

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MARIANO SAMANIEGO

“El Instituto Católico de la Frontera Sur”



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

Tecnólogo Mecánico Automotriz

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MANÓMETRO PARA AIRE ACONDICIONADO DE
VEHÍCULOS EN EL TALLER DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
MARIANO SAMANIEGO DE LA CIUDAD DE CARIAMANGA.**

AUTORES:

AGUILAR AGUIRRE FAUSTINO RAMÓN

JIMÉNEZ CAPA BRYAM RICARDO

MENDOZA CUMBICUS PEDRO SAÚL

DIRECTOR:

ING. JOSÉ LUIS LOAIZA ROMERO. MSc.

CARIAMANGA – ECUADOR

2022

CERTIFICACIÓN

Ing. José Luis Loaiza Romero.

Docente del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, certifico:

Que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Implementación de un manómetro para aire acondicionado de vehículos en el taller del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga.”, realizado por Aguilar Aguirre Faustino Ramón, Jiménez Capa Bryam Ricardo y Mendoza Cumbicus Pedro Saúl, obteniendo el Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos estipulados por el Instituto Superior Tecnológico “Mariano Samaniego”.

Cariamanga, abril del 2022.

.....
ING. JOSÉ LUIS LOAIZA ROMERO. MSc.

CI. 1103876205

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los estudiantes, Aguilar Aguirre Faustino Ramón con documento de identificación N° 1104931884, Jiménez Capa Bryam Ricardo con documento de identificación N° 1150350054, y Mendoza Cumbicus Pedro Saúl con documento de identificación N° 1150185013, autores del trabajo de titulación: “Implementación de un manómetro para aire acondicionado de vehículos en el taller del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga”, certificamos que el total contenido del Proyecto Técnico es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cariamanga, abril del 2022.

Aguilar Aguirre Faustino Ramón
CI. 1104931884

Jiménez Capa Bryam Ricardo
CI. 1150350054

Mendoza Cumbicus Pedro Saúl
CI. 1150185013

CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR

Los estudiantes, Aguilar Aguirre Faustino Ramón con documento de identificación N° 1104931884, Jiménez Capa Bryam Ricardo con documento de identificación N° 1150350054, y Mendoza Cumbicus Pedro Saúl con documento de identificación N° 1150185013, manifestamos nuestra voluntad y cedemos al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: “Implementación de un manómetro para aire acondicionado de vehículos en el taller del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Tecnólogo en Mecánica Automotriz, en el Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, quedando el Instituto facultado para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca del Instituto.

Cariamanga, abril del 2022.

Aguilar Aguirre Faustino Ramón
CI. 1104931884

Jiménez Capa Bryam Ricardo
CI. 1150350054

Mendoza Cumbicus Pedro Saúl
CI. 1150185013

AGRADECIMIENTO

Todos los sacrificios, el esfuerzo y el arduo trabajo valieron la pena. Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

Al finalizar este trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a mis Padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez. Por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de esta noble institución, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar mi trayectoria académica dentro de su establecimiento educativo.

De igual manera mis agradecimientos a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Aguilar Aguirre Faustino Ramón

Durante este tiempo de estudio primeramente quiero agradecer a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza necesaria para continuar en este proceso que acabo de culminar, también agradecer a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy y seré.

Y como no estar agradecido con la Institución Educativa por darme esta oportunidad de formarme como profesional a mis docentes por brindarme conocimiento y sabiduría para poder ser en el futuro un técnico con grandes metas, a todas estas personas mis más sinceros agradecimientos.

Jiménez Capa Bryam Ricardo

El éxito llega a todos aquellos que están dispuestos a perseguirlo basados en esta premisa podemos alcanzar nuestros objetivos; en primer lugar, dar las gracias a Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida, dejar de ser solamente bachiller para convertirme en un profesional en el sector automotriz, quiero agradecer a mis Padres al estar ahí en los momentos más difíciles de este proceso, por darme sus palabras de apoyo siempre que las necesitaba, también este agradecimiento va dirigido a nuestro tutor de tesis Luis Loaiza quien constantemente nos supo ofrecer su colaboración en todo lo que requeríamos hacer, y por brindarnos su apoyo siempre.

Mi eterno agradecimiento a todas las autoridades institucionales, que nos supieron brindar su ayuda y total colaboración en este trabajo investigativo, a todos ustedes muchas gracias.

Mendoza Cumbicus Pedro Saúl

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. También le dedico a mis padres, por ser los pilares más importantes en mi vida, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. De la misma manera a toda mi familia y amigos, quienes han puesto toda su confianza para lograr un objetivo más en mi vida.

Aguilar Aguirre Faustino Ramón

Quiero dedicar este logro a mis queridos padres por ser el motor fundamental en mi vida y mis estudios, a mi esposa e hijo por brindarme cada día su tiempo y apoyarme en todo este trayecto que he conseguido hasta ahora, y a todas las personas que me han sabido ayudar cuando más lo necesite y estuvieron ahí para apoyarme.

Jiménez Capa Bryam Ricardo

Este trabajo va dedicado a mis Padres, familiares, amigos y cercanos que continuamente creyeron en mí, la satisfacción más grande que me llevo es haber cumplido con un propósito, deseando ser mejor cada día, alcanzar nuevas cosas, metas, sueños, es algo por lo que vale la pena vivir y experimentar.

Como no dedicar este logro a alguien tan especial como es mi mamá Enid por siempre estar ahí cada vez que precisaba su ayuda tanto en lo económico, personal, social, un pilar muy fundamental para mí, la clave para salir adelante en este trabajo.

Mendoza Cumbicus Pedro Saúl

INTRODUCCIÓN

El Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, implemento la carrera de Mecánica Automotriz desde el año 2019, las herramientas y equipos son fundamentales para el desarrollo de prácticas y diagnóstico automotriz en cada uno de los sistemas que conforman el vehículo automóvil, con lo cual se logra optimizar la didáctica para el aprendizaje de los estudiantes en cada una de las materias impartidas.

El sistema de aire acondicionado es fundamental en el confort principalmente para el conductor y los pasajeros de un vehículo automóvil, para el mantenimiento de dicho sistema se necesita de equipo actualizado tecnológicamente y personal altamente calificado. En el cantón Calvas no existe un taller que brinde este servicio por lo que la mayoría de personas llevan sus vehículos a la ciudad de Loja a realizar dichos mantenimientos. Disponer de un equipo para cargar, descargar, monitorear y reparar el sistema de aire acondicionado en el taller de la institución es primordial para la formación de los futuros tecnólogos.

Dentro de esta implementación se logrará alcanzar los siguientes objetivos, los cuales servirán de guía para un óptimo desarrollo:

- Realizar un estudio de arte de los elementos y materiales a utilizar, en el sistema de aire acondicionado del automóvil y herramientas.
- Seleccionar el equipo de diagnóstico para medir presiones, cargar y descargar el refrigerante del sistema de aire acondicionado.
- Evaluar la operación y funcionalidad del equipo seleccionado, mediante la practica en un vehículo particular.

Se utilizará una metodología descriptiva en el desarrollo de esta investigación, fundamentada principalmente en el método inductivo por cuanto el objetivo es implementar un manómetro para el sistema de aire acondicionado de los vehículos automotores en el taller de la institución.

Para la selección del equipo a implementar se tomó en cuenta, actualidad de tecnología, ergonomía del equipo, tolerancia y lectura digital en las medidas, facilidad de manejo, prueba de doble presión, prueba de temperatura dual, base de datos de temperatura de evaporación y presión. Con la implantación del manómetro para determinar presiones en el sistema de aire acondicionado y a su vez cargar y descargar el refrigerante, se favorecerá ante todo al alumnado ya que será el más beneficiado con este tipo de equipo y por último la ciudadanía en general, el aprendizaje será más efectivo, la recarga del gas refrigerante la podrán realizar los estudiantes.

RESUMEN

El propósito de este proyecto es implementar un equipo de diagnóstico automotriz (manómetro digital) para la realización de pruebas en el sistema de aire acondicionado de los vehículos, para que sirva a los estudiantes de la carrera de mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego en el desarrollo de prácticas y profundización de conocimientos.

Se analiza el funcionamiento del sistema de aire acondicionado automotriz, sus características y principios teóricos que permitirán comprender la forma y relación del comportamiento de los gases y fluidos, la familiarización con cada uno de los componentes y elementos para conocer a fondo las diferencias existentes entre cada uno y la función dentro del circuito, así también los conceptos teóricos y prácticos para la utilización de herramientas y equipos.

Además, se tomará en cuenta el estudio del manual del fabricante para preceder a la comprobación y análisis del sistema de aire acondicionado, como también los procedimientos para realizar los distintos diagnósticos en base al fallo que presente el sistema. Como también, los procedimientos de mantenimiento relativos a los diferentes componentes para reparar o reemplazar. Al finalizar este trabajo se dejará implantado el equipo en el laboratorio de climatización del instituto.

Palabras clave: sistema de aire acondicionado, manómetro digital, refrigerante R134a, presión, compresor.

ABSTRACT

The purpose of this project is to implement an automotive diagnostic equipment (digital pressure gauge) for testing the air conditioning system of vehicles, to serve the students of the Automotive Mechanics career of the Mariano Samaniego Higher Technological Institute in the development of practices and deepening of knowledge.

The operation of the automotive air conditioning system is analyzed, its characteristics and theoretical principles that will allow understanding the form and relationship of the behavior of gases and fluids, familiarization with each of the components and elements to know in depth the differences between each one and the function within the circuit, as well as the theoretical and practical concepts for the use of tools and equipment.

In addition, the study of the manufacturer's manual will be taken into account to precede the verification and analysis of the air conditioning system, as well as the procedures to carry out the different diagnoses based on the failure that the system presents. As well as the maintenance procedures related to the different components to repair or replace. At the end of this work, the equipment will be installed in the institute's air conditioning laboratory.

