nos adentraremos en el proceso completo, desde la concepción del diseño hasta la ejecución física del banco de enseñanza.

El uso de software CAD (Diseño Asistido por Computadora) posibilita la transformación de ideas abstractas en modelos físicos tridimensionales, ofreciendo una herramienta para la visualización y mejora del diseño. En esta fase, es esencial tener una gran precisión y prestar atención minuciosa a fin de asegurar que el banco funcione correctamente y sea seguro.

La edificación física del banco implica darle forma concreta al diseño teórico. La elección correcta de los materiales, la exactitud en la ejecución y el cumplimiento de estándares de calidad son aspectos cruciales que impactan en la resistencia y la efectividad del resultado final.

Se describen en la Tabla 6 se detallan los materiales que se pueden utilizar en la construcción de la estructura y que están disponibles en la zona. Se empleó el software CES EduPack para analizar las propiedades de estos materiales, tomando en cuenta las normas de calidad de construcción y otras normativas similares. Se implementó una valoración numérica del 1 al 4 para medir los niveles de corrosión y soldabilidad, basada en una evaluación cualitativa previa.

Tabla 6

Materiales disponibles a utilizar para la fabricación de la maqueta

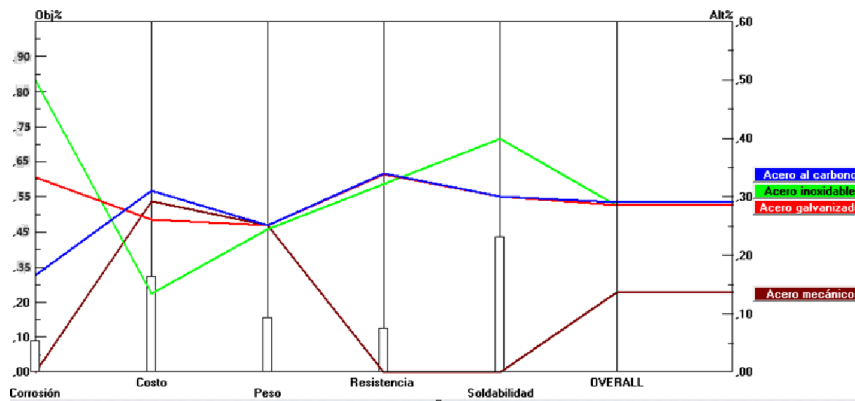
Material	Calidad	Precio Estimado	Densidad	Módulo Corte	Módulo Young	Corrosión	Soldabilidad
Unidades		USD/kg	Kg/m ³	Gpa	GPa	Escala 1-4	Escala 1-4
Acero inoxidable	AISI 304	3,60	7,85-8,06x10 ³	74-81	190-203	3	4
Acero al carbono	SAE J 403 1008	1,55	7,8-7,9x10 ³	79-84	205-215	1	3
Acero galvanizado	SAE J 403 1008	1,85	7,8-7,9x10 ³	79-84	200-215	2	3
Acero mecánico	JIS 3141 SPCC SD	1,65	7,8-7,9x10 ³	77,1-85,1	200-221	1	3

Nota. Obtenidos mediante el estudio de Ces EduPack, realizado por el autor.

Se utilizaron cinco criterios para seleccionar uno de los materiales disponibles: costo, peso, resistencia mecánica, soldabilidad y resistencia a la corrosión. El objetivo era seleccionar el mejor material para la estructura. Luego, los artículos se calificaron utilizando el software Expert Choice. De acuerdo con los resultados mostrados en la figura 26, se encontró que el acero al carbono es la opción más apropiada en términos de los criterios establecidos. Por ello, se decidió elegir tubos estructurales de color negro como material de construcción.

Figura 26

Resultados de la Elección de Material Para la Estructura



Nota. En el análisis se indica que se selecciona el acero al carbono (azul), dado que el mismo presenta mejores beneficios.

La integración de sistemas de aire acondicionado y calefacción añade una dimensión adicional al proyecto. La eficiencia energética, la distribución del flujo de aire y el confort térmico son consideraciones clave que deben abordarse para garantizar un entorno propicio para el aprendizaje.

Por último, el uso de la simulación por computadora surge como una herramienta de gran importancia para analizar el desempeño teórico del sistema de calefacción y refrigeración en diferentes situaciones. La confrontación entre los resultados simulados y los datos experimentales recolectados entrega información útil para afinar y mejorar el diseño. Se opta por un software CAD que sea apropiado para el diseño minucioso de la estructura del banco educativo, teniendo en cuenta las características y habilidades necesarias para el proyecto.

En la etapa de dimensionamiento y construcción, se establecen las medidas exactas de la estructura, teniendo en cuenta su resistencia, estabilidad y utilidad. Se agregan especificaciones de fabricación que incluyen los materiales a emplear, el método de soldadura y los puntos de sujeción.

5.3.1 Criterios de diseño medidas antropométrica

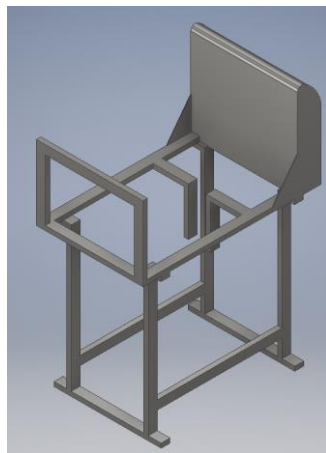
Para el dimensionamiento del banco nos basádonos en un percentil 5 femenino, con lo que tendremos los siguientes parámetros a considerar para el diseño y construcción de banco.

La estatura promedio: Varía entre 1.60 metros y 1.75 metros, donde la longitud de las piernas estará entre un rango de 76 a 86 cm, el ancho de los hombros promedio será de 40cm, la altura de la cadera 85cm, el alcance promedio del usuario será de 61cm y finalmente el ángulo de visión rondará 30 a 40 grados hacia arriba desde la horizontal (Telégrafo, 2017).

5.3.2 Diseño de estructura en Inventor

Para la construcción del banco del sistema de aire acondicionado se consideraron varios aspectos, donde se define que el software a emplear para el diseño es Inventor debido a su intuitiva interfaz de uso y gran capacidad para simular cuerpos, adicional a ello se considera usar un percentil 5 femenino, ya que este asegura que las proporciones del banco son adecuadas para el 95% de la población ecuatoriana según detalla la norma NTE INEN ISO 11226 (2014), como se observa en la figura 27.

Figura 27 *Modela en 3D de la Estructura del Banco*



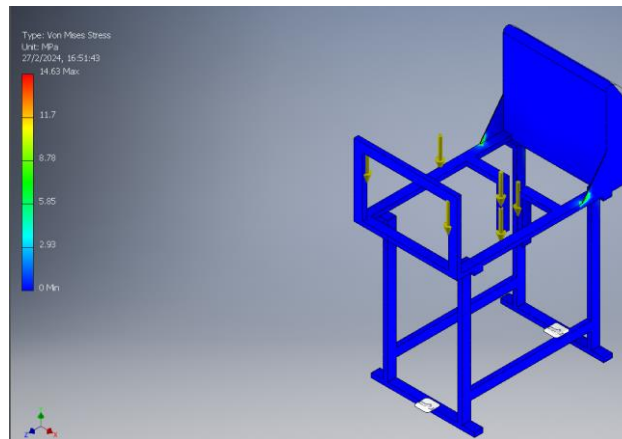
Nota. Realizado mediante el software Autodesk Inventor, fuente (Autor).

5.3.3 Evaluación del Funcionamiento del Sistema

Para evaluar si el diseño realizado en inventor es adecuado se realizan distintas simulaciones de resistencia, en donde se aplica una o varias cargas en varios puntos críticos de la estructura de nuestro banco, con la finalidad de determinar si el mismo resistiría los distintos esfuerzos a los cuales va a estar sometido durante su vida útil. Con esto se determina los posibles ajustes para optimizar el diseño en el sistema según sea necesario, con el fin de mejorar su rendimiento y eficiencia, como se muestra en la figura 28.

Figura 28

Análisis Estructural de la Maqueta, con Fuerzas Funcionales

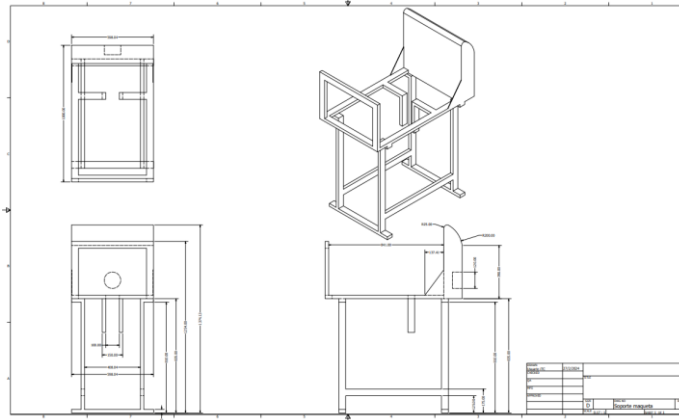


Nota. Realizado mediante el software Autodesk Inventor, en donde se evidencia que el comportamiento de la estructura ante las cargas funcionales que son las cargas a las cuales va a estar sometida, durante su uso, no son críticas, pudiendo mantener estable y seguro a nuestra estructura durante su manipulación.

5.3.4 Construcción Física del Banco Didáctico

Después del análisis en Expert Choice se determinó que el material más apropiado para la construcción de la estructura del banco es el acero al carbono, ya que cuenta con buenas propiedades físicas como: resistencia y peso, adicional a ello es un material de bajo coste y de fácil manipulación para ser soldado. Una vez se define el material a emplear, y se determina el diseño estructural final, se procede a su elaboración en forma física del banco, siguiendo detalladamente los planos elaborados en inventor de la estructura, como se observa en la figura 29, en este plano se plasman las dimensiones exactas y precisas, con las que se puede determinar la cantidad de material a emplear para la construcción del banco, con esta información se cortaron los tubos y para posteriormente soldarlos

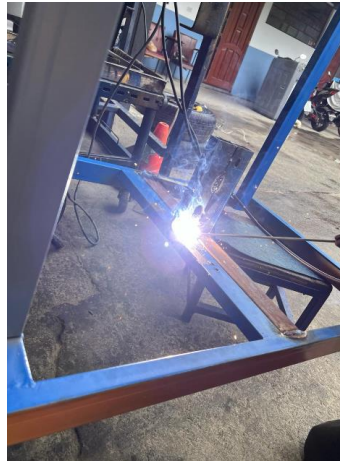
Figura 29.
Plano General de la Maqueta



Nota: Fuente (Autor)

Durante la manipulación de las herramientas empleadas para la construcción del banco siempre se siguieron estándares de seguridad y calidad, verificando en todo momento que tanto los cortes con las uncciones con soldadura fueran las ideales para nuestra estructura, en la Figura 30 Se muestra la etapa de soldadura de la estructura.

Figura 30.
Etapa de Soldadura de la Estructura



Nota. En esta imagen se muestra parte del proceso de soldadura de la estructura.

5.3.5 Implementación de los elementos y circuitos del sistema A/C

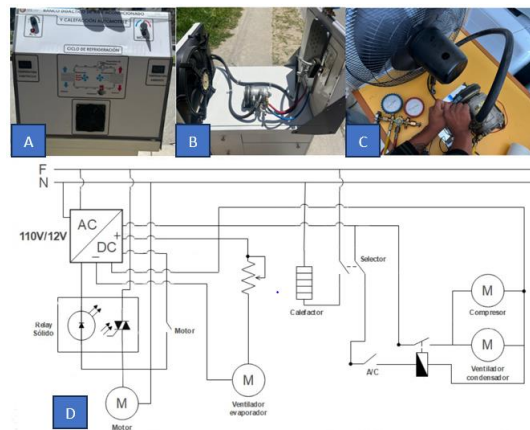
Una vez tenemos la estructura del banco ya soldada y con su respectiva cubierta, lo que procede es la implementación de los elementos y circuitos del sistema de aire acondicionado, empezamos por la implementación del motor eléctricos el cual se lo coloca en la parte interna

inferior del banco, ya que el funcionamiento del mismo ocasiona vibraciones, las cuales se atenúan cuando este se encuentra lo más cercano al piso, a este motor eléctrico se le coloca una polea la cual va a estar unida mediante una banda al compresor que se encuentra en la parte centra alta del banco con otra polea , debido a que el motor gira muy rápido la relación de transmisión de la polea del motor y la polea del compresor es de 1:2 (6cm de la polea del motor y 12cm la de compresor).