Keywords: air conditioning system, digital pressure gauge, R134a refrigerant, pressure, compressor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	III
CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VIII
INTRODUCCIÓN	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XV
INDICE DE FIGURAS.....	XIX
INDICE DE TABLAS	XXI
TEMA.....	XXII
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	XXII
Planteamiento del Problema	XXII
Formulación del Problema.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXIII
Objetivo General.....	XXIII
Objetivos Específicos	XXIII

METODOLOGÍA	XXIV
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	XXV
CAPÍTULO I	1
1.1. Marco contextual.....	1
1.2. Marco teórico	1
1.2.1. Historia del uso del sistema de aire acondicionado.	1
1.2.2. Principios.	2
1.2.3. Sistema de aire acondicionado.....	5
1.2.4. Compresor.....	6
1.2.5. Condensador	8
1.2.6. Válvula de expansión.....	9
1.2.7. Evaporador	10
2.2.7. Filtro deshidratador.....	12
2.2.8. Gas refrigerante del sistema.....	13
CAPÍTULO II.....	16
2.1. Ciclo de refrigeración ideal	16
2.2. Consumo energético del sistema de aire acondicionado.....	17
2.3. Secciones de alta y baja presión en un sistema de aire acondicionado	18
2.4. Puente de Manómetros.....	18
2.5. Mangueras de carga y descarga.....	19

2.6.	Bomba de vacío	20
2.7.	Botella de refrigerante	21
2.8.	Manómetro digital	21
2.8.1.	Descripción de componentes del equipo.....	23
2.8.2.	Instrucciones para la carga de refrigerante	25
2.8.3.	Instrucciones para la descarga del refrigerante.....	30
CAPÍTULO III.....		32
3.1.	Manual para carga y descarga del sistema de A/C.....	32
3.2.	Detección de fallos en el sistema A/C.....	36
3.3.	Diagnóstico de fallos en el sistema A/C.....	37
3.4.	Consideraciones para el mantenimiento del sistema de A/C	40
3.5.	Comprobación del funcionamiento del sistema	42
CAPÍTULO IV.....		43
4.1.	Cronograma de trabajo	43
4.2.	Estudio económico	44
4.3.	Conclusiones	44
4.4.	Recomendaciones.....	46
4.5.	Bibliografía.....	47
ANEXOS		49
Anexo A		49

Anexo B..... 50

Anexo C..... 51

Anexo D 52

Anexo E..... 53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	5
Figura 2	6
Figura 3	7
Figura 4	8
Figura 5	9
Figura 6	10
Figura 7	11
Figura 8	12
Figura 9	14
Figura 10	16
Figura 11	17
Figura 12	18
Figura 13	19
Figura 14	20
Figura 15	21
Figura 16	22
Figura 17	23
Figura 18	24
Figura 19	26
Figura 20	27
Figura 21	28
Figura 22	29

Figura 23	29
Figura 24	30
Figura 25	31
Figura 26	35
Figura 27	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	4
Tabla 2	8
Tabla 3	25
Tabla 4	33
Tabla 5	36
Tabla 6	38
Tabla 7	41
Tabla 8	43
Tabla 9	44

TEMA

Implementación de un manómetro para aire acondicionado de vehículos en el taller del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del Problema

El sistema de aire acondicionado del vehículo automotriz en la actualidad es de vital importancia y ya no se lo considera como un lujo, sino que es una necesidad debido a los constantes cambios de temperatura que existe durante el día, este sistema permite mejorar el confort y operatividad del conductor y ocupantes del vehículo cuando se movilizan de un lugar a otro. Por ende, es imprescindible el correcto funcionamiento del mismo y adecuado mantenimiento.

En la ciudad de Cariamanga no existen talleres que se dediquen exclusivamente al mantenimiento y reparación de este sistema, puede considerarse el elevado costo de los componentes del sistema A/C, herramientas y capacitación para el uso de las mismas, abriendo así una necesidad existe, para poder brindar este servicio a la colectividad calvence y de sus alrededores.

En los talleres de la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, se determinó la necesidad de implementar este equipo (manómetro), para que de esta manera se utilice esta herramienta imprescindible en el desarrollo de prácticas de la materia de climatización y se mejore sustancialmente el proceso de enseñanza aprendizaje.

Formulación del Problema

En la presente investigación se implementará un manómetro para medir las presiones del sistema de aire acondicionado con todos sus accesorios y elementos, en la cual nos permitirá responder las siguientes interrogantes:

- ¿Por qué es importante el mantenimiento del sistema de aire acondicionado del vehículo y la implementación de herramientas para el taller de la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga?
- ¿Cuál es el valor de las presiones en el sistema de aire acondicionado de vehículo automotriz para que el mismo funcione correctamente?
- ¿Cuál será el proceso para cargar y descargar el refrigerante del sistema de aire acondicionado?

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar un manómetro para aire acondicionado de vehículos en el taller del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio del arte de los conceptos, materiales y elementos del sistema de aire acondicionado del vehículo automotriz.
- Seleccionar el equipo (manómetro) que brinde las mejores prestaciones técnicas para operar y establecer un servicio eficiente al momento de carga y descarga del refrigerante.

- Evaluar la operación y funcionalidad óptima del equipo seleccionado mediante la medición de presiones y gestión de mantenimiento en vehículos automotrices con sistema de aire acondicionado.

METODOLOGÍA

Se utilizará una metodología descriptiva en el desarrollo de esta investigación, fundamentada principalmente en el método inductivo por cuanto el objetivo es implementar un manómetro para el sistema de aire acondicionado de los vehículos automotores en el taller del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga, para que los estudiantes al empezar sus actividades prácticas y académicas, mejoren sus conocimientos, optimicen sus niveles de competencias y motivación.

La población que obtendrá beneficios con la implementación de este equipo será principalmente el alumnado de la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, el pueblo calvence y de sus alrededores tomando en cuenta nuestro principio vacacional de servir a la colectividad. Basado en los criterios de inclusión fueron, todos los estudiantes matriculados regulares de cuarto y quinto de la carrera Mecánica Automotriz y docentes, y los criterios de exclusión estudiantes y docentes que no pertenecen al área automotriz. Las variables que se tomarán en cuenta para la implementación y selección son: medidas de presiones y actualización de equipo.

Para la selección del equipo a implementar se tomó en cuenta, actualidad de tecnología, ergonomía del equipo, tolerancia y lectura digital en las medidas, facilidad de manejo, prueba de doble presión, prueba de temperatura dual, base de datos de temperatura de evaporación y presión.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La utilización de herramientas y equipos son imprescindibles para realizar los diagnósticos respectivos en los diferentes sistemas que conforman el vehículo automóvil, la falta de estos elementos de diagnóstico automotriz es contraproducente para el proceso de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la carrera.

Al realizar la implementación del manómetro para medir presiones del sistema de aire acondicionado, cargar y descargar refrigerante, se estará dotando al taller del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego con equipos de última tecnología, mejoramiento de prácticas para diagnóstico de fallos, mecanismos de seguridad óptimos, reducción de tiempos en cada uno de los procesos para así realizar las prácticas y mejorar las habilidades en el manejo del sistema de aire acondicionado.

Para la selección del equipo de diagnóstico del sistema de aire acondicionado se considerará la actualización tecnológica y las referencias de los vehículos que circulan por el país y principalmente por la región austral, con respecto a su sistema de aire acondicionado, para en base a ello poder realizar los mantenimientos respectivos con la selección del refrigerante referenciado por el fabricante.

Con la implementación de este equipo de diagnóstico se permitirá realizar una gestión de mantenimiento optima del sistema de aire acondicionado, muy necesario para agilizar los procesos practicas pre-profesionales de los estudiantes en el taller del Instituto Superior Tecnológico Marianos Samaniego de la Ciudad de Cariamanga.

CAPÍTULO I

1.1. Marco contextual

El equipo (manómetro) para carga y descarga de refrigerante en el sistema de aire acondicionado se implementará y seleccionará conforme las características propias y requerimientos técnicos para desarrollar prácticas de aprendizaje en el taller de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Historia del uso del sistema de aire acondicionado.

El sistema de aire acondicionado cuando apareció por primera vez, fue por la razón de suplir la necesidad de abrigar a los ocupantes del vehículo en invierno, mientras que en verano tenían que refrescarse con la brisa del viento cuando el vehículo estaba en movimiento.

Al inicio el sistema de A/C consistía en colocar hielo en un receptor el cual iba ubicado en el piso del automóvil y por medio de un ventilador soplar o recircular aire fresco dentro del habitáculo logrando con esto que los ocupantes se sientan cómodos con las elevadas temperaturas del exterior. El primer vehículo que tenía entre sus cualidades innovadoras el sistema de aire acondicionado incorporado fue el modelo Packard, el principio era un evaporador que envolvía todo el interior del vehículo automóvil en espiral su control se realizaba por medio de un interruptor. Años más adelante apareció un elemento imprescindible en el sistema de aire acondicionado con lo es el compresor, el primer modelo de automóvil que lo implemento fue el Cadillac, aquí surgió el primer problema, el compresor siempre permanecía encendido mientras el vehículo estuviera en funcionamiento. Luego se corrige esa falla con controles individuales, que regularmente se colocaban en los asientos traseros.

Por ende, es importante mencionar que los sistemas de aire acondicionado automotriz han ido evolucionando paulatinamente hasta los tiempos actuales, donde se resalta componentes cada vez más pequeños y altamente eficientes controlados electrónicamente.

La finalidad del sistema de aire acondicionado es procurar la comodidad a los ocupantes en el habitáculo del vehículo automotriz, lo que corresponde a acondicionar el aire tiene referencia a controlar la temperatura, distribución, pureza y humedad según (Rugh, 2004).

En la cabina debe existir una temperatura adecuada de confort, esta operación se realiza transfiriendo la temperatura dentro del habitáculo al componente del sistema de A/C llamado evaporador quien realiza una operación de intercambio calórico con el refrigerante; dicho refrigerante se lleva la temperatura la cual transferirá a otro componente del sistema de A/C llamado condensador, y más la intervención del compresor, válvula de expansión y filtro, se produce el óptimo funcionamiento del sistema de aire acondicionado automotriz.

1.2.2. Principios.

El sistema de aire acondicionado del vehículo automóvil funciona gracias a la aplicación de principios y leyes de física que detallaremos a continuación.

Primera ley de la termodinámica.

Según manifiesta (Cengel, 2003) “las diferentes formas de energía son mutuamente convertibles, y la cantidad de una forma de energía que se requiere para producir otra cantidad de otra energía es fija e invariable”, en otras palabras la energía no se puede crear ni destruir, solo se transforma.

Segunda ley de la termodinámica.

Es totalmente imposible que una máquina al funcionar por sí sola, sin manipulación o ayuda exterior, transporte el calor de un cuerpo a otro, que tenga mayor temperatura que el primero, basado en (Cengel, 2003).

Aire.

La atmósfera que rodea la tierra contiene una mezcla de gases, los principales son el nitrógeno, oxígeno y los gases nobles, teniendo una composición de 78% N; 21% O y 1% otros gases, dentro de este 1% se encuentra el dióxido de carbono, argón y una cantidad de vapor de agua, dichos gases están presentes en cualquier lugar y a disposición en base a (Chang, 2011). Además, estos datos representan al aire seco, pero la humedad puede variar de 0 a 4%

Calor.

Según (Velasco, 2009) la transferencia de energía entre dos cuerpos que se encuentran a diferentes temperaturas, se realiza desde el cuerpo que tiene mayor temperatura al cuerpo que posee menor temperatura hasta lograr la igualdad de temperaturas entre los dos cuerpos, esto es lo que se denomina como equilibrio térmico.

Calor específico.

Se tiene que tener en cuenta que el calor específico del aire no es un valor constante, este depende de la temperatura en base a (Chang, 2011). Se tomará los siguientes valores indicados en la tabla 1 para fines demostrativos y prácticos.

Tabla 1

Valores del calor específico del aire

<ul style="list-style-type: none">• A presión constante: 0.24 Btu/lb °F
<ul style="list-style-type: none">• A volumen constante: 0.1714 Btu/lb °F

Peso específico.

Para determinar el peso específico del aire a cualquier temperatura y presión, se debe trabajar con las tablas que se encuentran en el anexo A, donde se detallan las propiedades de la mezcla del aire con el vapor de agua.

Humedad específica.

Según (Chang, 2011), corresponde al peso de vapor de agua expresado en gramos o libras por libra de aire seco, varía significativamente con respecto a la presión o temperatura

Humedad relativa.

Representa la relación de la densidad del vapor de agua en el aire, con la densidad de saturación a la misma temperatura tomado de (Chang, 2011).

Presión manométrica y presión absoluta

La presión manométrica se refiere a la presión de la tubería, se refiere a la presión medida por manómetros, vacuómetros, tubos en forma de U, etc., también conocida como presión relativa. En cambio, la presión absoluta actúa directamente sobre la superficie de un recipiente u objeto se denomina, el valor de la presión absoluta es el vacío absoluto como punto de partida, el símbolo es PABS (ABS es un subíndice) y la presión absoluta es la presión atmosférica + la presión manométrica.

A presión atmosférica, la presión manométrica es 0 y la presión absoluta es 1,013 bar.

1.2.3. Sistema de aire acondicionado

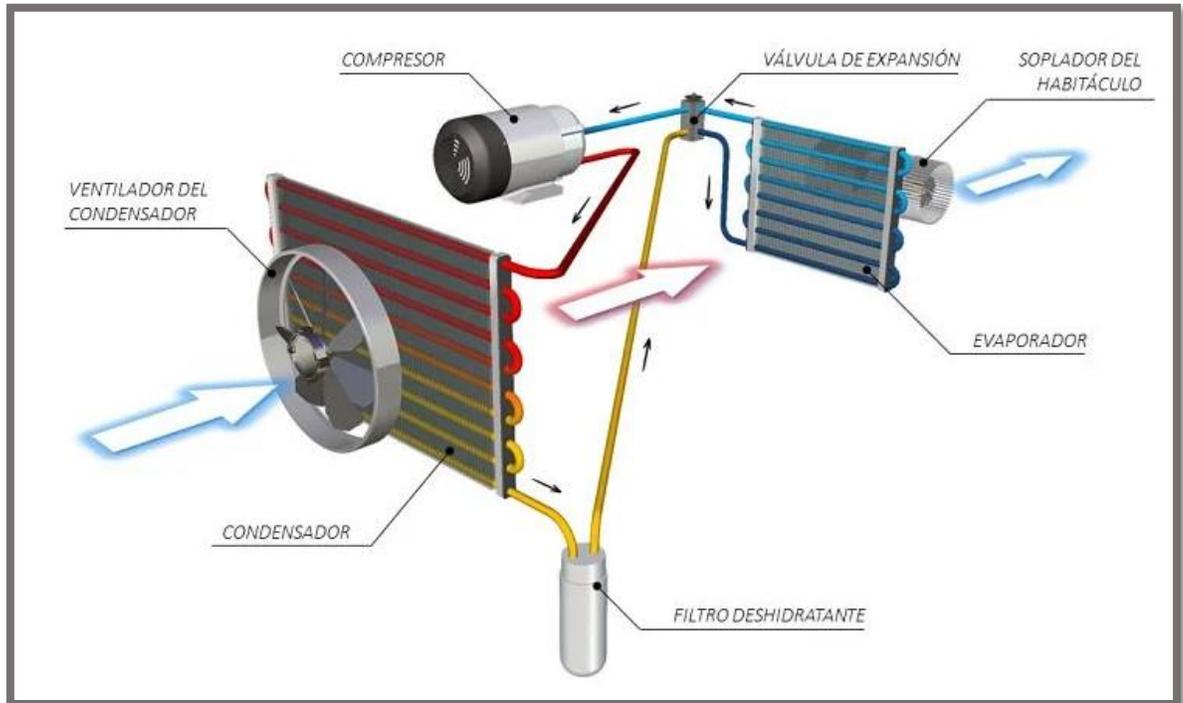
Cualquier sistema de aire acondicionado automotriz emplea 4 partes básicas;

- Un compresor mecánico impulsado por el motor del vehículo;
- Una válvula de expansión la cual es una restricción hacia donde bombea el compresor; y
- Dos intercambiadores de calor; el evaporador y el condensador.
- Además, se requiere del refrigerante que fluye a través del sistema.

El compresor utiliza potencia del motor para comprimir y circular el gas refrigerante a través del sistema. En la figura 1 se puede observar el sistema de aire acondicionado automotriz.

Figura 1

Sistema de aire acondicionado del automóvil



Nota: Componentes del sistema de aire acondicionado Tomado de: (García, 2021)

El refrigerante pasa a través del condensador (localizado frente al radiador) en su camino de la salida del compresor hacia la válvula de expansión.

El refrigerante pasa de la válvula de expansión al evaporador (localizado dentro del auto) y, después de pasar por la tubería del evaporador, es regresado al compresor.

1.2.4. Compresor

El compresor utiliza potencia del motor para comprimir y circular el gas refrigerante a través del sistema. En la figura 2 se observa la forma física del compresor.

Figura 2

Compresor



Nota: Compresores Tomado de: (HELLA, HELLA TECH WORLD, 2022)

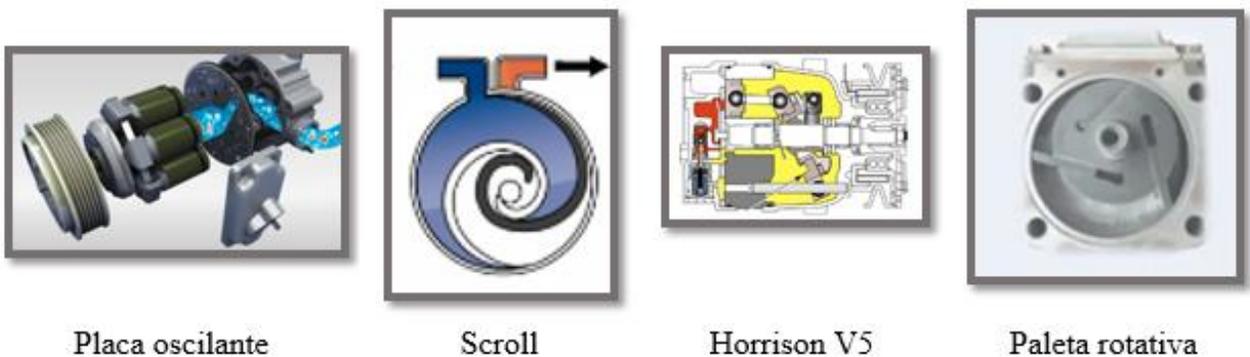
El compresor es el elemento que separa los lados de alta y baja presión del sistema. Dentro del evaporador, el refrigerante absorbe una gran cantidad de calor. Hierve y sale como un vapor. Aunque el tubo de vacío parece frío, la temperatura del refrigerante es más alta que su punto de ebullición, que es de 29,8 ° C.

El refrigerante ingresa al compresor donde se comprime a un volumen cada vez mayor. Cuando esto sucede, las moléculas de refrigerante se comprimen entre sí, lo que hace que aumente la temperatura. A medida que aumentan la presión y la temperatura, también aumenta el punto de ebullición. Se ha estudiado la forma en que el punto de ebullición de un líquido puede variar en función de la presión ejercida sobre su superficie.

Todos los compresores aumentan la presión de un gas, pero no lo hacen de la misma forma, es por ello que en el mercado existen muchos tipos de compresores en función de su diseño. De acuerdo a la figura 3, representamos los siguientes tipos de compresores.

Figura 3

Tipos de compresores utilizados en el sistema de A/C



Nota: Tipos de compresores Tomado de: (HELLA, ELLA TECH WORLD, 2022)

El aceite del compresor

Un compresor es un aparato mecánico que tiene muchas partes que giran y se deslizan, por ende, es necesario lubricarlo con aceite para reducir la fricción generada por el movimiento de cada una de sus partes. En la tabla 2 se indican las características del aceite para el compresor.

Tabla 2

Características del aceite refrigerante del compresor

<ul style="list-style-type: none">• No contiene parafina.
<ul style="list-style-type: none">• Elevada viscosidad.
<ul style="list-style-type: none">• No contiene agua deshidratado.

1.2.5. Condensador

El condensador recibe el gas refrigerante que llega del compresor por la parte superior y lo recircula a través de sus conductos. Gracias a esto, se produce el efecto de condensación y el gas se transforma a estado líquido. En la figura 4 se puede observar la forma física del condensador.

Figura 4

Condensador



Nota: Condensadores. Tomado de: (HELLA, ELLA TECH WORLD, 2022)

De acuerdo con la ley de la termodinámica, el calor debe transferirse del refrigerante caliente al aire frío circundante. El calor dentro del sistema debe transferirse a los tubos del

condensador por conducción (contacto) y luego al aire. Dado que la radiación es mucho más lenta que la conducción eléctrica, el área de la superficie está más expuesta al aire que al refrigerante.

Tipos de condensadores

Para entender mejor en qué consiste comprobar un condensador y repararlo, es importante saber que existen, principalmente, dos diseños de condensador distintos: de serpentín y de flujo paralelo, como se puede observar en la figura 5.