Para implementación del sistema de evaporación se usan cañerías que unen el evaporador por un lado con el compresor y por otro lado con la válvula de expiación, este a su vez es refrigerado por medio de un electroventilador para bajar su temperatura, para que esta ingrese al interior del habitáculo, en el lado opuesto del evaporador se conecta el condensador que por su línea de entrada se conecta con el compresor generando una alta presión a su entrada y por otra sale a la válvula de expansión para bajar dicha presión, el condensador está enfrentado con un electro ventilador, el cual tiene la misio de bajar la temperatura del refrigerante, además se acopla al mismo un mecanismos de manómetros para el proceso de vacío y carga del sistema, adicional a ello también nos indican la presión del sistema de aire acondicionado finalmente para las conexiones eléctricas nos basamos en el esquema eléctrico del punto “D” tal y como muestra en le figura 31.

Figura 31

Instalación de compresor



Nota. Fuente (Autor)

5.3.6. Realización de guía práctica/manual de reparaciones

Manual de usuario y reparaciones

Para realizar un manual adecuado se procede a implementar una introducción en la cual se describen todos los puntos que se van a abordar y la importancia de leer el manual antes de empezar con cualquier tipo de manipulación en el mismo.

En el manual de uso se abordan con detalle cada componente principal que el sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular incorporan así como las medidas con las cuales se construyó la estructura que es la encargada de soportar todas las cargas aplicadas.

No se puede pasar por alto la seguridad para el uso del banco didáctico, en donde se incluyen los elementos de protección personal necesarios para su manipulación y la importancia de contar con elementos que sean capaces de controlar la situación en caso de aparición de fuego.

Existe un apartado designado únicamente para el correcto uso del banco didáctico en donde se detalla todo el centro de mandos y las funciones con las que se puede operar el banco.

Por último, se realizó una guía en donde se analiza los fallos que puede ocasionar el banco, la razón por la que se da esta falla y unas posibles soluciones para reactivar el buen funcionamiento del banco didáctico.

Guías prácticas

Para la realización de las guías prácticas es necesario solicitar una base de puntos clave y formato para las mismas, debido a que se debe considerar que todas las carreras de la Universidad Nacional de Loja deben cumplir con esto para la acreditación de la carrera que se realiza. Por ende, se toma el formato de guías prácticas del laboratorio de ingeniería automotriz y se realizan las guías prácticas con base a los siguientes puntos a destacar:

- **Tema**
- **Objetivos**
- **Resultados de aprendizaje**
- **Materiales y reactivos**
- **Equipos y herramientas**
- **Instrucciones**

- **Marco teórico**
- **Actividades a desarrollar**
- **Resultados obtenidos**
- **Discusión**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**
- **Preguntas y ejercicios de control**
- **bibliografía**

6. Resultados

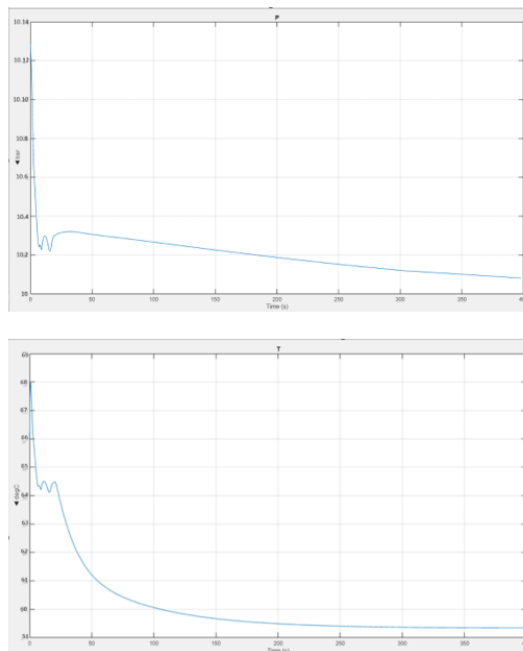
A continuación, se presenta la comparación de resultados entre la simulación computacional, y los reales en el banco demostrativo.

6.1 Lado de alta presión

La gráfica de la figura 47 representa la presión y temperatura del refrigerante al pasar por el lado de alta presión del sistema de aire acondicionado automotriz. Aquí se analiza que la presión se establece en aproximadamente 10.1 bar y a una temperatura de 52 °C

Figura 32.

Presión y Temperatura del Refrigerante (Alta Presión)



Nota. Circuito de alta presión en simulación computacional. Por (autor).

En la figura 48 observamos un manómetro de alta presión, el cual marca una presión existente de 150 PSI o 10.3 bar y a una temperatura de alrededor de 50°C (Tippens, 2011).

Figura 33.

Manómetro de alta presión con el sistema en funcionamiento.



Nota. Fuente (Autor).

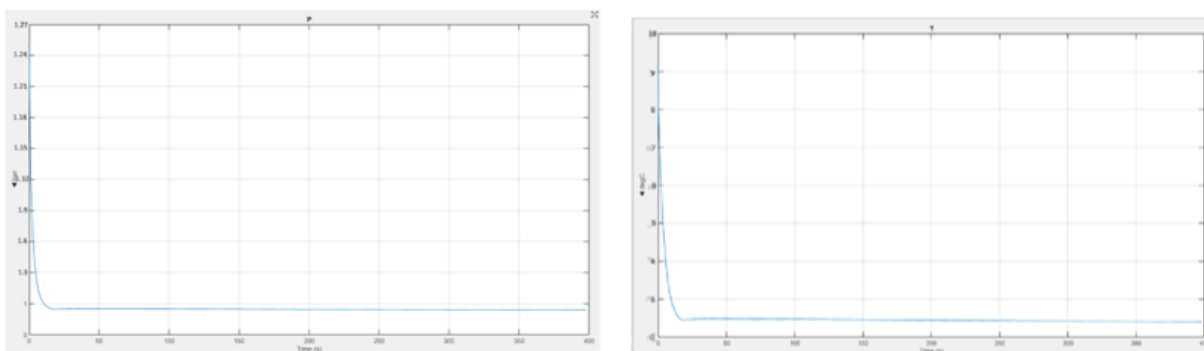
Podemos determinar que existe una variación mínima entre la simulación computacional y la demostración en el sistema real en el lado de alta presión.

6.2 Lado de baja presión

La gráfica de la figura 49 representa la presión del refrigerante al pasar por el lado de baja presión del sistema de aire acondicionado automotriz. Aquí se analiza que la presión se establece en aproximadamente 1 bar y a una temperatura de 1.5°C (Tippens, 2011).

Figura 34

Presión y Temperatura del Refrigerante (Alta Presión)



Nota. Fuente (Autor).

En la figura 50 observamos un manómetro de baja presión, el cual marca una presión existente de 30 PSI o 2 bar y a una temperatura de alrededor de 2°C.

Figura 35.

Manómetro de baja presión con el sistema en funcionamiento



Nota. Fuente (Autor).

Podemos determinar que existe una variación mínima entre la simulación computacional y la demostración en el sistema real en el lado de baja presión. La validación del modelo compara datos simulados con mediciones experimentales bajo condiciones controladas. Se ajusta el modelo según las desviaciones identificadas para mejorar la precisión y la confiabilidad; además, la presión del compresor: En condiciones normales de funcionamiento, la presión del compresor del aire acondicionado puede oscilar entre 150 psi (libras por pulgada cuadrada) y 250 psi cuando el sistema está en funcionamiento.

Presión del evaporador: La presión en el evaporador generalmente es más baja que en el compresor y puede variar entre 20 psi y 40 psi, dependiendo de las condiciones de funcionamiento y el diseño del sistema.

Dando resultados similares, indicando resultados satisfactorios, es posible corroborar que dichos valores obtenidos están dentro de los rangos establecidos con la ayuda de la tabla que se expresa en la figura 51 la cual muestra las diferentes presiones que el sistema tendría al variar la temperatura ambiente.

Carta de presiones de temperaturas con el R-134.

Figura 36.

Carta de presiones de temperatura con el R-134

R-134a Temperature Pressure Chart (Tabla de Temperaturas y Lecturas)		
Ambient Temperature °F/°C (Temperatura Ambiental)	Low-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Baja Presión)	High-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Alta Presión)
65°F (18°C)	25-35 psi / 172-241 kPa	135-155 psi / 931-1069 kPa
70°F (21°C)	35-40 psi / 241-276 kPa	145-160 psi / 1000-1103 kPa
75°F (24°C)	35-45 psi / 241-310 kPa	150-170 psi / 1034-1172 kPa
80°F (27°C)	40-50 psi / 276-345 kPa	175-210 psi / 1207-1448 kPa
85°F (29°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	225-250 psi / 1551-1724 kPa
90°F (32°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	250-270 psi / 1724-1862 kPa
95°F (35°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	275-300 psi / 1896-2068 kPa
100°F (38°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	315-325 psi / 2172-2241 kPa
105°F (41°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	330-335 psi / 2275-2310 kPa
110°F (43°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	340-345 psi / 2344-2379 kPa

Nota. Aquí se corrobora las presiones y temperaturas de trabajo, con ayuda de (redalyc, 2014) en su tabla.

6.3 Manual de usuario y reparaciones

A través de la implementación de un manual de usuario y reparaciones del banco didáctico de aire acondicionado vehicular, es de vital importancia debido a que mediante la exploración de este documento se podrán disminuir significativamente los factores de riesgo y peligros que van a existir a la hora de manipular el banco.

Es por esta razón que, de manera obligatoria, todo personal que requiera manipular el banco debe leer previamente el manual de usuario y reparaciones,

Con esta guía de reparaciones, será posible que los estudiantes puedan aumentar el número de prácticas debido a que tendrán una idea clara del daño, del porqué del daño y de cómo solucionarlo.

Este manual se puede encontrar en Anexos 1.

6.4 Guías prácticas

La implementación de guías prácticas para los estudiantes que cursarán la asignatura de climatización y climatización en el quinto ciclo de la carrera de ingeniería automotriz es de gran relevancia para reforzar la comprensión teórica.

Este documento este compuesto por 5 guías prácticas destinadas a que los estudiantes sean capaces de resolver problemas reales a futuro, a continuación, se presentan los objetivos de cada una de estas prácticas en conjunto con los resultados de aprendizaje que van a involucrar cada una de estas. Cabe destacar que las guías prácticas se las puede encontrar en Anexos 2, 3, 4, 5, 6.

Practica 1: COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA BASADO EN PRESIONES DE ALTA Y BAJA.

Objetivos:

- Analizar las presiones existentes en los manómetros de alta y baja presión, tanto con el sistema apagado, como con el sistema en funcionamiento.
- Comprobar los posibles factores que puedan ocasionar una lectura de presiones incorrecta.

Resultados de aprendizaje.

- El estudiante será capaz de comprender cuáles son las posibles fallas que impiden que el sistema de aire acondicionado automotriz no se encuentre funcionando a las presiones adecuadas, y sus posibles soluciones.

Práctica 2: MEDICIONES ELÉCTRICAS PARA COMPROBAR LA BOBINA DEL COMPRESOR

Objetivos:

- Identificar si la bobina del compresor se encuentra en buen o mal estado
- Realizar las mediciones eléctricas adecuadas para su comprobación
- Corroborar el magnetismo mediante instrumentos electrónicos

Resultados de aprendizaje:

- El estudiante tendrá la capacidad de Comprobar de manera práctica si un compresor se encuentra en buen estado o si en su defecto, es necesario cambiarlo por uno nuevo. Además de ello, el estudiante se familiarizará con una aplicación celular, la cual ayudará a la comprobación del campo magnético generado por el bobinado.

Práctica 3: DESEMPAÑAMIENTO DE CRISTAL

Objetivos:

- Realizar un desempañado a un cristal de pruebas.
- Comprobar con qué temperatura se desempaña más rápido el cristal.

Resultados de aprendizaje:

- A través de la presente práctica, el estudiante será capaz de saber, mediante trabajo propio, en que tiempo se consigue desempañar un parabrisas con el sistema de aire acondicionado y con el sistema de climatización vehicular.

Práctica 4: VACÍO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ

Objetivos:

- Conocer la razón por la que se debe realizar un vacío al sistema de aire acondicionado automotriz.
- Realizar vacío al banco didáctico del sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular

Resultados de aprendizaje:

- El estudiante, una vez realizada la práctica en el banco didáctico, será capaz de realizar el vacío a un vehículo cotidiano sin ningún inconveniente, ya que ya estará familiarizado

con todas las herramientas a utilizar, así como con los elementos del vehículo que intervienen.

Práctica 5: LLENADO DE GAS REFRIGERANTE AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ

Objetivos:

- Conocer la importancia de un correcto llenado de gas refrigerante en el sistema
- Comprender la razón del uso de refrigerante R134a
- Manipular los manómetros adecuadamente

Resultados de aprendizaje:

- Al culminar esta práctica, el estudiante será capaz de realizar un llenado de gas refrigerante a la mayoría de vehículos cotidianos, adicional a esto, comprenderá el porqué se debe utilizar el refrigerante R134a así como la importancia de evitar que este gas se extienda al medio ambiente.

7 Discusión

En los resultados de este trabajo de investigación podemos apreciar que en algunas investigaciones como en el caso de (CERON BEDOYA , GUERRERO CRESPO, & NORIEGA), su enfoque está más limitado a un diseño Cad 3D como instrumento de aprendizaje para la sociedad estudiantil universitaria, como punto resaltante de esta investigación es el diseño y simulación de todos los componentes, de una forma muy claro y entendible, sin; embargo las capacidades y el alcance como tal de esta investigación se ven limitadas, ya que no se plasman en un diseño físico como lo podría ser un banco que contenga en él sistema de aire acondicionado, plasmando lo que se ve en el CAD en un cuerpo real palpable, como contraste esta investigación alberga en ella, un diseño CAD en donde se consideran los parámetros de dimensiones para construcción del banco así mismo como la elaboración del mismo de forma física, con ello se garantiza que los estudiantes no se limiten a un proceso de aprendizaje, en simulación CAD, sino también en entorno donde pueden palpar, experimentar y aprender de forma más dinámica con el banco de pruebas construido.

Por otro lado, en el medio comercial también se encuentran a la venta este tipo de bancos de prueba como lo es en (Made in China, 2022), sin embargo, los mismos representan una inversión muy grande, con poco a casi nula capacidad de mejora, teniendo un valor de inversión de \$3000 a \$4500, más el precio y tiempo de importación, en contraste entre el diseño y fabricación del mismo tuvo un precio de \$1700, un ahorro de 43% y 62% sin considerar el valor de importación, adicional a ello nuestra cuenta con un diseño enfocado al percentil ecuatoriano, por lo que su manipulación está enfocada para el 95% de la población ecuatoriana pueda hacer uso del mismo sin ningún problema

8 Conclusiones

La simulación computacional se logró de forma satisfactoria al abordar un modelo prediseñado que el software Matlab - Simulink ofrece, el cual otorga dos modos de simulación que son entradas predefinidas o entradas manuales.

El banco didáctico y la simulación computacional del sistema de aire acondicionado y climatización automotriz expresaron resultados muy similares tanto en presiones y temperaturas en el lado de baja presión y en el lado de alta presión con una diferencia de menos de 0.5 Bares de presión y de alrededor de 2 grados de temperatura.

La elaboración de guías prácticas y manual de uso y reparaciones se realizó basándonos formato ya establecido de la carrera de ingeniería automotriz de la UNL, el cual cumple con todos los puntos y aspectos mínimos y necesarios para la evaluación de la carrera.

La implementación del banco didáctico del sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular ha sido un logro destacable. Ha proporcionado ventajas concretas tanto en términos de educación y adquisición de conocimientos como en el fomento de la investigación aplicada en el ámbito de la ingeniería automotriz.

9 Recomendaciones

Se podría generar un estudio minucioso a la simulación computacional prediseñada en Matlab – Simulink con el objetivo de generar resultados más precisos en función de las variables de entrada, consiguiendo de esa manera disminuir el margen de error de 0.5 Bares en presiones y de 2°C de temperatura.

Para una futura construcción, sería posible disminuir aún más los costos de fabricación si se llegase a emplear material estructural de menor dimensiones, siempre y cuando a través de un estudio de resistencia y esfuerzos lo permita.

Es primordial revisar el manual de usuario antes de dar inicio a la manipulación del banco didáctico con el objetivo de disminuir o evitar factores de riesgo y peligros que se puedan ocasionar a la hora de manipular el banco didáctico.

A través de la experiencia que se adquiriera mediante la manipulación y uso del banco didáctico, se van a generar dudas e ideas de solución, las cuales se pueden transformar en prácticas para futuros estudiantes. Se recomienda sobrescribir o implementar nuevas guías de práctica con el fin de lograr una mayor utilidad del banco didáctico del sistema de aire acondicionado y climatización vehicular.

10 Bibliografía

- Aranda, D. (2013). *Electrónica del Automóvil*. Buenos Aires: Fox Andina.
- Athanieto. (2020, 5 de mayo). Segundo principio de la termodinámica: Ciclo de refrigeración. Recuperado de <https://athanieto.wordpress.com/tematicas/segundo-principio-de-la-termodinamica/ciclo-de-refrigeracion/>
- Ávila, R., Prado, L., & Gonzáles, E. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Bestratén, M., Hernández, A., Luna, P., Nogareda, C., Nogareda, S., Oncins, M., & Solé, M. (2008). *Ergonomía*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. México: Pearson Prentice Hall.
- Celestron. (2024, 14 de enero). Banco de pruebas para motores de un cilindro. Recuperado de <https://www.celestron.cl/tecnologia/banco-de-pruebas-para-motores-de-un-cilindro/>
- Chevrolet. (2024, 30 de enero). Chevrolet Tahoe. Recuperado de <https://www.ecuaautochevrolet.ec/modelos/chevrolet-tahoe>
- Club.autodoc. (2015, 1 de enero). Club.autodoc.es. Recuperado de <https://club.autodoc.es/magazin/>
- Denton, T. (2018). *Automobile Electrical and Electronic Systems*. Nueva York: Routledge.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. Madrid: EDITEX.
- Educación. (2023, 30 de mayo). Estudiantes de electromecánica automotriz del colegio técnico Sucre se preparan para defender su proyecto de grado. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/estudiantes-de-electromecanica-automotriz-del-colegio-tecnico-sucre-se-preparan-para-defender-su-proyecto-de-grado/>
- Elcomerciocom. (2023, 1 de junio). Suplemento todo autos. Recuperado de https://issuu.com/elcomerciocom/docs/suplemento_todo_autos

Elpoderdelconsumidor. (2023, 3 de junio). Compromisos climáticos en riesgo por falta de ambición en la nueva propuesta de norma de emisiones de CO2 de vehículos ligeros. Recuperado de <https://elpoderdelconsumidor.org/2023/08/compromisos-climaticos-en-riesgo-por-falta-de-ambicion-en-la-nueva-propuesta-de-norma-de-emisiones-de-co2-de-vehiculos-ligeros/>

Fastercapital. (2023, 17 de diciembre). Sostenibilidad en el mercado de repuestos para automóviles: Conclusiones clave del informe. Recuperado de <https://fastercapital.com/es/contenido/Sostenibilidad-en-el-mercado-de-repuestos-para-automoviles--conclusiones-clave-del-informe.html>

Ferrer, S. (2006). Circuitos Eléctricos del Automóvil. Madrid: Thomson Parainfo.

Frikidelmotor. (2016, 6 de junio). Cambios automóvil-sociedad. Recuperado de <https://www.frikidelmotor.com/2016/06/cambios-automovil-sociedad.html>

Fullelectric. (2020, 6 de junio). Conectividad, software e interfaces usuario que está tomando prestado industria automotriz tecnológica. Recuperado de <https://fullelectric.xataka.com/conectividad-software-e-interfaces-usuario-que-esta-tomando-prestado-industria-automotriz-tecnologica/>

Guadalupe, M., & Suárez, Á. (2010). El banco de recursos didácticos como eje clave en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Campo abierto, 129-146.

Hanafi, A. (29 de Abril de 2020). Faros láser BMW y el doctor Hanafi. BMW. Recuperado de <https://www.bmw.com/es/innovation/faros-laser-BMW-y-el-doctor-hanafi.html>

INSHT. (2015). Alcance máximo en el plano sagital. 1050.

INSHT. (2017). Alcance máximo y normal en el plano horizontal. 1088NTP.

ISO. (2002). Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas (14738).

ITEVELESA. (10 de Enero de 2024). La revolución tecnológica del automóvil. ITEVELESA. Recuperado de <https://www.itevelesa.com/es/blog/la-revolucion-tecnologica-del-automovil>

Mariogonzalez71. (3 de Marzo de 2017). Módulo ética profesional. Issuu. Recuperado de https://issuu.com/mariogonzalez71/docs/modulo___tica_profesional

Martínez, E. (2007). Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de una PYME. Anuario Jurídico y Económico Escurialense, 526-527.

Noticias Renting ALD Automotive. (5 de Enero de 2024). Importancia del sistema de climatización. Noticias Renting ALD Automotive. Recuperado de <https://noticias-renting.aldautomotive.es/importancia-sistema-climatizacion/>

Pérez, J. M. (1998). Técnicas del automóvil. Madrid: Paraninfo.

Prieto, M. (10 de Enero de 2020). Historia de la iluminación en automoción. Smart Lighting. Recuperado de <https://smart-lighting.es/historia-iluminacion-automocion/>

Redalyc. (30 de Noviembre de 2014). Redalyc. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/2510/251057915012/html/>

Refrigeración y Climatización de la Sabana. (30 de Mayo de 2023). Videos de refrigeración y climatización por áreas temáticas. Refrigeración y Climatización de la Sabana. Recuperado de http://refrigeracionyclimatizaciondelasabana.mex.tl/1037561_VIDEOS-DE-REFRIGERACION-Y-CLIMATIZACION-POR-AREAS-TEMATICAS.html

Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

Ruizhealytimes. (10 de Junio de 2022). La industria automotriz podría enfrentar muy pronto una inesperada competencia. Ruizhealytimes. Recuperado de <https://ruizhealytimes.com/sin-categoria/la-industria-automotriz-podria-enfrentar-muy-pronto-una-inesperada-competencia/>

Sánchez, E. (2012). Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo. Madrid: Macmillan Profesional.

Sánchez, E. (2013). Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo. Madrid: Macmillan Profesional.

SDAFIT. (15 de Enero de 2024). Comprehensive auto electric vocational board teaching education equipment for school lab automotive equipment. SDAFIT. Recuperado de

<https://es.sdafit.com/products/comprehensive-auto-electric-vocational-board%C2%A0teaching-education-equipment-for-school-lab%C2%A0automotive-equipment>

Tena, J. G. (2017). Sistemas de carga y arranque. Madrid: Paraninfo.



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos
Naturales no Renovables**

MANUAL DE USO Y REPARACIONES



**DEL BANCO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO Y
CLIMATIZACIÓN VEHICULAR**



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Anexo 1.