Figura 5

Tipos de condensadores



Serpentín



Flujo paralelo

Nota: Tipos de condensadores. Tomado de: (HELLA, ELLA TECH WORLD, 2022)

1.2.6. Válvula de expansión

Es un elemento que se encarga de controlar el paso de refrigerante a través de la compresión o la expansión, en función de la presión requerida por el sistema de aire acondicionado. Esta presión es la que enfría el refrigerante al circular a través de las bobinas del evaporador.

En todo sistema de refrigeración se necesita un método para reducir la presión del refrigerante en el evaporador. Los fabricantes de aire acondicionado automotriz utilizan un tubo calibrado, o una válvula de expansión.

De los tipos de válvulas utilizadas, solo la válvula termostática se usa en ensamblajes de automóviles. La válvula de expansión controla el flujo de refrigerante hacia el evaporador en función de la temperatura del refrigerante que sale del evaporador. Este caudal es importante en un sistema de válvula de expansión porque cualquier refrigerante debe vaporizarse antes de salir del evaporador.

El refrigerante expulsado de la línea de succión puede dañar el compresor. El diseño y la calibración de la válvula de mariposa están relacionados con el tamaño del evaporador. Los evaporadores con áreas de aletas muy grandes requieren más refrigerante que los evaporadores con áreas de aletas más pequeñas. En la figura 6 se observan los tipos de válvulas de expansión, la válvula de mariposa y el evaporador deben trabajar juntos. Si uno de los dos funciona de manera anormal, afectará el equilibrio de todo el sistema.

Figura 6

Tipos de válvulas de expansión



Nota: Tipos de válvulas de expansión. Tomado de: (HELLA, ELLA TECH WORLD, 2022)

1.2.7. Evaporador

Su nombre viene dado porque es donde el refrigerante líquido congelante pasa a estado gaseoso al absorber el calor del aire que pasa a través de él (evaporándose) antes de devolverlo al

condensador del aire acondicionado para desprenderse del calor; el proceso se repite constantemente. El aire que sale del aire acondicionado es frío como resultado en la figura 7 se puede observar la forma física del evaporador.

Al igual que el condensador, el evaporador es un intercambiador de calor; instalado en la cabina. El evaporador casi siempre se encuentra detrás del panel de control. Un ventilador o turbina hace circular el aire exterior o recircula el aire interior a través del evaporador para enfriarlo.

En vehículos con compartimentos de pasajeros muy grandes (por ejemplo, limusinas), se pueden usar dos evaporadores, uno en la parte delantera y otro en la parte trasera. Con dos evaporadores el frío interior es más uniforme que con un solo evaporador. Cada evaporador tiene su propio tubo de calibración (o extensor) y su secador acumulado

Figura 7

Evaporador



Nota: Evaporador. Tomado de: (HELLA, ELLA TECH WORLD, 2022)

Además, Sin embargo, un líquido no puede cambiar a vapor mientras no absorba calor latente (el refrigerante R-12 tiene 71 Btu por libra o 39 calorías por gramo de calor latente). A

medida que el refrigerante atomizado pasa a través del evaporador, absorbe calor del aire que proviene del compartimiento de los pasajeros, lo que permite que el refrigerante se vaporice.

2.2.7. Filtro deshidratador

Es un depósito de fluido frigorífico en estado líquido. Contiene además un desecante que sirve para retener el agua que pudiera circular en el circuito de climatización, presenta también filtros para retener posibles impurezas, como se puede observar en la figura 8.

La aplicación de los desecantes en los sistemas de refrigeración, se hace encapsulándolos en unos dispositivos mecánicos llamados filtros deshidratadores.

Figura 8

Tipos de filtro deshidratador



Nota: Tipos de filtro deshidratador. Tomado de: (HELLA, ELLA TECH WORLD, 2022)

Está diseñado para mantener seca la mezcla de refrigerante y aceite, adsorbiendo los contaminantes líquidos disueltos, tales como humedad y ácidos; y también, para retener por medio de filtración todas las partículas sólidas que estén siendo arrastradas a través del sistema por la mezcla de refrigerante aceite.

Las funciones son:

- Retener la humedad y los contaminantes del sistema (durante la vida útil del filtro deshidratante)
- Finalizar y asegurar la condensación del líquido
- Compensar las variaciones de volumen del líquido
- Asegurar el retorno de aceite al compresor

El uso de los filtros deshidratadores en los sistemas de refrigeración, es la mejor manera de proteger los componentes en el muy probable caso de que estos contaminantes estuvieran presentes en el sistema, ya que la válvula de termo expansión, el tubo capilar y el compresor, son los componentes más afectados por los contaminantes.

2.2.8. Gas refrigerante del sistema.

En el pasado, muchas sustancias se usaban como refrigerantes. Entre los primeros que se usaron estaban el dióxido de azufre, el cloruro de metilo, el dióxido de carbono y el amonio, el último de los cuales todavía se usa en varias aplicaciones industriales. En la figura 9 se puede observar el refrigerante.

A lo largo de los años se han creado varios grados de freón, cada uno con un número de identificación diferente, por ejemplo, 11, 12, 22 y 502. Se utilizan para diferentes aplicaciones y tienen diferentes características. Nos referiremos al tipo conocido como Refrigerant12 o R12. En términos químicos, se conoce con la fórmula CCl_2F_2 y se conoce como diclorodifluorometano, pero los técnicos automotrices se refieren a él como R12. También lo fabrican empresas químicas distintas de DuPont con nombres en clave como F12 o G12. La letra no importa siempre que el

número sea 12, 30 el refrigerante utilizado en el sistema de aire acondicionado del automóvil debe ser CC12 F2

Figura 9

Gas refrigerante



Nota: Gas refrigerante. Tomado de: (HELLA, HELLA TECH WORLD, 2022)

Los sistemas de climatización que usan estas sustancias, como R-12 el cual es un magnífico refrigerante pero que tiene un poder de degradación y destrucción de la capa de ozono atmosférica, la respuesta fue sustituir estas sustancias por el nuevo R-134a, de similar eficiencia, pero mucho menos agresivo con el medio ambiente

En la actualidad la industria utiliza como refrigerante el R134a cuyo nombre químico es hidrogenofluorocarbono conocido bajo la sigla HFC, tiene un punto de ebullición de $-26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a presión atmosférica, baja toxicidad, igual que el R12 no es inflamable en condiciones normales, no se puede combinar con el agua porque produce oxidación ya que la mezcla produce ácido fluorhídrico, compatible solo con aceites sintéticos PAG (Glicol polialcalino), el tamaño de sus moléculas es inferior al de las del R12 por lo que la posibilidad de fugas es mayor.

Además, es importante resaltar los componentes secundarios del sistema de aire acondicionado como:

- Tuberías
- Bandas
- Acoples (manguitos)
- Sensores de temperatura
- Tipos de conexión
 - Sellos tipo anillo O
 - Acoplamiento de cierre de resorte.

CAPÍTULO II

2.1. Ciclo de refrigeración ideal

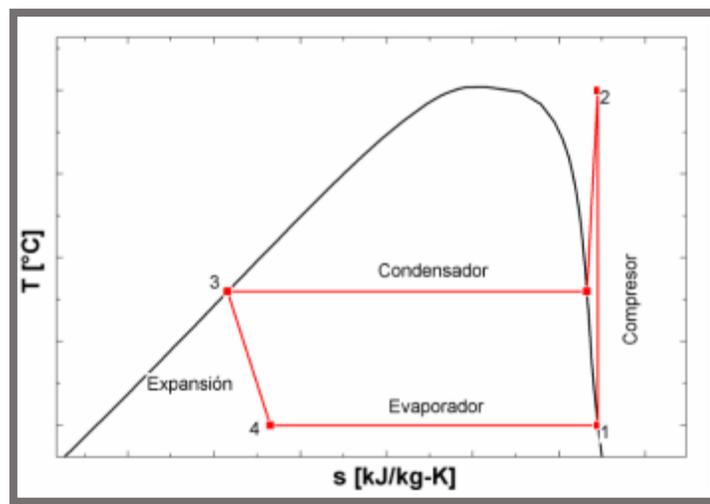
Es considerado como la base del ciclo real de refrigeración por lo tanto para el análisis del sistema de aire acondicionado automotriz, se debe abarcar todo el proceso de funcionamiento y sus respectivas etapas.

En la figura 10 se puede observar el diagrama de la temperatura con respecto a la entropía, el mismo que permite mejorar la eficiencia optimizando los puntos sobre la línea de líquido y vapor saturado donde más existen factores que afectan el rendimiento del sistema.

En cambio, en la figura 11 se observa el diagrama de la presión con respecto a la entalpía, este ciclo presenta que en el recorrido del sistema se tiene dos presiones de trabajo o funcionamiento, una de baja presión y otra de alta presión, cuando el ciclo se comporta de manera real existen más variaciones por las caídas de presiones en las cañerías.

Figura 10

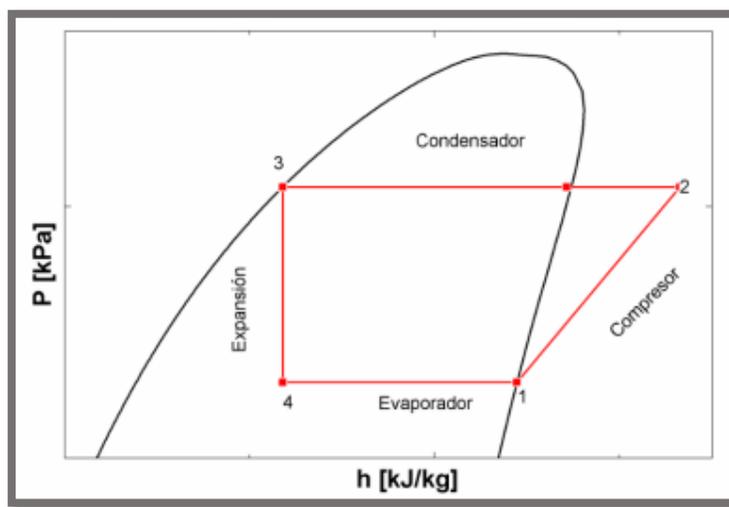
Diagrama de la temperatura con respecto a la entropía



Nota: Diagrama de la temperatura con respecto a la entropía. Tomado de: (Pineda, 2018)

Figura 11

Diagrama de la presión con respecto a la entalpia



Nota: Diagrama de la presión con respecto a la entalpia. Tomado de: (Pineda, 2018)