Manual de uso, funcionamiento y mantenimiento

El presente documento también aporta una serie de problemas frecuentes que se pueden encontrar en el banco didáctico, los cuales se deben dar solución siempre con el acompañamiento de docentes o personal experto en la rama de refrigeración.

Descripción del banco didáctico

El banco didáctico de aire acondicionado y calefacción vehicular está diseñado para que los estudiantes puedan realizar diferentes prácticas en las cuales van a manipular componentes reales del sistema de refrigeración de un automóvil, en la figura 1 se puede apreciar el despiece de los elementos principales para la funcionalidad del sistema.

Fig. 1.

Despiece de elementos principales en el sistema de aire acondicionado automotriz



Se puede analizar la existencia de un condensador, un compresor, una válvula de expansión, y en la parte interna del banco didáctico podemos encontrar un evaporador.

Cabe recalcar que el presente banco ya se encuentra completamente cargado de refrigerante R134a y en un óptimo grado de funcionamiento.

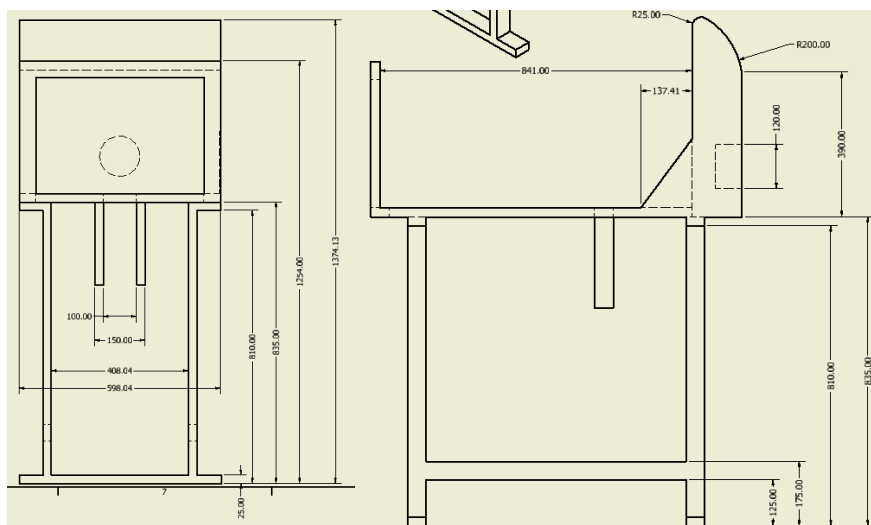
A continuación, en la figura 2. Se puede observar la vista frontal del banco didáctico, en donde se encuentran situados todos los mandos para poner en funcionamiento el sistema, los mismos que se describen más adelante.

Fig. 2.
Tablero de selección de modos (vista frontal del banco)



Finalmente, en la figura 3. Se pueden analizar los planos del banco didáctico, los cuales nos facilitan las medidas generales del mismo, cabe recalcar que la construcción del banco se realizó con las medidas descritas gracias a una investigación de un estudio antropométrico realizado en el país de Ecuador, por lo que se puede considerar que el banco es adaptable para la manipulación de la gran mayoría de personas adultas del país.



Fig. 3.
Dimensiones del banco didáctico de aire acondicionado y calefacción automotriz

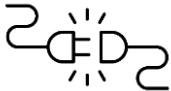





Seguridad

Tomar las medidas adecuadas de seguridad para manipular el banco didáctico de aire acondicionado y calefacción vehicular es el pilar fundamental para conseguir un uso sin percances ni accidentes. En la tabla 1. Se detallan todos los elementos de Protección Personal (EPP) y las indicaciones a las que se deben regir las personas que necesite manipular el banco didáctico.

Tabla 1.
Medidas de seguridad para manipular el banco didáctico

ELEMENTO	SEGURIDAD
 MANDIL	El uso del mandil es obligatorio debido a que es el elemento fundamental para evitar el contacto directo con la ropa al ocurrir salpicaduras, manchas de grasa, etc.
 GUANTES	El uso de guantes es obligatorio debido a que es el elemento fundamental para evitar el contacto directo con las manos del usuario al ocurrir descargas eléctricas, fugas de refrigerante, etc.
 ZAPATOS DE SEGURIDAD	El uso de guantes es obligatorio debido a que es el elemento fundamental para evitar el contacto directo con los pies del usuario al ocurrir una caída de algún elemento del banco, caída inesperada de una herramienta, etc.
 GAFAS DE SEGURIDAD	El uso de guantes es obligatorio debido a que es el elemento fundamental para evitar el contacto directo con los ojos del usuario al ocurrir una saltadura de banda, fuga de refrigerante, etc.
 PROHIBIDO TOCAR PARTES MOVILES CON EL SISTEMA ENCENDIDO	Una vez el banco didáctico se encuentra trabajando correctamente, no se pueden manipular los elementos debido a que estos presentan temperaturas elevadas, temperaturas muy bajas, rotación, etc. Y esto puede generar accidentes.

 <p>DESCONECTAR PARA REPARACIÓN</p>	<p>Cuando se requiere realizar un trabajo de reparación o mantenimiento del banco didáctico, es primordial asegurarse de que se encuentra totalmente desconectado de la corriente eléctrica.</p>
 <p>PROHIBIDO TOCAR SI EXISTEN DAÑOS</p>	<p>Rotundamente prohibido Poner el banco en funcionamiento si se encontró elementos en mal estado o signos de daño en una inspección previa.</p>
 <p>AREA DE TRABAJO LIMPIA</p>	<p>Es primordial mantener un área de trabajo completamente limpia, con ello disminuyen las probabilidades de incidentes laborales.</p>
 <p>EXTINTOR</p>	<p>Tener siempre visible la localización del extintor de incendios, ya que, en caso de tener un percance en el banco didáctico, el cual ocasiona chispas de fuego, se debe hacer uso inmediatamente del mismo.</p>

Al dar cumplimiento con todas las medidas de seguridad expuestas, se puede garantizar un trabajo libre de riesgos y accidentes laborales, toda persona que requiera manipular el banco didáctico debe tener en claro todas estas indicaciones.

Mandos del banco didáctico

El banco didáctico de aire acondicionado y calefacción vehicular incorpora un centro de mando como se puede apreciar en la figura 4. El cual simula el panel de control del habitáculo del vehículo.




Fig. 4. Centro de mandos del banco didáctico de aire acondicionado y calefacción automotriz

Este centro de mandos proporciona distintos modos de funcionamientos del sistema, en la tabla 2, que se presenta a continuación, se detalla la manera de utilizar cada mando para un correcto funcionamiento.

Tabla 2.

Manipulación del centro de mando del banco didáctico

INTRUMENTO	
<p>Para encender el motor eléctrico del banco didáctico se debe colocar el interruptor en posición de encendido (1) en caso de requerir apagar el motor eléctrico se debe colocar el interruptor en posición de apagado (0)</p>	 <p>INTERRUPTOR DEL MOTOR ELÉCTRICO</p>

<p>El usuario puede escoger que temperatura necesita que el sistema de proporcione a la salida, girando el selector hacia la derecha seleccionará el modo de calefacción, mientras que si se gira el selector hacia la izquierda se seleccionará el modo de aire fresco.</p>	 <p>SELECTOR DE TEMPERATURA</p>
<p>Si es necesario una temperatura baja dentro del habitáculo es necesario encender el interruptor de a/c en la posición (I) si por otro lado se requiere apagar el a/c se posiciona el interruptor en (O) lo que ocasionaría también que se desconecte el compresor.</p>	 <p>INTERRUPTOR DE A/C</p>
<p>A través de la perilla reguladora, se puede seleccionar el flujo de aire que el usuario necesita. Girando la perilla hacia la derecha el flujo será mayor, mientras que, si se gira hacia la izquierda, el flujo disminuirá hasta ser nulo.</p>	 <p>REGULAR DE SALIDA DEL AIRE</p>
<p>Una vez puesto en marcha el sistema, es posible visualizar en el termómetro del centro de mandos la temperatura a la cual el aire llega al usuario, esta temperatura se puede variar mediante el selector de temperatura.</p>	 <p>TEMPERATURA DE SALIDA DE FLUJO</p>
<p>En el centro de mandos se puede visualizar un termómetro digital, el cual marca la temperatura ambiente exacta a la que el banco didáctico está expuesto en ese momento. No es posible manipular a gusto del usuario esta temperatura.</p>	 <p>TEMPERATURA AMBIENTE</p>
<p>Es fundamental visualizar las presiones tanto en el lado de baja como en el de alta presión del sistema, es por ello que existen 2 manómetros en los cuales se puede evidenciar las presiones existentes en cada instante de funcionamiento del sistema.</p>	 <p>MANÓMETROS</p>

Fallas, razón y posibles soluciones

Es común encontrar fallas en el sistema de refrigeración, como deterioro en componentes, ventilación no adecuada, etc. En la tabla 3. Se presentan las fallas más comunes, las cuales se pueden visualizar mediante una puesta en marcha e inspección de los manómetros.

Tabla 3.

Fallas comunes en el sistema de aire acondicionado automotriz

FALLAS	RAZÓN DE FALLA	POSIBLE SOLICIÓN
Presiones elevadas en baja y alta	Humedad en el sistema, o exceso de refrigerante	Extracción de refrigerante, realizar vacío al sistema
Presiones bajas en baja y alta	Falta llenar de refrigerante	Llenar de refrigerante
Presión elevada en alta	Aire en circuito, condensador sucio, demasiado refrigerante	Limpieza interna con nitrógeno, extracción de refrigerante.
Presión baja en alta	Falta refrigerante, válvula de expansión, retenes dañados, tubería dañada	Completar refrigerante, cambio de válvula de expansión, soldar tubería, cambio de retenes.
Presión elevada en baja	Válvula de expansión muy abierta, demasiado refrigerante	Cambio de válvula de expansión, extracción de refrigerante.
presión baja en baja	Falta refrigerante, pérdida de gas, evaporador congelado, tubería de baja defectuosa, válvula de expansión obstruida	Llenar refrigerante, soldar cañería, cambio de válvula de expansión.
Presión elevada en alta y presión baja en baja	Válvula de expansión en mal estado.	Cambio de válvula de expansión.
presión elevada en baja y baja en alta	Compresor no comprime. El compresor no va a comprimir adecuadamente si la banda esta floja	Cambio de compresor.

Mantenimiento, reemplazo de embrague, polea y bobinado del compresor.

Es fundamental tomar en cuenta que, para realizar el presente mantenimiento, el paso principal es separar el compresor del banco didáctico del sistema de aire acondicionado automotriz y trabajar únicamente con el compresor en una mesa de trabajo designada.

1. Con ayuda del soporte para extracción de embrague o del sujetador de cadena, se procede a extraer la tuerca central del compresor, tal como se muestra en la figura 5.



Fig.5. Extracción de la tuerca de sujeción

2. A continuación, con la ayuda del extractor de embrague de compresor, se procede a extraerlo mediante un perno, el cual poco a poco va a ir aflojando el embrague tan como se muestra en la figura 6.



Fig.6. Extracción del embrague

3. Posteriormente, se debe extraer la polea del compresor, tomando en cuenta que dicha polea tiene un anillo de seguridad, y el rodamiento interno, va a tener otro anillo de seguridad, los cuales hay que extraer con la herramienta adecuada.
4. Una vez extraídos dichos anillos de seguridad y la claveta del eje del compresor, se procede a optar por la ayuda de un Santiago para la correcta extracción de la polea, tal como se aprecia en la figura 7.



Fig.7. Extracción de polea

Nota: Hay que recordar que para evitar el giro que nos proporciona el eje del compresor, se debe usar la herramienta de sujetador de cadena.

5. A continuación, ya es factible poder entrar la bobina, en este punto la bobina se encuentra sujeta al compresor únicamente por un anillo de seguridad, el cual se debe extraer como ya se hizo previamente y con eso la bobina sale sin inconveniente, tal como se muestra en la figura 8.



Fig.8. Extracción de bobina

6. Ahora se procede con el intercambio de los nuevos elementos, los cuales se ensamblan de forma contraria al procedimiento de extracción. Se empieza colocando la bobina acompañada de su anillo de seguridad.
7. Posteriormente, se coloca la polea con ayuda de un poco de aceite para que deslice por el eje del compresor, se procede a colocar sus respectivos anillos de seguridad de igual manera.
8. Por último, se coloca el embrague del compresor, la distancia a la que se lo deja separado de la polea, la cual debe ser de 0.6mm para su correcto funcionamiento, este espacio se puede medir con un juego de galgas.



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos

Naturales no Renovables



**DEL BANCO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO Y
CLIMATIZACIÓN VEHICULAR**



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Educamos para Transformar

Anexo 2
práctica 1

ASIGNATURA	Refrigeración y climatización vehicular
CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	CI: E5,C5,A2
LUGAR DE EJECUCIÓN	Laboratorio De Ingeniería Automotriz
FECHA DE EJECUCIÓN	
FECHA DE ENTREGA	
TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO:	2 horas
TIEMPO DE PRÁCTICA POR GRUPO DE ESTUDIANTES:	2 horas
NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO:	Grupos de tres personas
DOCENTE DE LA ASIGNATURA	
RESPONSABLE DE LABORATORIO	Ing. Elmer Arias

1.-Tema:

- **Comprobación del correcto funcionamiento del sistema basado en presiones de alta y baja.**

2.-Objetivos:

- Analizar las presiones existentes en los manómetros de alta y baja presión tanto con el sistema apagado, como con el sistema en funcionamiento.
- Comprobar los posibles factores que puedan ocasionar una lectura de presiones incorrecta.

3.- Resultados de aprendizaje

- El estudiante será capaz de comprender cuales son las posibles fallas que impiden que el sistema de aire acondicionado automotriz no se encuentre funcionando a las presiones adecuadas, y sus posibles soluciones.

4.- Materiales y reactivos.

- Banco didáctico del sistema de aire acondicionado automotriz.

5.- Equipos y herramientas

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none">• Mandil• Guantes• Zapatos punta de acero	<ul style="list-style-type: none">• Manómetros de alta y baja presión• Termómetro

<ul style="list-style-type: none"> • Gafas de protección personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco didáctico del sistema de aire acondicionado automotriz • Tabla de pruebas del sistema de aire acondicionado
--	--

6.- Instrucciones:

Las presentes indicaciones son obligatorias y se encuentran detalladas en todas las prácticas de laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional De Loja.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

7.- Marco teórico:

A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.

- Elementos principales en un sistema de climatización vehicular.
- Presiones de trabajo en un sistema de aire acondicionado vehicular.
- Presiones del sistema de aire acondicionado automotriz cuando el mismo se encuentra apagado.
- Fallas posibles en un sistema de aire acondicionado automotriz.

8.- Actividades a desarrollar

ACTIVIDAD 1: ANALISIS DE PRESIONES EXISTENTES EN EL LADO DE BAJA PRESIÓN Y EN EL LADO DE ALTA PRESIÓN CON EL SISTEMA APAGADO.

Cuando el sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular se encuentra completamente desconectado, el mismo se manifiesta en un estado de reposo, pese a que el motor este encendido, por lo cual, las presiones existentes en el manómetro de alta presión y en el manómetro de baja presión deben ser las mismas.

Al encender el compresor del sistema de aire acondicionado, la presión en alta se eleva y la presión en baja disminuye.

1. Asegurarse de que el banco didáctico del sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular se encuentra en estado de reposo y lo ha estado por un tiempo aproximado de 15 minutos.
2. Determinar la temperatura ambiente a la que nos encontramos en ese momento en el laboratorio con ayuda del termómetro.
3. Con ayuda de la figura 1, y tomando en cuenta que el refrigerante utilizado para el sistema es R134a, analizar a que presión debe estar estabilizado el sistema.
4. Comparar el resultado obtenido con el otorgado en los manómetros del banco didáctico.

Fig. 2.

Presiones con temperaturas ambiente (sistema apagado)

PSI	-29,9	-25	-20	-15	-10	-5	0	2	4	5	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
R134A	**	**	-47	-40	-34	-29	-26,1	-22,8	-20	-17,8	-15,5	-13,8	-11,6	-10	-8,3	-6,6	-5,5	-3,9	-2,2	-1,1
R22	-104	-73	-62	-55	-49	-45	-40,7	-38	-35,5	-33,2	-31,1	-29	-27,2	-25,4	-23,6	-22,1	-20,5	-19	-17,8	-16
R12	-102	-65	-53	-45	-39	-34	-29,8	-26,7	-23,9	-22,8	-19	-26,8	-14,7	-12,8	-10,9	-9,2	-7,5	-5,9	-4,5	-3,1

PSI	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66
R134A	0,5	1,6	2,7	3,9	5	6,1	7,2	8,3	9,4	10,5	11,6	12,2	13,1	14	14,8	15,8	16,6	17,5	18,4	19,2
R22	-15	-13,8	-12,7	-11,5	-10,3	-9,2	-8	-7,1	-5,8	-4,7	-4,2	-3,3	-2,3	-1,4	-0,8	0,3	1,2	1,8	2,5	3,4
R12	-1,3	0	1,3	2,5	3,9	5,3	6,4	7,5	8,6	9,7	10,8	11,9	12,8	13,6	14,7	15,8	16,6	17,5	18,5	19,4

PSI	72	74	76	78	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155
R134A	21,4	22,3	23,1	23,7	24,4	26	28	29	31	33	34	36	37	38	39	41	42	43	44	46
R22	5,7	6,2	7,2	7,9	8,6	10	12	14	15	17	18	19	21	22	23	25	26	27	28	29
R12	21,9	22,6	23,5	24,3	25	27	29	31	32	34	36	37	39	40	42	43	44	46	47	48

PSI	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255
R134A	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
R22	30	32	33	34	35	36	37	38	39	40	40	41	42	43	44	45	46	47	47	48
R12	50	51	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

ACTIVIDAD 2: ANALISIS DE PRESIONES EXISTENTES EN EL LADO DE BAJA PRESIÓN Y EN EL LADO DE ALTA PRESIÓN CON EL SISTEMA ENCENDIDO

1. Se debe poner en marcha del banco didáctico, inmediatamente se va a observar que las presiones tanto en baja como en alta van a cambiar sus valores.
2. Determinar la temperatura ambiente a la que nos encontramos en ese momento en el laboratorio con ayuda del termómetro.
3. Con el sistema funcionando aproximadamente 1 minuto, se procede a tomar los datos de las presiones existentes en los manómetros de alta presión y de baja presión.
4. Con ayuda de la figura 2. Analizar que presiones deben existir en el sistema cuando se encuentra en funcionamiento.
5. Comparar el resultado obtenido con el otorgado en los manómetros del banco didáctico.

Fig. 3.
Tabla de temperaturas y lecturas de presiones

R-134a Temperature Pressure Chart (Tabla de Temperaturas y Lecturas)		
Ambient Temperature °F/°C (Temperatura Ambiental)	Low-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Baja Presión)	High-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Alta Presión)
65°F (18°C)	25-35 psi / 172-241 kPa	135-155 psi / 931-1069 kPa
70°F (21°C)	35-40 psi / 241-276 kPa	145-160 psi / 1000-1103 kPa
75°F (24°C)	35-45 psi / 241-310 kPa	150-170 psi / 1034-1172 kPa
80°F (27°C)	40-50 psi / 276-345 kPa	175-210 psi / 1207-1448 kPa
85°F (29°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	225-250 psi / 1551-1724 kPa
90°F (32°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	250-270 psi / 1724-1862 kPa
95°F (35°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	275-300 psi / 1896-2068 kPa
100°F (38°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	315-325 psi / 2172-2241 kPa
105°F (41°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	330-335 psi / 2275-2310 kPa
110°F (43°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	340-345 psi / 2344-2379 kPa

ACTIVIDAD 3: VERIFICAR QUE TIPO DE FALLA EXISTE EN EL SISTEMA O SI EN SU DEFECTO NO EXISTE FALLA ALGUNA.

1. A continuación, se proceden a evaluar los resultados obtenidos en las actividades 1 y 2 y mediante la Ec.1, determinamos el error existente.

$$e = \frac{(\text{valor medido} - \text{valor real})}{\text{valor real}} * 100\% \quad \text{E.c. 1}$$

Nota: si el error obtenido es mayor al 8% se puede considerar como falla en el sistema.

Nota: Para el cálculo de error con el sistema en funcionamiento, se debe considerar la presión real como las más cercana a la presión medida debido a que esta se da en un rango.

2. De existir fallas en el sistema, se deben corroborar cuales son y porque motivo con la ayuda de la Tabla 1.

Tabla 1.
Fallas en un sistema de aire acondicionado automotriz

FALLAS	RAZÓN DE FALLA
Presiones elevadas en baja y alta	humedad en el sistema, o exceso de refrigerante
Presiones bajas en baja y alta	falta llenar de refrigerante
Presión elevada en alta	aire en circuito, condensador sucio, demasiado refrigerante
Presión baja en alta	falta refrigerante, válvula de descarga dañada, retenes dañados, tubería dañada

Presión elevada en baja	válvula de expansión muy abierta, demasiado refrigerante
presión baja en baja	falta refrigerante, pérdida de gas, evaporador congelado, tubería de baja defectuosa, válvula de expansión obstruida
Presión elevada en alta y presión baja en baja	válvula de expansión en mal estado.
presión elevada en baja y baja en alta	compresor no comprime. El compresor no va a comprimir adecuadamente si la banda esta floja

9.- Resultados obtenidos

ACTIVIDAD 1: ANALISIS DE PRESIONES EXISTENTES EN EL LADO DE BAJA PRESIÓN Y EN EL LADO DE ALTA PRESIÓN CON EL SISTEMA APAGADO

Tabla 2.

Presiones con el sistema desconectado

	Valor Medido	Valor Real	Error
LADO DE ALTA PRESIÓN			
LADO DE BAJA PRESIÓN			

ACTIVIDAD 2: ANALISIS DE PRESIONES EXISTENTES EN EL LADO DE BAJA PRESIÓN Y EN EL LADO DE ALTA PRESIÓN CON EL SISTEMA ENCENDIDO

Tabla 3.

Presiones con el sistema encendido

	Valor Medido	Valor Real	Error
LADO DE ALTA PRESIÓN			
LADO DE BAJA PRESIÓN			

ACTIVIDAD 3: VERIFICAR QUE TIPO DE FALLA EXISTE EN EL SISTEMA O SI EN SU DEFECTO NO EXISTE FALLA ALGUNA

Tabla 4.

Fallas en el sistema.

	Sistema desconectado	Sistema conectado	Razón de la falla	Posible solución
LADO DE ALTA PRESIÓN				
LADO DE BAJA PRESIÓN				

10.- Discusión

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

11.- Conclusiones

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

12.- Recomendaciones

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

13.- Preguntas y ejercicios de control

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Qué sucede si no se corrobora que el sistema haya estado desconectado por 15 minutos previos a realizar la actividad 1?
- ¿Es recomendable usar otro tipo de refrigerante automotriz en el sistema de refrigeración vehicular, por qué?
- ¿Qué podría ocurrir si el ventilador del condensador no trabaja mientras el sistema está en funcionamiento?

14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)

- Cengel, Y. Transferencia de calor y masa. 4 ed. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, 2011.