2.2. Consumo energético del sistema de aire acondicionado.

Los componentes del sistema de A/C, principalmente el compresor recibe el movimiento de parte del vehículo por medio de una correa de repartición, la cual está conectada con el eje del motor. Por ende, se va a tomar en cuenta la eficiencia energética del motor de combustión interna que es del 30%, ya que no se han considerado perdidas de fricción. Aunque puede variar según las circunstancias. Con eficiencia y fuerza en el centro motor, la potencia absorbida por el sistema se calcula a partir de:

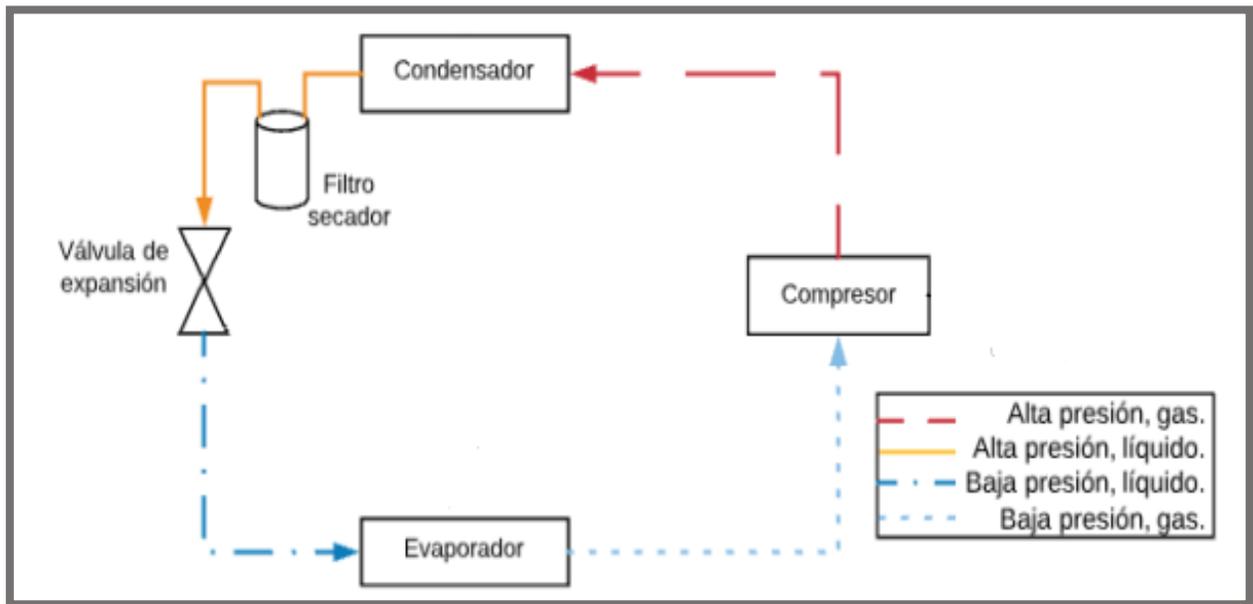
$$P_{consumida} = \frac{P_{compresor}}{\varepsilon_{motor\ CI\ 30\%}}$$

2.3. Secciones de alta y baja presión en un sistema de aire acondicionado

En el sistema de aire acondicionado en los vehículos automotrices se evidencia dos sistemas de presiones, los mismos que representan a la baja presión y alta presión, en la figura 12 se indica el circuito básico de un sistema de aire acondicionado automotriz.

Figura 12

Circuito básico de un sistema de aire acondicionado automotriz.



Nota: Circuito de un sistema de aire acondicionado automotriz. Tomado de: (Pineda, 2018)

2.4. Puente de Manómetros

Existe gran variedad de puentes de manómetros los analógicos como se indica en la figura 13 y ahora en la actualidad los digitales, los más utilizados sin duda alguna siguen siendo los analógicos, conocidos también como analizadores de 2 válvulas.

Figura 13

Manómetro analógico para A/C



Los manómetros analógicos, están compuestos por un manómetro de alta que regularmente es de color rojo y un manómetro de baja que regularmente es de color azul, un visor de líquido, un cuerpo analizador, tomas de presión de baja y alta presión, entrada para la carga del refrigerante, mangueras con los respectivos colores y válvula para el purgado del aire.

2.5. Mangueras de carga y descarga

Estos elementos tienen la finalidad de unir el circuito frigorífico con la botella de carga y analizador, regularmente tienen una medida estandarizada que equivale a 1.5 m, pero se pueden adaptar a las necesidades de operación, elaborándolas más grandes o a su vez más pequeñas.

De la misma forma se las identifica por colores dependiendo de la presión donde se va a utilizar, se tiene color azul para la baja presión, rojo para la de alta presión y amarillo para el depósito del refrigerante como se observa en la figura 14, además la conexión se realiza desde el puente de manómetros hasta las tomas de presión del circuito de A/C y depósito del refrigerante.

Figura 14

Mangueras de carga y descarga



Hay que tomar en cuenta que las tomas de presión del circuito de A/C, en su mayoría vienen selladas con una válvula llamada obús, la cual necesita ser empujada con el depresor de las mangueras para poder obtener una óptima medición.

2.6. Bomba de vacío

Dentro del campo automotriz la bomba de vacío más utilizada es la de simple efecto o de una etapa. Los componentes más relevantes son: cuerpo de la bomba, tampón de llenado y vaciado de aceite, motor eléctrico, mirilla del aceite, acoples de conexión para entrada y salida. En particular una bomba de vacío sirve tanto para el refrigerante R12 o R134a que es el que más se utiliza en la actualidad.

El vacuómetro es un instrumento utilizado para medir el vacío del sistema de aire acondicionado con mayor exactitud. También se puede medir el vacío con el manómetro de baja presión, aunque no se tiene una escala grande ni de mayor precisión.

2.7. Botella de refrigerante

Más conocidos como botellas o bombonas de refrigerante como se observa en la figura 15, se los puede conseguir en cualquier almacén de venta de equipo para A/C.

Figura 15

Botella de refrigerante



Dentro de las capacidades de los envases se tiene de 1 kg, 6 kg, 12 kg, 25 kg y 60 kg, es importante mencionar que el envase de 1 kg solo se o puede utilizar para una recarga ya que si se los almacena como esta su presión al límite pueden explotar, por esto es recomendable comprar una bobona de 60 kg y se la puede almacenar y utilizar las veces que se desee realizar el proceso de carga y descarga del refrigerante en un taller automotriz.

2.8. Manómetro digital

El manómetro digital es un instrumento auxiliar para la instalación, prueba y mantenimiento de equipos de refrigeración como sistemas acondicionadores de aire especialmente en el campo automotriz, se lo visualiza en la figura 16. El equipo permite realizar pruebas de presión doble,

prueba de temperatura doble, lectura digital, conmutación de unidades múltiples, función multimodal y base de datos de refrigerante incorporada.

Figura 16

Manómetro digital



Está conformado por plásticos de alta resistencia y un diseño de silicona antideslizante flexible, toda la máquina es sólida y cómoda de sostener. La unidad de procesamiento digital es de 32 bits con precisión y estabilidad de datos obtenidos. Pantalla de cristal líquido de gran tamaño, soporte de retroiluminación LCD, pantalla de datos clara y fácil de leer. Interruptor de válvula de larga duración, diseño de interfaz estándar de 1/4 de pulgada.

Puede medir la presión y temperatura doble (presión manométrica) al mismo tiempo, con conversión automática de unidades de presión, conversión automática de unidades de temperatura Celsius / Fahrenheit. Además, consta de 89 tipos de datos de temperatura de evaporación de presión de refrigerante, también calculan el sobrecalentamiento de subenfriamiento, para facilitar la lectura directa de los datos del proceso operativo. La prueba de medición de vacío; medición de fugas de presión, registro de velocidad de tiempo de fugas, como se observa en la figura 17.

Figura 17

Elementos manómetro digital



Se merece tener este colector digital multifuncional, preciso y de fácil manejo que le permita hacer el trabajo correctamente, otras especificaciones se pueden observar en el anexo A.

Además, en el anexo B, se expresan las normas y precauciones de seguridad

2.8.1. Descripción de componentes del equipo

En la figura 18 se observa el manómetro digital con cada uno de sus componentes.

Figura 18

Descripción de componentes del equipo



Tabla 3

Descripción de componentes del equipo

1	Zócalo de sonda de temperatura con abrazadera	10	Botón cero de visualización de la presión
2	Pantalla LCD	11	Botón retroiluminado
3	Botón para ejecutar/detener, modo de prueba y control de fugas	12	Botón de encendido
4	Botón de función, cambio de modo de prueba	13	Botón de cambio de unidad de temperatura °C / °F
5	Botón de selección de diferentes tipos de refrigerante	14	Válvula de alta presión
6	Botón del interruptor de unidad de presión	15	Ventana de observación del refrigerante
7	Válvula de baja presión	16	Entrada de alta presión de ¼ de pulgada
8	Entrada de baja presión de ¼ de pulgada	17	Entrada del refrigerante o entrada de la bomba de vacío
9	Válvula de liberación de presión		

2.8.2. Instrucciones para la carga de refrigerante

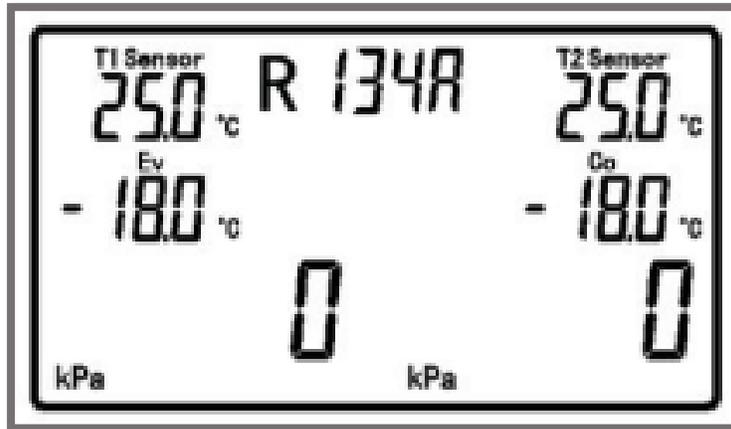
Es importante tomar en cuenta las siguientes instrucciones para el manejo correcto del manómetro digital al momento de utilizarlo.

- Cierre la válvula azul y la válvula roja.

- Encienda el instrumento. Luego, asegúrese de que la pantalla LCD muestre el estado de la prueba de presión como se muestra en la figura 19. De lo contrario, presione el botón Función para cambiarlo.