- Birch, T. MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN AUTOMOTRIZ. 2 ed. Prentice-Hall. Madrid: 1996.
- Silva, N. TEORIA INICIAL AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ: para principiantes e inexpertos. Independently published . Mexico, 2020

15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo
(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)

ASIGNATURA	Refrigeración y climatización vehicular
CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	CI: E5,C5,A2
LUGAR DE EJECUCIÓN	Laboratorio De Ingeniería Automotriz
FECHA DE EJECUCIÓN	
FECHA DE ENTREGA	
TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO:	2 horas
TIEMPO DE PRÁCTICA POR GRUPO DE ESTUDIANTES:	2 horas
NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO:	Grupos de tres personas
DOCENTE DE LA ASIGNATURA	
RESPONSABLE DE LABORATORIO	Ing. Elmer Arias

1.-Tema:

- **MEDICIONES ELÉCTRICAS PARA COMPROBAR LA BOBINA DEL COMPRESOR**

2.-Objetivos:

- Identificar si la bobina del compresor se encuentra en buen o mal estado
- Realizar las mediciones eléctricas adecuadas para su comprobación
- Corroborar el magnetismo mediante instrumentos electrónicos

3.- Resultados de aprendizaje

- El estudiante tendrá la capacidad de Comprobar de manera práctica si un compresor se encuentra en buen estado o si en su defecto, es necesario cambiarlo por uno nuevo. Además de ello, el estudiante se familiarizará con una aplicación celular, la cual ayudará a la comprobación del campo magnético generado por el bobinado.

4.- Materiales y reactivos.

- Celular con acceso a internet
- cable número 14 AWG para conexión
- Convertidor de corriente de AC a DC

5.- Equipos y herramientas

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"> • Mandil • Guantes • Zapatos punta de acero 	<ul style="list-style-type: none"> • Destornilladores de estrella y plano • Alicates, pelacables

<ul style="list-style-type: none"> • Gafas de protección personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco didáctico de aire acondicionado automotriz • Multímetro • App Ref Tools
--	---

6.- Instrucciones:

Las presentes indicaciones son obligatorias y se encuentran detalladas en todas las prácticas de laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional De Loja.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

7.- Marco teórico:

A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.

- Tipos de compresores usados para el sistema de aire acondicionado automotriz
- Función del compresor en el sistema de aire acondicionado automotriz
- ¿Qué problema presentaría un compresor con una bobina deteriorada?
- Usos de la aplicación REF TOOLS
- Características de una bobina de compresor de aire acondicionado.

8.- Actividades a desarrollar

ACTIVIDAD 1: COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA BOBINA

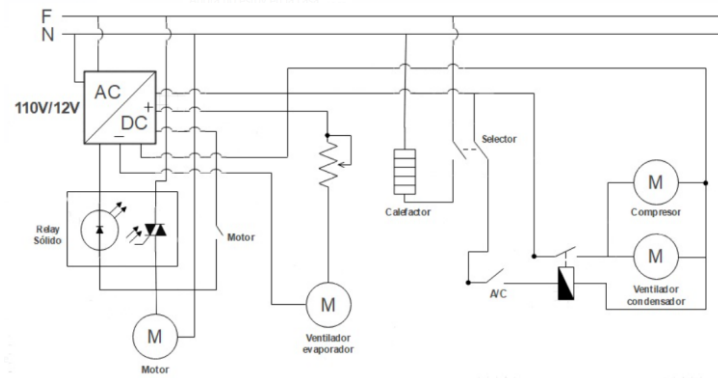
1. En primera instancia se debe tomar en consideración que el compresor debe estar totalmente desconectado de la corriente eléctrica.
2. Se procede a colocar el multímetro en el canal correcto para medir resistencia.

3. A continuación, es necesario descubrir el cable de positivo (+) del compresor o en su defecto se lo puede desconectar del convertidor de voltaje del banco didáctico.

Nota: Se aconseja seguir el diagrama eléctrico de la figura 1. Para desconectar el cable correcto.

Fig. 1.

Diagrama eléctrico del banco didáctico de aire acondicionado automotriz.



4. Ahora se procede a conectar los extremos del multímetro, el rojo en el cable positivo de la bobina y el negro se lo puede conectar a la masa del compresor, tal como se muestra en la figura 2. Y se corrobora el resultado obtenido

Fig. 2.

Conexiones del multímetro para medir resistencia.



La resistencia en este tipo de bobinas es baja, de aproximadamente 4 omios. Por otro lado, si la resistencia en la bobina se asemeja a un resultado en 0 omios, quiere decir que se encuentra en cortocircuito, lo que ocasionará corrientes muy elevadas y puede afectar al relé.

Si el resultado es 1 o = OL significa que el bobinado se encuentra abierto.

ACTIVIDAD 2: COMPROBACIÓN DE LA CORRIENTE DE LA BOBINA

Para la siguiente medición es necesario que el compresor se encuentre energizado, por lo que se recomienda tener el mayor cuidado posible para realizar dicha actividad.

1. Con el sistema apagado aún, se procede a desconectar el cable de positivo (+) de la bobina del regulador de voltaje.
2. A continuación, se debe hacer uso de una nueva sección de cable de aproximadamente 1 metro de longitud, el cual va a conectarse por un extremo al mismo punto del convertidor de voltaje donde antes se encontraba el extremo del positivo de la bobina y el otro punto van a dejarlo al descubierto pero sujetado.
3. Se procede a colocar el multímetro en la posición adecuada para una medición de intensidad, tal como se muestra en la Figura 3.

Fig. 3.

Multímetro en escala para medir un máximo de 10 amperios.



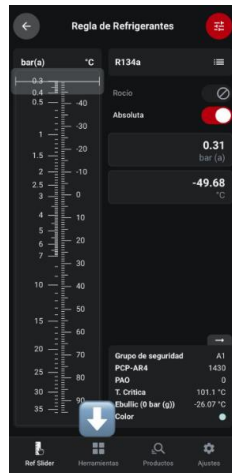
4. Nuevamente haciendo uso del esquema eléctrico de la figura 1. Se va a proceder a aperturar los interruptores adecuados para encender el sistema de aire acondicionado.
5. Se deben agarrar los extremos de ambos cables que se dejaron sueltos, el que sale del compresor como positivo y el que sale del convertidor de voltaje y se procede a unirlos uno a cada extremo del multímetro.

En el multímetro se podrá analizar la corriente existente en la bobina del compresor el cual debe ser de entre 3 A – 5 A.

ACTIVIDAD 3: COMPROBACIÓN DE LA GENERACIÓN DE UN CAMPO MAGNETICO DE LA BOBINA

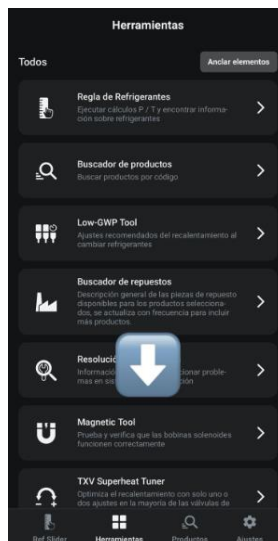
1. En un dispositivo móvil, descargar la aplicación Ref Tools.
2. En la pantalla principal de la aplicación es necesario dirigirse a herramientas, como se expresa en la figura 4.

Fig. 4.
Entrar al menú de herramientas.



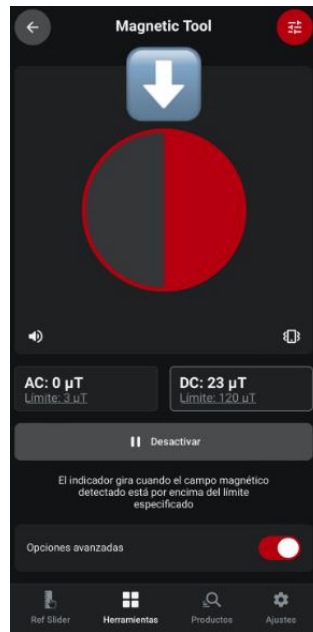
3. Posteriormente hay que dirigirse a la herramienta MAGNETIC TOOL tal como se expresa en la figura 5.

Fig. 5.
Entrar a la herramienta magnetic tool.



4. Una vez dentro se debe acercar el dispositivo móvil hacia el bobinado del compresor cuando este este conectado, si al acercarlo, el grafico redondo de la figura 6. Comienza a girar, significa que se esta presentando un campo magnético generado por la bobina, por lo que se corrobora el funcionamiento del compresor.

Fig. 5.
Comprobación de campo magnético existente



9.- Resultados obtenidos

ACTIVIDAD 1: COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA BOBINA

Tabla 1.
Resistencia de la bobina.

RESULTADOS	
RESISTENCIA MEDIDA DE LA BOBINA	
BOBINA EN CORTOCIRCUITO	
BOBICA FUNCIONANDO CORRECTAMENTE	
BOBINA EN CIRCUITO ABIERTO	

ACTIVIDAD 2: COMPROBACIÓN DE LA CORRIENTE DE LA BOBINA

Tabla 2.
Corriente de la bobina.

RESULTADOS	
CCORRIENTE MEDIDA DE LA BOBINA	
BOBINA EN CORTOCIRCUITO	
BOBICA FUNCIONANDO CORRECTAMENTE	
BOBINA EN CIRCUITO ABIERTO	

ACTIVIDAD 3: COMPROBACIÓN DE LA GENERACIÓN DE UN CAMPO MAGNETICO DE LA BOBINA

Tabla 3.
Campo magnético de la bobina

	SI	NO
BOBINA GENERA UN CAMPO MAGNÉTICO		

10.- Discusión

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

11.- Conclusiones

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

12.- Recomendaciones

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

13.- Preguntas y ejercicios de control

A desarrollar por el estudiante.

- a) ¿Por qué es importante que la bobina genere un campo magnético?
- b) ¿Qué ocurre si la corriente eléctrica del compresor es demasiado baja o demasiado elevada?
- c) ¿Qué función cumple la bobina en con compresor de aire acondicionado automotriz?
- d) ¿Si la bobina no trabaja en condiciones óptimas, que puede suceder con el sistema de aire acondicionado automotriz?
- e) ¿Sería posible realizar estas actividades en sistema de aire acondicionado automotriz implantada en un vehículo?
Explique.
- f) En caso de estar en mal estado la bobina, ¿es posible su reparación?

14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)

- Cengel, Y. Transferencia de calor y masa. 4 ed. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, 2011.
- Birch, T. MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN AUTOMOTRIZ. 2 ed. Prentice-Hall. Madrid: 1996.
- Silva, N. TEORIA INICIAL AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ: para principiantes e inexpertos. Independently published . Mexico, 2020.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo
(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)

ASIGNATURA	Refrigeración y climatización vehicular
CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	CI: E5,C5,A2
LUGAR DE EJECUCIÓN	Laboratorio De Ingeniería Automotriz
FECHA DE EJECUCIÓN	
FECHA DE ENTREGA	
TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO:	2 horas
TIEMPO DE PRÁCTICA POR GRUPO DE ESTUDIANTES:	2 horas
NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO:	Grupos de tres personas
DOCENTE DE LA ASIGNATURA	
RESPONSABLE DE LABORATORIO	Ing. Elmer Arias

1.-Tema:

- **DESEMPAÑAMIENTO DE CRISTAL**

2.-Objetivos:

- Realizar un desempañado a un cristal de pruebas.
- Comprobar con que temperatura se desempaña más rápido el cristal.

3.- Resultados de aprendizaje

- A través de la presente práctica, el estudiante será capaz de saber, mediante trabajo propio, en que tiempo se consigue desempañar un parabrisas con el sistema de aire acondicionado y con el sistema de climatización vehicular.

4.- Materiales y reactivos.

- Vidrio cuadrado de 40cm
- Agua hirviendo

5.- Equipos y herramientas

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"> • Mandil • Guantes • Zapatos punta de acero • Gafas de protección personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco didáctico de aire acondicionado automotriz • Franela • Fuente para calentar

6.- Instrucciones:

Las presentes indicaciones son obligatorias y se encuentran detalladas en todas las prácticas de laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional De Loja.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

7.- Marco teórico:

A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.

- Cambios de estado de la materia
- Flujo de aire en el sistema de climatización vehicular

8.- Actividades a desarrollar

ACTIVIDAD 1: Empañar y desempañar vidrio de pruebas.

9. Calentar agua (aproximadamente 2 litros) en un recipiente hasta que se llegue a conseguir una temperatura de ebullición.
10. Con ayuda de una franela si se desea, o directamente, se procede a llenar el vidrio de pruebas con la máxima cantidad del vapor generado por el agua hirviendo, tal como se muestra en la figura 1.

Fig.1.

Empañamiento de vidrio



11. Una vez, que el vidrio de prueba está completamente lleno de vapor como se muestra en la figura 2, se procede a retirarlo del vapor.

Fig.2.
Empañamiento total



12. Posteriormente y ya con el banco de aire acondicionado y climatización vehicular en funcionamiento, se procede a quitar el empañamiento del vidrio de pruebas con ayuda de la calefacción del banco cronometrando desde el momento en que el flujo de aire caliente toca el vidrio de pruebas.

13. Una vez se aprecia un desempañado completo, se procede a parar el cronometro y anotar el tiempo exacto del proceso.

14. Por último, se debe repetir todo el proceso, sin embargo, en esta ocasión se debe realizar el desempañado con ayuda del aire acondicionado en su temperatura más baja.

9.- Resultados obtenidos

ACTIVIDAD 1: Empañar y desempañar vidrio de pruebas

Tabla 1.
Tiempos de desempañado.

		TIEMPO DE DESEMPAÑADO
A/C	BAJA	
TEMPERATURA		
CLIMATIZACIÓN	ALTA	
TEMPERATURA		

10.- Discusión

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

11.- Conclusiones

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

12.- Recomendaciones

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

13.- Preguntas y ejercicios de control

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Por qué con el cambio de temperaturas la velocidad de desempañado aumenta o disminuye?
- ¿la presión atmosférica influye en el tiempo de desempañado?
- ¿Por qué razón se empaña el parabrisas de un vehículo?

14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)

- Cengel, Y. Transferencia de calor y masa. 4 ed. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, 2011.
- Birch, T. MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN AUTOMOTRIZ. 2 ed. Prentice-Hall. Madrid: 1996.
- Silva, N. TEORIA INICIAL AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ: para principiantes e inexpertos. Independently published . Mexico, 2020

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo
(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)

Anexo 5.
Práctica 4

ASIGNATURA	Refrigeración y climatización vehicular
CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	CI: E5,C5,A2
LUGAR DE EJECUCIÓN	Laboratorio De Ingeniería Automotriz
FECHA DE EJECUCIÓN	
FECHA DE ENTREGA	
TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO:	2 horas
TIEMPO DE PRÁCTICA POR GRUPO DE ESTUDIANTES:	2 horas
NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO:	Grupos de tres personas
DOCENTE DE LA ASIGNATURA	
RESPONSABLE DE LABORATORIO	Ing. Elmer Arias

1.-Tema:

- Vacío al sistema de aire acondicionado automotriz.

2.-Objetivos:

- Conocer la razón por la que se debe realizar un vacío al sistema de aire acondicionado automotriz.
- Realizar vacío al banco didáctico del sistema de aire acondicionado y calefacción vehicular

3.- Resultados de aprendizaje

- El estudiante, una vez realizada la práctica en el banco didáctico, será capaz de realizar el vacío a un vehículo cotidiano sin ningún inconveniente, ya que ya estará familiarizado con todas las herramientas a utilizar, así como con los elementos del vehículo que intervienen.

4.- Materiales y reactivos.

- Presiones de vacío
- Gas refrigerante
- aceite

5.- Equipos y herramientas

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none">• Mandil• Guantes• Zapatos punta de acero• Gafas de protección personal	<ul style="list-style-type: none">• Destornilladores de estrella y plano• Alicates, pelacables• Banco didáctico de aire acondicionado automotriz• Dados de distintas medidas

	<ul style="list-style-type: none"> • Llaves de apriete • Juego de manómetros • Máquina de vacío
--	--

6.- Instrucciones:

Las presentes indicaciones son obligatorias y se encuentran detalladas en todas las prácticas de laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional De Loja.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

7.- Marco teórico:

A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.

- Definición de vacío
- Principios del vacío en un sistema de aire acondicionado automotriz
- Tipos de máquinas de vacío
- Manómetros especiales para vacío

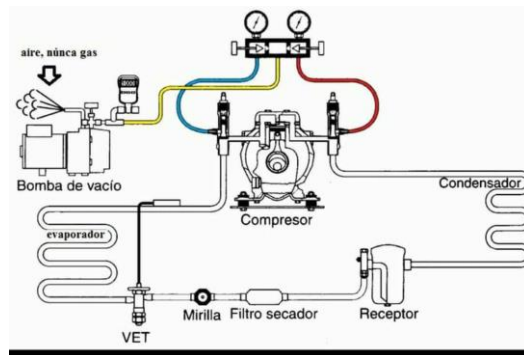
8.- Actividades a desarrollar

ACTIVIDAD 1: VACÍO EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ

Para poder realizar correctamente el vacío en un sistema de aire acondicionado automotriz, es necesario que el sistema se encuentre completamente desconectado.

1. En primera instancia, se deben colocar ambas líneas de los manómetros en los circuitos correspondientes del sistema. Es así que la línea azul del manómetro que indica baja presión, se va a colocar en el lado de baja presión del sistema, y la línea roja de los manómetros, la cual indica alta presión, se va a colocar el lado de alta presión del sistema, tal como se puede apreciar en la figura 1. La línea amarilla de los manómetros, la cual es la central, es la que deberá conectarse a la máquina de vacío.

Fig. 1.
Conexión de las líneas de los manómetros en el circuito.



2. La máquina de vacío trabaja con aceite lubricante por lo cual cada vez que se va a dar uso de la misma se debe corroborar que se encuentra a un nivel adecuado.
3. Ahora, se procede a abrir las llaves de los manómetros en su totalidad
4. A continuación, se procede a encender la maquina de vacío. Se la debe dejar actuar aproximadamente 20 minutos teniendo en consideración que la presión en vacío debe llegar aproximadamente a 11Psi.
5. Una vez cumplido este proceso, se deben cerrar las llaves de los manómetros, pero sin retirar las líneas debido a que se deben dejar aproximadamente 15 minutos mas para corroborar que no existan fugas en el sistema.
6. Si las agujas de los manómetros se mantienen estables después de haberse cumplido los 15 minutos de espera, quiere decir que no existe ningún tipo de fuga en nuestro sistema y podemos proceder a retirar

9.- Resultados obtenidos

ACTIVIDAD 1: VACÍO EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ

Tabla 1.
Resultados del proceso de vacío.

	Tiempo de vacío	Presión de vacío (Psi)	Fugas en el sistema
Proceso de Vacío			

10.- Discusión

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

11.- Conclusiones

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

12.- Recomendaciones

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

13.- Preguntas y ejercicios de control

A desarrollar por el estudiante.

- a) ¿Por qué es importante el proceso de vacío en el sistema de aire acondicionado del vehículo?
- b) ¿Se puede realizar el proceso de vacío con los manómetros que incorpora el banco didáctico?
- c) ¿Qué herramienta podría remplazar a la máquina de vacío?
- d) ¿Qué puede ocasionar si se escapa el refrigerante al momento de realizar la actividad?

14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)

- Cengel, Y. Transferencia de calor y masa. 4 ed. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, 2011.
- Birch, T. MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN AUTOMOTRIZ. 2 ed. Prentice-Hall. Madrid: 1996.
- Silva, N. TEORIA INICIAL AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ: para principiantes e inexpertos. Independently published . Mexico, 2020

15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo
(**Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo**)

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)

Anexo 6.
Práctica 5

ASIGNATURA	Refrigeración y climatización vehicular
CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	CI: E5,C5,A2
LUGAR DE EJECUCIÓN	Laboratorio De Ingeniería Automotriz
FECHA DE EJECUCIÓN	
FECHA DE ENTREGA	
TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO:	2 horas
TIEMPO DE PRÁCTICA POR GRUPO DE ESTUDIANTES:	2 horas
NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO:	Grupos de tres personas
DOCENTE DE LA ASIGNATURA	
RESPONSABLE DE LABORATORIO	Ing. Elmer Arias

1.-Tema:

- **LLENADO DE GAS REFRIGERANTE AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ**

2.-Objetivos:

- Conocer la importancia de un correcto llenado de gas refrigerante en el sistema
- Comprender la razón del uso de refrigerante R134a
- Manipular los manómetros adecuadamente

3.- Resultados de aprendizaje

- Al culminar esta práctica, el estudiante será capaz de realizar un llenado de gas refrigerante a la mayoría de vehículos cotidianos, adicional a esto, comprenderá el por que se debe utilizar el refrigerante R134a asi como la importancia de evitar que este gas se extienda al medio ambiente.

4.- Materiales y reactivos.

- Gas Refrigerante R134a
- Manómetros especializados
- Bombona

5.- Equipos y herramientas

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none">• Mandil• Guantes• Zapatos punta de acero	<ul style="list-style-type: none">• Destornilladores de estrella y plano• Alicates, pelacables

<ul style="list-style-type: none"> • Gafas de protección personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco didáctico de aire acondicionado automotriz • Dados de distintas medidas • Llaves de apriete • Juego de manómetros • Bombona de gas refrigerante • Máquina de vacío
--	---

6.- Instrucciones:

Las presentes indicaciones son obligatorias y se encuentran detalladas en todas las prácticas de laboratorio de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional De Loja.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

7.- Marco teórico:

A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.

- Tipos de refrigerantes para el sistema de refrigeración vehicular
- Categorización de colores de cilindro para los distintos gases refrigerantes
- Manómetros de alta y baja presión
- Contaminación ambiental mediante gas refrigerante R134a

8.- Actividades a desarrollar

ACTIVIDAD 1: LLENADO DE REFRIGERANTE

Las luces de niebla son importantes para brindar unas buenas condiciones de visión para el conductor en ambientes donde la niebla es espesa.

Debe realizar la conexión del sistema de luces considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

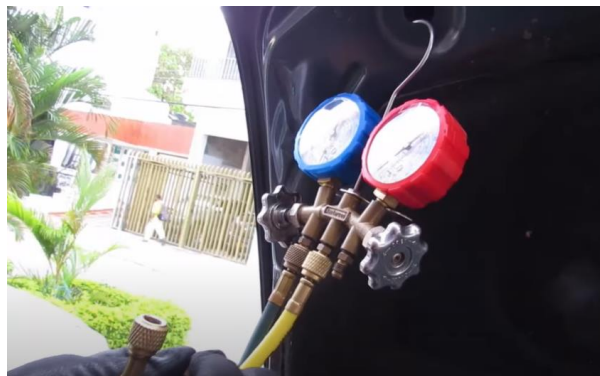
1. El llenado de refrigerante al sistema es recomendable realizarlo a través de la tubería del lado de baja presión, por lo que el primer paso sería colocar la línea azul del manómetro en una toma de entrada en el lado de baja presión.

Nota: cabe recalcar que suele ser necesario tener unos adaptadores, debido a que las tomas, no suelen ser adecuadas para los terminales de las líneas.

2. El adaptador debe encontrarse en una posición completamente cerrado y se procede a conectar la línea del manómetro en el adaptador.
3. La línea roja del manómetro se la procede a conectar en el puerto de la máquina de vacío.
4. Y la línea centra de color amarilla, se debe ubicar en el puerto de la bombona de refrigerante de igual manera siguiendo las indicaciones del paso número 2.
5. Una vez conectadas todas las líneas en sus respectivos puertos, se deben proceder a abrir las válvulas de paso en el orden respectivo, empezando por la válvula del sistema de baja presión, a continuación, las válvulas de los manómetros y por ultimo la válvula del puerto de la máquina de vacío.
6. Se procede a encender la maquina de vacío y se lo realiza según las indicaciones de la guía de prácticas número 4.
7. Una vez culminado el proceso de vacío, se recomienda retirar la línea roja del manómetro para trabajar con mayor espacio y dejar el manómetro con ambas válvulas cerradas, tal como se aprecia en la figura 1.