Figura 19

Estado de la prueba de presión

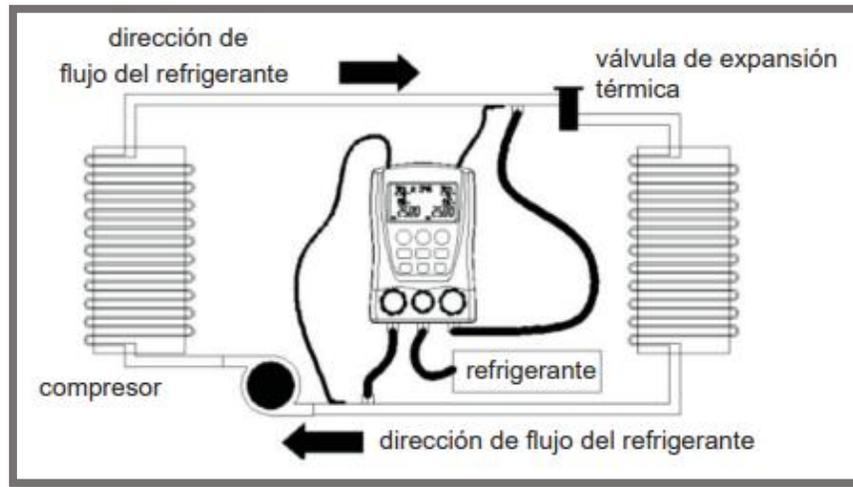


Nota: Estado de la prueba de presión. Tomado de: (AUTOOL, 2022)

- Si los accesorios de la sonda de temperatura se han conectado al instrumento, se mostrará la temperatura en tiempo real. Si no, no hay visualización de la misma.
- Pulse los botones R+/ R-, Botón de unidad y botón °C/°F para seleccionar el refrigerante probado y la pantalla de lectura respectivamente.
- Cuando el instrumento está encendido puede haber 10 dígitos en el área de visualización de alta y baja presión. En este momento, mantenga presionado el botón cero hasta que vuelva a cero.
- Conecte el instrumento al sistema de refrigeración de acuerdo con la figura 20 que se muestra a continuación. (preste atención a la dirección del flujo de refrigerante)

Figura 20

Conecte el instrumento al sistema de refrigeración



Nota: Conecte el instrumento al sistema de refrigeración. Tomado de: (AUTOOL, 2022)

- Abra la válvula de refrigerante y presione suavemente la válvula de liberación de presión para ventilar el aire en la manguera de conexión.
- Cuando el sistema de refrigeración se detenga, encienda la válvula de alta presión (válvula roja) y llene con cierta cantidad de refrigerante y luego cierre la válvula rápidamente.
- Haga funcionar el sistema de refrigeración, encienda la válvula de baja presión (válvula azul) y llene el sistema de refrigeración con el refrigerante. Se requiere una operación de vacío si se llena inicialmente o por completo con refrigerante. Consulte la sección sobre la operación de vacío.
- Después de completar el llenado, cierre la válvula de baja presión válvula (válvula azul) y válvula de refrigerante. Deje que el sistema de refrigeración funcione,
- Apague el sistema de refrigeración, asegúrese de que todas las válvulas estén cerradas entre el sistema de refrigeración y la fuente desconecten el instrumento. No quite la conexión de

la válvula de alta presión hasta que la presión caiga al punto seguro. Luego apague el instrumento.

- La operación de llenado de diferentes equipos o refrigerantes puede variar. Es indispensable leer atentamente los requisitos de operación específicos relevantes para la operación de llenado, a fin de evitar daños al usuario o al equipo causados por una operación incorrecta.
- El instrumento puede mostrar la correspondiente temperatura de evaporación (EV) y condensación (CO), durante la prueba de presión del refrigerante, como se muestra a continuación en la figura 21:

Figura 21

Temperatura de evaporación (EV) y condensación (CO)

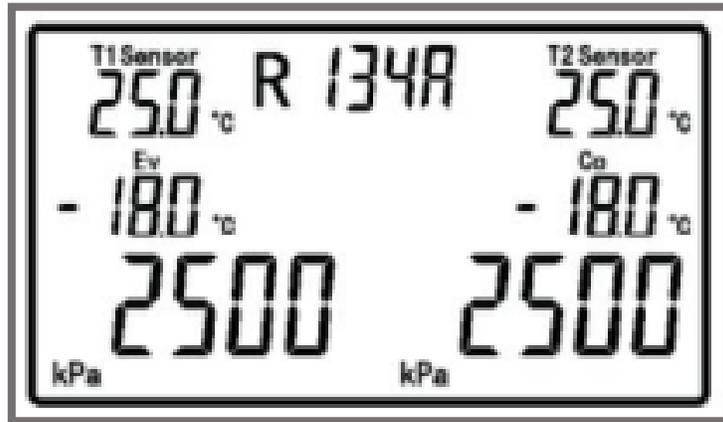


Nota: Temperatura de evaporación (EV) y condensación (CO). Tomado de: (AUTOOL, 2022)

- Si las sondas de temperatura con abrazadera están conectadas al instrumento, la pantalla LCD mostrará la temperatura en tiempo real en el sensor T1 y el sensor T2, como se muestra a continuación en la figura 22.

Figura 22

Temperatura en tiempo real en el sensor T1 y el sensor T2

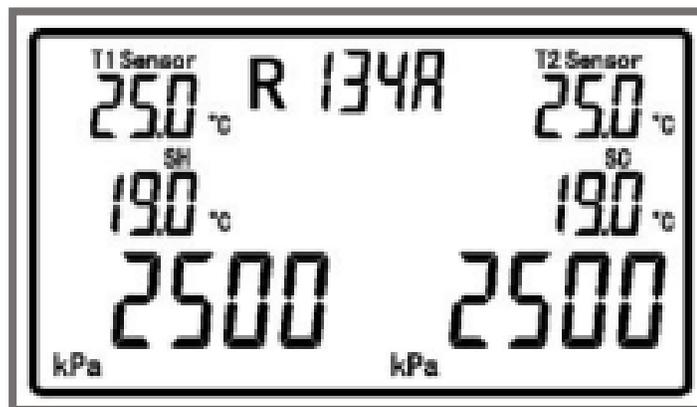


Nota: Temperatura en tiempo real en el sensor T1 y el sensor T2 Tomado de: (AUTOOL, 2022)

- Asegúrese de que las sondas de temperatura con abrazadera estén conectadas y que estén completamente en contacto con las tuberías de refrigeración.
- El instrumento puede calcular SH - Superheat y SC - Subcooling como se muestra a continuación en la figura 23, siempre y cuando el refrigerante probado esté preajustado y las sondas de temperatura con abrazadera estén bien conectadas.

Figura 23

SH - Superheat y SC - Subcooling



Nota: SH - Superheat y SC – Subcooling Tomado de: (AUTOOL, 2022)

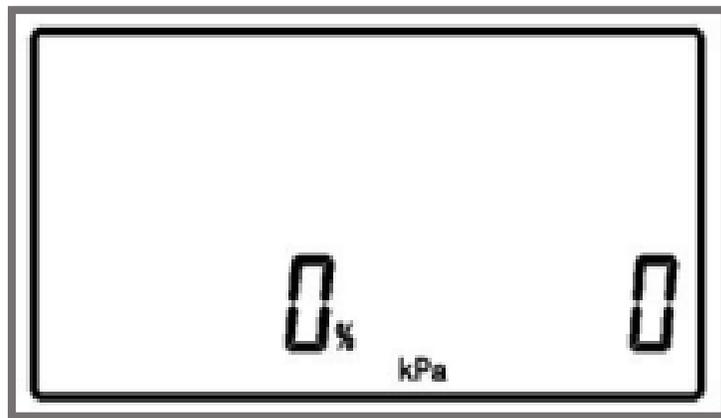
2.8.3. Instrucciones para la descarga del refrigerante

Es importante tomar en cuenta las siguientes instrucciones para el manejo correcto del manómetro digital al momento de utilizarlo.

- Cierre la válvula azul y la válvula roja.
- Encienda el instrumento. Luego, asegúrese de que la pantalla LCD muestre el estado de la prueba de vacío como se muestra a continuación en la figura 24. De lo contrario, presione el botón Función para cambiarlo.

Figura 24

Estado de la prueba de vacío



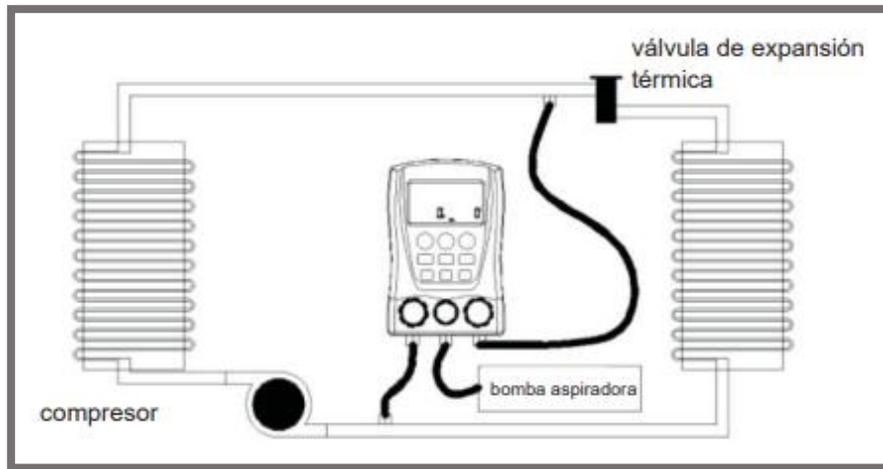
Nota: Estado de la prueba de vacío Tomado de: (AUTOOL, 2022)

- Presione el botón de la unidad para ajustar la unidad de lectura.
- Cuando el instrumento está encendido, puede haber 10 dígitos en el área de visualización de alta y baja presión. En este momento, mantenga presionado el botón cero hasta que vuelva a cero.

- Conecte el instrumento al sistema de refrigeración de acuerdo con la figura 25, (preste atención a la dirección del flujo de refrigerante) Las sondas de temperatura con abrazadera conectadas no afectarán la operación.