Fig.1.

Manómetro listo para realizar llenado de refrigerante por lado de baja presión



8. En este paso es importante encender el motor y activar el sistema de aire acondicionado para que el refrigerante que va a ingresar pueda circular.
9. A continuación, con la válvula del manómetro de baja presión cerrada, se abren las válvulas del lado de baja presión del sistema y así mismo la válvula del refrigerante con el objetivo que el refrigerante pueda darse paso a través de la línea amarilla para conseguir llenar el sistema.
10. Para dejar paso a que el refrigerante de la bombona pueda ingresar al sistema se debe abrir la válvula del manómetro de baja presión de forma intercalada (poco a poco) con el objetivo de no saturar el sistema.
11. En el sistema ingresa un aproximado de 1L de refrigerante, sin embargo, se puede corroborar que el sistema se encuentra completo de gas refrigerante con la ayuda de medición de los manómetros de acuerdo a la temperatura ambiente y a la tabla de la figura 2.

Fig. 4.
Tabla de temperaturas y lecturas de presiones

R-134a Temperature Pressure Chart (Tabla de Temperaturas y Lecturas)		
Ambient Temperature °F/°C (Temperatura Ambiental)	Low-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Baja Presión)	High-Pressure Gauge (Puerto de Servicio del Lado de Alta Presión)
65°F (18°C)	25-35 psi / 172-241 kPa	135-155 psi / 931-1069 kPa
70°F (21°C)	35-40 psi / 241-276 kPa	145-160 psi / 1000-1103 kPa
75°F (24°C)	35-45 psi / 241-310 kPa	150-170 psi / 1034-1172 kPa
80°F (27°C)	40-50 psi / 276-345 kPa	175-210 psi / 1207-1448 kPa
85°F (29°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	225-250 psi / 1551-1724 kPa
90°F (32°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	250-270 psi / 1724-1862 kPa
95°F (35°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	275-300 psi / 1896-2068 kPa
100°F (38°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	315-325 psi / 2172-2241 kPa
105°F (41°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	330-335 psi / 2275-2310 kPa
110°F (43°C)	45-55 psi / 310-379 kPa	340-345 psi / 2344-2379 kPa

- El último paso es la desconexión de todas las líneas, empezando por la amarilla, se debe cerrar por completo la válvula de la bombona de refrigerante para incomunicar el paso de más refrigerante hacia las mangueras. Posteriormente se abre la válvula del manómetro de baja presión con el objetivo de que el gas que quedo en la línea amarilla, ingrese al sistema (esto es mínimo) y por último se extrae el acople a la cañería de baja presión del sistema.
- El banco didáctico de aire acondicionado y calefacción automotriz estaría completamente cargado.

9.- Resultados obtenidos

ACTIVIDAD 1: LLENADO DE REFRIGERANTE

Tabla 1.
Resultados del proceso de llenado.

	Cantidad de gas refrigerante utilizado	Presiones finales del sistema (Psi)	Fugas en el sistema
Proceso de llenado de refrigerante en el sistema			

10.- Discusión

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

11.- Conclusiones

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

12.- Recomendaciones

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

13.- Preguntas y ejercicios de control

A desarrollar por el estudiante.

- a) ¿qué consecuencias tendría utilizar otro refrigerante diferente al R134a?
- b) Si se realiza un mal vacío del sistema, ¿cuáles son las posibles reacciones?
- c) ¿Qué ocurre si el sistema no está con la cantidad adecuada de refrigerante?
- d) ¿Es posible realizar todo el proceso con el motor encendido?

14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)

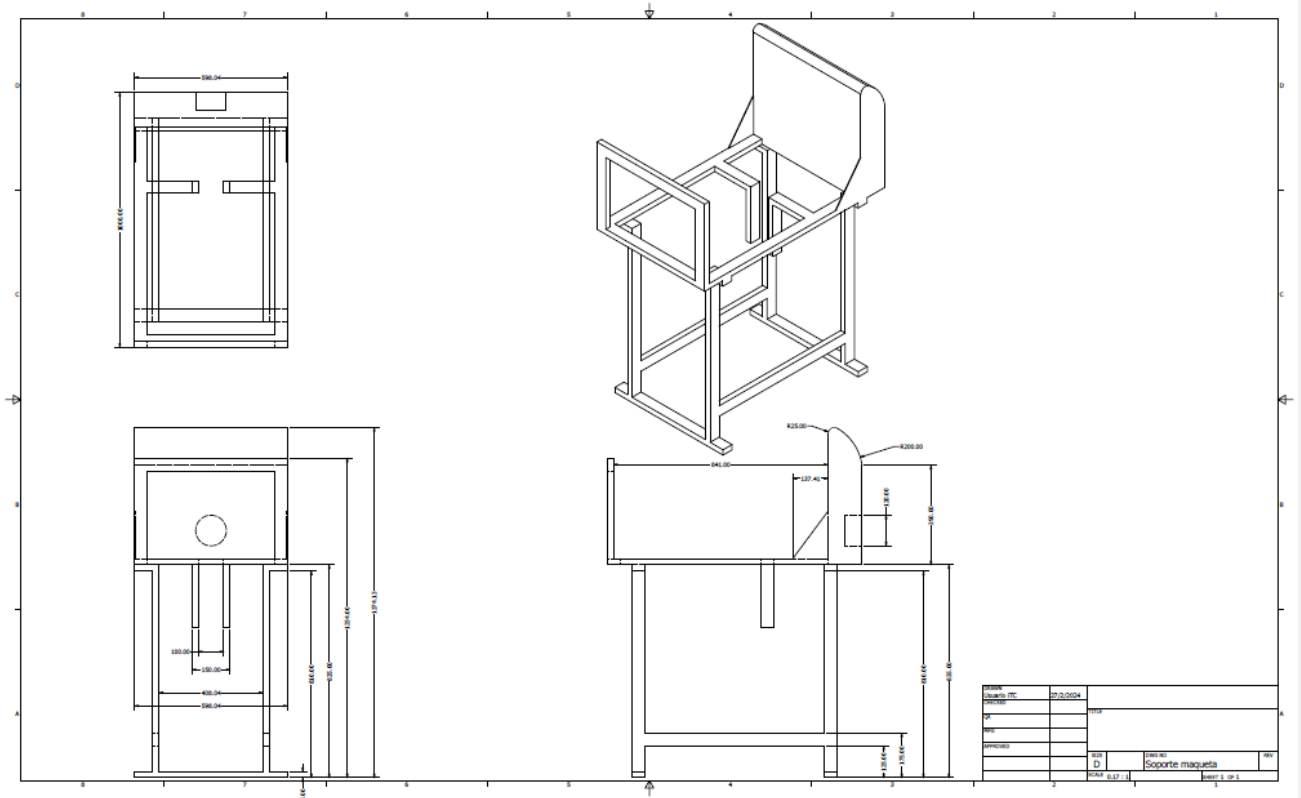
- Cengel, Y. Transferencia de calor y masa. 4 ed. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, 2011.
- Birch, T. MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN AUTOMOTRIZ. 2 ed. Prentice-Hall. Madrid: 1996.
- Silva, N. TEORIA INICIAL AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ: para principiantes e inexpertos. Independently published . Mexico, 2020

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo
(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)

Anexo 7.
Plano general del Diseño de la estructura.



Anexo 8.
Banco didáctico



Anexo 9.
Evaporador



Anexo 10.
Componentes



Anexo 11.
Manómetros de Presión



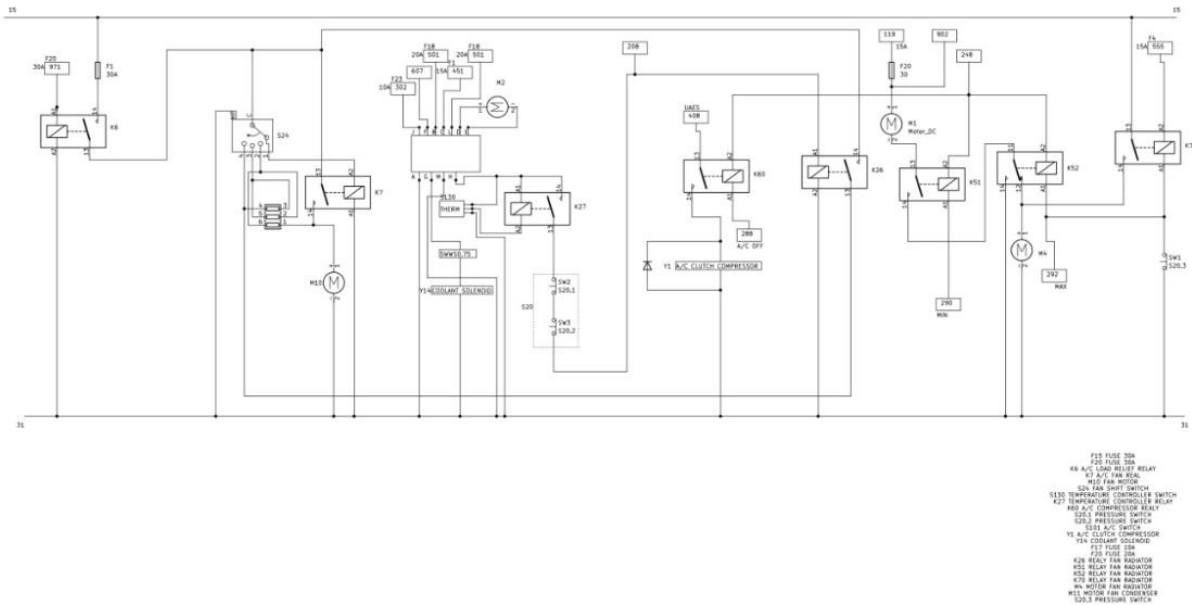
Anexo 12.
Motor Eléctrico



Anexo 13.
Carga de Gas



Anexo 14.
Esquema eléctrico de Chevrolet sail



Anexo 15.
Ficha General de Chevrolet sail

	1.4 MT LS S/A	1.4 MT LS AC	1.4 MT LT AC	1.4 MT LTZ Full
Tipo / Código	C14 DOHC	C14 DOHC	C14 DOHC	C14 DOHC
Posición	Delantera	Delantera	Delantera	Delantera
Desplazamiento (cc)	1.398	1.398	1.398	1.398
Número de cilindros	4	4	4	4
Número de valvulas	16	16	16	16
Potencia (HP @ r.p.m.)	102 @ 6.000	102 @ 6.000	102 @ 6.000	102 @ 6.000
Torque (N.m. @ r.p.m.)	131 @ 4.200	131 @ 4.200	131 @ 4.200	131 @ 4.200
Relación compresión	10:2	10:2	10:2	10:2
Diámetro x carrera (mm)	79.8 x 81.8	79.8 x 81.8	79.8 x 81.8	79.8 x 81.8
Alimentación	MPFI	MPFI	MPFI	MPFI
Calidad de gasolina	90 RON	90 RON	90 RON	90 RON

Anexo 16.

Certificación de traducción del resumen.



Lic. Mónica Guarnizo Torres.
SECRETARIA DE "BRENTWOOD LANGUAGE CENTER"

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del trabajo de titulación denominado "Implementación de un Banco Didáctico del Sistema de Aire condicionado y Calefacción Vehicular para el Laboratorio de Ingeniería Automotriz de la Universidad Nacional de Loja", del estudiante Ricky Alexander Iñiguez Ambuludi, con cédula de identidad No. 1104296197, egresado de la carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autoriza al interesado hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 15 de abril de 2024

Lic. Mónica Guarnizo Torres
SECRETARIA DE B.L.C.