Figura 25

Conexión del instrumento al sistema de refrigeración



Nota: Conexión del instrumento al sistema de refrigeración: (AUTOOL, 2022)

- Encienda la válvula azul y la válvula roja, e inicie la bomba aspiradora.
- Después de completar la operación de vacío, apague el válvula azul y válvula roja, luego cierre la bomba de vacío.
- En este momento, el modo de prueba de fugas de presión se puede utilizar para comprobar las fugas en el sistema (consulte Anexo C prueba de fugas de presión)

CAPÍTULO III

3.1. Manual para carga y descarga del sistema de A/C

Es importante tomar en consideración las herramientas y equipos a utilizar en el procedimiento de carga y descarga de refrigerante en el sistema de aire acondicionado, como: juego de manómetros en este caso electrónico que sirve para medir las presiones del sistema, una bomba de vacío, un detector de fugas y el contenedor del refrigerante.

Si se observa que el sistema presenta fugas o daños en sus componentes, se debe vaciarse completamente, reparar la avería y volver a cargar el refrigerante al sistema. Este procedimiento también se aplica cuando se reemplaza un componente del sistema.

En la tabla 4 se indica el procedimiento para descargar y cargar el refrigerante del sistema de aire acondicionado.

Tabla 4

Manual para carga y descarga del sistema de A/C

Bomba de vacío.
1. Mantener todas las aberturas cerradas para evitar que ingrese la humedad en el circuito de aire acondicionado.
2. Liberar el tapón anti polvo de la salida de descarga.
3. El cambio de aceite de la bomba debe realizarse cada 250 horas.
4. En caso de que la bomba se enfríe, colocarla en un lugar caliente durante un tiempo prolongado, el aceite frío provoca daños irreversibles.
5. Conectar un filtro a la entrada de la bomba esto impedirá que succione suciedad.
Descarga.
1. Limpiar los manguitos de baja y alta presión del sistema.
2. Conectar los manguitos del manómetro a las tomas de baja presión y alta presión del sistema.
3. Las válvulas de los manómetros de alta y baja presión deben estar completamente cerradas.
4. Abrir el sistema, y no ponerlo en marcha hasta que vacíe por completo, con esto también se elimina la humedad y aire que se encuentre en el sistema.

5. Algunos fabricantes no solicitan vaciar o descargar por completo el refrigerante si solo se ha perdido parte del mismo. (Aplica más para fugas, donde se ha perdido pequeñas cantidades de refrigerante y se necesita completar)
Recarga.
1. Asegurarse que se tiene la cantidad suficiente de refrigerante para proporcionar al sistema una carga completa.
2. Cerrar la válvula de vacío que está conectada a la bomba de vacío.
3. Las válvulas de alta y baja presión deben encontrarse abiertas.
4. Abrir la válvula de control de refrigerante, permitirá que el refrigerante fluya desde la botella o bombona a las cañerías del sistema.
5. En caso de no cargar completamente el sistema, cerrar la válvula de alta presión del manómetro.
6. Encender el vehículo en ralentí a unas 2000 rpm por unos 5 minutos, colocar los controles del aire acondicionado en máxima como también la velocidad del ventilador.
7. Al funcionar el compresor disminuirá la presión del lado de baja lo que permite que ingrese refrigerante al sistema.
8. Cerrar la válvula de control del refrigerante y verificar las presiones alta y baja del sistema

Dentro del desarrollo de la práctica de carga y descarga del refrigerante en sistema de aire acondicionado en el vehículo Hyundai ACCENT año 2019, se logró resultados satisfactorios en cuanto al manejo del equipo y funcionamiento del aire acondicionado, se puede observar en la siguiente figura 26 y en el anexo E, el proceso practico realizado.

Además, se presenta la cantidad de relleno de refrigerante y de aceite en la figura 26.

Figura 26

Cantidad de relleno de refrigerante y de aceite



Marca	Año de construcción	Tipo de refrigerante	Cantidad de llenado de refrigerante	OE Tipo de compresor de aceite	Tipo de aceite para compresores alternativo	Cantidad de llenado de aceite
Hyundai Accent (MC)	11.2005-	R134a	500	PAG	PAO 68	n.a.

Nota: Cantidad de relleno de refrigerante y de aceite. Tomado de: (HELLA, HELLA TECH WORLD, 2022)

Figura 27

A/C vehículo Hyundai ACCENT año 2019



3.2. Detección de fallos en el sistema A/C

En base a la experiencia teórica y práctica obtenida en el periodo de formación en el Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego, se puede enlistar algunas técnicas que permiten detectar averías o fallos en el sistema de aire acondicionado.

Una revisión visual y manual a las válvulas y manguitos, puede proporcionar alguna idea o indicación sobre el funcionamiento correcto del sistema, para un diagnóstico completo se utiliza el juego de manómetros que permite la medida de:

Tabla 5

Detección de fallos en el sistema A/C

Refrigerante	Verificar la apariencia del refrigerante por medio del visor, esto permite observar si la cantidad de refrigerante del sistema es correcta, si existe la presencia de burbujas lentas, o una columna de flujo espumoso es sistema que no existe la cantidad necesaria de refrigerante.
Fugas	Utilizar un detector de fugas: <ul style="list-style-type: none">• Agua jabonosa (no es muy exacta para fugas pequeñas), colocada en las conexiones del circuito, si existiere una fuga inmediatamente se producirán burbujas.• Detectores de gas, por medio de la quema de gases, por ende, cambiara de calor la llama indicando que hay una fuga de refrigerante.• Detector de luz infrarroja, por medio de un sensor el cual identifica las áreas con problemas indicando por medio de un sonido o señal luminosa.

3.3. Diagnóstico de fallos en el sistema A/C

En base a la experiencia teórica y práctica obtenida en el periodo de formación en el Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego, se puede enlistar algunas averías o fallas que se presentan regularmente en el sistema de aire acondicionado.

Es importante mencionar que el visor permite o ayuda a determinar la cantidad de refrigerante que posee el sistema, también se lo puede hacer con el juego de manómetros.

Tabla 6

Diagnóstico de fallos en el sistema A/C

Avería o fallo	Posible Causa
Aire en el sistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fugas en el sistema y pérdidas de refrigerante 2. Sistema defectuoso por inadecuado proceso de carga y descarga del refrigerante 3. La humedad deteriora el aceite lubricante del compresor 4. Sobrecalentamiento del compresor daña los sellos y produce fugas 5. Periodos largos de inactividad, seca los sellos y produce fugas 6. Falta de lubricación, impide que el aceite retorne al compresor
Humedad y suciedad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deteriora el aceite lubricante del sistema 2. Averías en cojinetes, pistones, lóbulos y aros del compresor y válvulas 3. Corroe y oxida los elementos metálicos del sistema 4. Produce hielo en las válvulas, sobrecarga el receptor del desecante
Variaciones de temperatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Insuficiente enfriamiento muy bajo 2. El ajuste o regulación de temperatura no proporciona la temperatura adecuada. 3. Sensor de temperatura desconectado o mala conexión 4. Programador de control no funciona

	<ol style="list-style-type: none"> 5. El interruptor de presión del refrigerante defectuoso, ocasiona que se forme hielo en el compresor
Actuadores, compuertas y motores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fugas de vacío 2. Cañerías o tuberías desconectadas 3. Motores defectuosos 4. Fusibles fundidos
Ventilador	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ventilador defectuoso, solo funciona a baja velocidad o alta velocidad 2. Funcionada con el encendido desconectado 3. Saltos de velocidad y perdida de vacío en el circuito 4. Relé regulador defectuoso
Micro filtros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exceso de suciedad en el circuito
Averías eléctricas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fusible del A/C fundido 2. Bobina del embrague del compresor desconectada, averiada o mala conexión a tierra 3. Desconexión entre el interruptor de corte de presión del compresor y el interruptor termostático

3.4. Consideraciones para el mantenimiento del sistema de A/C

El mantenimiento del sistema de aire acondicionado tiene como finalidad anticipar a la corrección o reemplazo de componentes con un único fin de prolongar en mayor tiempo la vida útil y funcionamiento correcto del sistema según (Medrano Márquez, 2017).

Es muy importante basarse en el manual del fabricante ya que este proporciona información valiosa al momento de realizar un mantenimiento, además indica datos relevantes sobre las presiones del sistema.

Tabla 7

Consideraciones para el mantenimiento del sistema de A/C

Compresor	Revisar las fugas del refrigerante, fallas mecánicas y fallas eléctricas del embrague.
Condensador	Limpiar la parte externa del condensador para permitir el flujo de aire. Cuando existe restricción en la parte interna o fugas se debe reemplazarlo.
Evaporador	El ambiente húmedo dentro del evaporador se descompone rápidamente y forma material corrosivo que causa daños irreversibles.
Válvula de expansión	La comprobación de las presiones de funcionamiento del sistema, los valores normales deberían estar entre 2 -3 bares en el lado de baja presión y entre 14-24 bares en el lado de alta presión.
Drenajes	Limpiar la suciedad, corrosión y oxidación, siempre mantenerlos en buen estado.
Manguitos	Verificar el apriete de las abrazaderas para impedir fugas o ingreso de aire al sistema.
Mirilla o visor	Mantenerla limpia, para poder observar el estado del sistema.
Microfiltros	Realizar la verificación periódica y en caso de obstrucción reemplazarlos por un nuevo.

3.5. Comprobación del funcionamiento del sistema

La comprobación del sistema luego de haber realizado un proceso de carga y descarga de refrigerante, se lo realiza mediante la medición de presiones establecidas en cada uno de los manuales. Los valores oscilan alta presión de 190 a 240 PSI y la baja presión de 25 a 35 PSI.

Además, se debe realizar una prueba de fuga de presión que se encuentra especificada en el anexo D, donde se verificó que no existan fugas visibles en la cañerías y componentes, además no tengan daños físicos o anomalías que puedan intervenir en un óptimo funcionamiento.

CAPÍTULO IV

4.1. Cronograma de trabajo

Para la realización de este proyecto de tesis, se trabajó en base al siguiente cronograma como se puede observar en la tabla 4.

Tabla 8

Cronograma de trabajo

CRONOGRAMA						
ACTIVIDADES	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
Ante Proyecto.						
Estudio del arte de los elementos y materiales del sistema de aire acondicionado del vehículo automotriz.						
Seleccionar el equipo (manómetro) que brinde las mejores prestaciones técnicas.						
Evaluar operación y funcionalidad del equipo.						

4.2. Estudio económico

Los costos generados en la implantación del sistema de aire comprimido son los siguientes como se puede observar en la tabla 5.

Tabla 9

Detalle de los costos en materiales, equipos y mano de obra

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
MRCARTOOL Set de Medidor Manifold Digital de Refrigeración HVAC, Manómetros Aire Acondicionado de Presión de Vacío de Alta	1	\$ 450.00	\$ 450.00
Refrigerante R134a	1	\$ 75.00	\$ 75.00
Gastos varios	1	\$ 150.00	\$ 150.00
			\$ 675.00

Nota: Valores no contienen IVA

4.3. Conclusiones

Luego de realizar la comprobación de la red de aire comprimido y ponerlo a punto, se puede concluir lo siguiente:

Dentro del estudio del arte de los sistemas de aire acondicionado en uso automotriz, permitió conocer más de cerca el funcionamiento de cada uno de los componentes y principios

térmicos a los cuales se rigen, con lo cual facilito la selección de la mejor opción del equipo para implementar en la institución.

El manómetro digital implementado mantiene unas características relevantes como plástico de alta resistencia y silicona flexible antideslizante, con comodidad y ergonomía para su manipulación. Tiene una unidad de procesamiento digital de 32 bits integrada y alta precisión, estabilidad y calidad de datos, visualización clara y fácil de leer.

Para el momento de la carga se debe tomar en cuenta el tipo de refrigerante que se va a utilizar, si no fuera el mismo hay que limpiar todo el circuito para eliminar las partículas de suciedad o aceite. Además, se evidencio los cambios químicos y físicos que sufre el refrigerante R-134a en el interior de un sistema de A/C.

Al realizar las mediciones en el vehículo siempre se debe considerar primero la cañería de baja presión, es la que se localiza con mayor facilidad y la que tiene mayor diámetro (más gruesa). Dichas mediciones se deben hacer con el vehículo encendido y el aire acondicionado funcionando.

El manómetro digital implementado está seleccionado conforme a normativa, cálculos existentes necesarios y actualización tecnológica, busca la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje practico en la materia de climatización, dictada en los talleres de mecánica automotriz dl la institución, proporcionando una opción necesaria para los alumnos y docentes.

La vida útil de este equipo en los talleres y laboratorios del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego, dependerá operación y manejo correcto, respetando los mantenimientos y realizando las observaciones necesarias.

4.4. Recomendaciones

La utilización del manómetro debe ser solo por personal calificado y entrenado, ya que la no utilización de personal calificado puede deteriorar significativamente el funcionamiento del equipo en el desarrollo de prácticas.

Realizar capacitaciones a docentes y estudiantes al iniciar un nuevo periodo para que alcancen el conocimiento del funcionamiento y manejo del equipo implementado.

Usar gas refrigerante R-134a ya que los elementos internos que conforman el manómetro digital están diseñados para trabajar con este tipo de refrigerante por lo que si se utiliza otro tipo sin antes realizar la limpieza necesaria podría ocasionar averías en el equipo.

Evitar mantener por mucho tiempo las válvulas de paso cerradas en las pruebas y prácticas que se realicen porque va a provocar sobrepresiones que podrían afectar el sistema de aire acondicionado.

Cuando se realicen las prácticas de carga y descarga del refrigerante se evite jugar con los componentes del manómetro como mangueras, válvulas, etc. o entre estudiantes ya que podrían provocar el ingreso de aire o suciedad al sistema de A/C de la maqueta o vehículo, realizando estas operaciones de forma incorrecta.

4.5. Bibliografía

AUTOOL. (30 de Enero de 2022). *User Manual*. Obtenido de Im 120 Digital Manifold Gauge:

<https://value.com.ua/files/autool-lm120--manual-.pdf>

Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil 4ta edición*. Plochingen: GmbH.

Cengel, Y. A. (2003). *Termodinámica*. México: McGraw-Hill.

Chang, R. (2011). *Fundamentos de química*. Mexico: McGraw-Hill.

García, G. (Abril de 2021). *Pruebaderuta*. Obtenido de Componentes del sistema de aire

acondicionado: <https://www.pruebaderuta.com/componentes-del-sistema-de-aire-acondicionado.php>

HELLA. (31 de Marzo de 2022). *HELLA TECH WORLD*. Obtenido de CARGAS PARA AIRES

ACONDICIONADOS: <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Climatizacion-de-vehiculos/Carga-aire-acondicionado-2114/#>

HELLA. (20 de Febrero de 2022). *HELLA TECH WORLD*. Obtenido de AIRE

ACONDICIONADO DEL VEHÍCULO:

<https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Climatizacion-de-vehiculos/Aire-acondicionado-del-vehiculo-2203/>

MAQPAWER. (JUNIO de 2020). *CLASIFICACION Y TIPOS DE COMPRESORES*. Obtenido de

<https://www.maqpower.com.mx/clasificacion-tipos-compresores-cual-compresor-comprar/>.

Medrano Márquez, J. Á. (2017). *Mantenimiento: Técnicas y aplicaciones industriales*. Madrid: Grupo Editorial Patria.

Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos Sexta Edición*. Mexico: PEARSON EDUCACION.

NORGREN. (2020). *Aire Comprimido*. Obtenido de http://www.rodaindustria.com/fotos/090407194321_es_clean_compressed_air.pdf

Pineda, R. (2018). *CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA PARA UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO*. Bogota.

Rugh, J. H. (15 de Abril de 2004). *Ahorros significativos de combustible y reducciones de emisiones al mejorar el aire acondicionado del vehículo*. Obtenido de Cumbre de aire acondicionado móvil: https://www.nrel.gov/transportation/assets/pdfs/fuel_savings_ac.pdf

Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Reverte.

ANEXOS

Anexo A

Especificaciones técnicas del manómetro digital.

Prueba de presión: presión manométrica

Unidad de prueba de presión: Kpa; mpa; bar; pulgadas de Hg; PSI.

Rango de prueba de presión: 0 Kpa – 6000 Kpa

Resolución de prueba de presión: 1 Kpa

Precisión de la prueba de presión: +/- 0,5 %(FS)+ 5 dgt

Límite de sobrecarga de presión: 10000 Kpa (10 Mpa; 100 bar;)

Prueba de vacío: vacío relativo

Unidad de prueba de vacío: Kpa; mpa; bar; pulgadas de Hg; PSI.

Rango de prueba de vacío: -101 Kpa – 0 Kpa

Resolución de la prueba de vacío: 1 Kpa

Unidad de prueba de temperatura: °C (Celsius), °F (Fahrenheit)

Rango de prueba de temperatura: -40°C–150°C (-40°F–302°F)

Resolución de la prueba de temperatura:

0,1 °C (-40 °C–99,9 °C), 1 °C (100 °C–150 °C)

0,1 °F (-40 °F–99,9 °F), 1 °F (100 °F–302 °F)

Precisión de la prueba de temperatura: +/- 0,5 °C + 2dgt

+/- 0,9 °F + 2 dígitos

89 tipos incorporados de refrigerante NIST:

- Según el estándar estadounidense NIST

Anexo B

Normas de seguridad para trabajar con el manómetro digital.

Normas de seguridad IEC/EN61010-1 para diseño y producción.

- 1) La presión medida por el colector digital probador de presión es la presión manométrica.
- 2) La prueba de presión varía de -101 Kpa a 6 Mpa (-0,1 bar a 60 bar).
- 3) La presión límite es de 10 Mpa (100 bar).
- 4) La presión máxima de funcionamiento de la manguera estándar es 600 PSI (aproximadamente 4,13 Mpa, 41,3 bar). La presión límite es de 3000 PSI (aproximadamente 20,68 Mpa, 206,8 bar).
- 5) Confirme el valor de presión nominal de la prueba equipo antes de la prueba. No lo use si excede el rango del instrumento. Si las mangueras empacadas no cumplen con los requisitos de presión, puede usar reemplazos adecuados para la prueba.
- 6) No use ni almacene el instrumento en campos electromagnéticos fuertes, inflamables, explosivos y de alta temperatura, alta humedad.
- 7) Por favor, no cambie el circuito interno del instrumento, para evitar cualquier daño al instrumento o que ocurra algún peligro.
- 8) Use equipo de protección calificado para proteger al usuario durante la prueba.
- 9) Utilice el instrumento en un lugar bien ventilado. medio ambiente para evitar la inhalación de gases tóxicos.

Anexo C

Lista de refrigerantes compatibles con el manómetro digital de aire acondicionado.

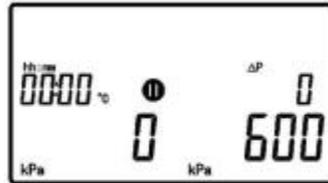
R11	R113	R114	R115	R116	R12	R123	R124	R125	R1270
R13	R134A	R14	R141B	R142B	R143A	R152A	R170	R21	R218
R22	R227EA	R23	R236EA	R245CA	R245FA	R290	R32	R401A	R401B
R401C	R402A	R402B	R403A	R403B	R404A	R405A	R406A	R407A	R407B
R407C	R407D	R407E	R408A	R409A	R409B	R41	R410A	R410B	R411A
R411B	R412A	R413A	R414A	R414B	R415A	R415B	R416A	R417A	R418A
R419A	R420A	R421A	R421B	R422A	R422B	R422C	R422D	R423A	R424A
R425A	R426A	R427A	R428A	R50	R500	R501	R502	R503	R504
R507A	R508A	R508B	R509A	R600	R600A	R717	R744 (Co2)	R1234	

Anexo D

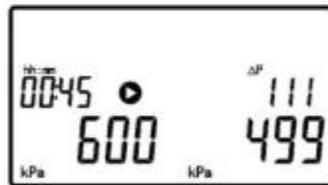
Instrucciones para realizar la prueba de fuga de presión.

A. El instrumento está encendido con las válvulas azul y roja apagadas.

B. Presione el botón Función para acceder al modo de prueba de fugas de presión que se muestra a continuación. El valor de presión actual se muestra en la esquina inferior derecha de la pantalla LCD.



C. Presione el botón Run/Stop para iniciar la prueba de fugas, como se muestra a continuación:



En este momento, la esquina inferior izquierda registra la inicial valor de presión; la esquina inferior derecha muestra el valor de la presión instantánea; el área de visualización "ΔP" muestra la diferencia entre el valor de presión inicial y el valor de presión instantáneo.

El área de visualización de tiempo muestra cuánto dura la prueba de fugas en el formato de Hora: Minuto (HH:MM). Todas las unidades de presión en la pantalla son iguales. Puedes cambiar diferentes unidades de presión presionando el botón de unidad.

Anexo E

Práctica de carga y descarga del refrigerante en sistema de aire acondicionado en el vehículo

Hyundai ACCENT año 2019.

Materiales y equipos de diagnóstico a utilizar.



Instalación del equipo de diagnóstico y mangueras de alta y baja presión.





Conexión del refrigerante para introducirlo al sistema de A/C.

