



Implementación de un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Charco Ushca, Juan Manuel

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz

Monografía, previo la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz

Ing. Arellano Rodríguez, Luis Marcelo

07 de agosto del 2020.



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** fue realizado por el señor **Juan Manuel Charco Ushca**, se ha revisado en su totalidad y analizado por el software antiplagio, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por ello, considero acreditarlo y autorizar al señor Sr. Juan Manuel Charco Ushca para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 07 de agosto del 2020

Ing. Arellano Rodríguez, Luis Marcelo
C.C.: 1717879488

REPORTE DE VERIFICACIÓN




Document Information

Analyzed document	PROYECTO TITULACION.docx (D77553835)
Submitted	8/6/2020 10:58:00 PM
Submitted by	
Submitter email	jmcharco@espe.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	lmarellano1.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2781/497_03.pdf?sequence= ... Fetched: 8/6/2020 11:02:00 PM		2
SA	tesis Jonathan Echeverria Urkund.docx Document tesis Jonathan Echeverria Urkund.docx (D54971721)		1
W	URL: https://www.slideshare.net/izkierdo82/manual-aireacondicionado Fetched: 10/16/2019 6:12:17 PM		13
W	URL: https://docplayer.es/53731072-Escuela-politecnica-del-ejercito.html Fetched: 7/25/2020 8:56:06 AM		5
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / tesis.docx Document tesis.docx (D39894380) Submitted by: msgualpa@espe.edu.ec Receiver: fajacome1.espe@analysis.arkund.com		3
SA	Mirnda 3l.docx Document Mirnda 3l.docx (D11250318)		1
W	URL: https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1364/1/T-UIDE-085.pdf Fetched: 11/23/2019 7:36:58 AM		1


 Ing. Arellano Rodríguez, Luis Marcelo
 C.C.: 1717879488



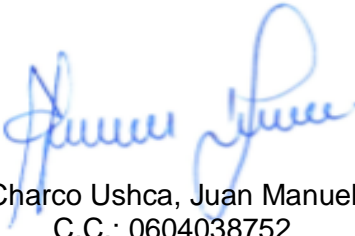
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Charco Ushca, Juan Manuel**, con cédula de ciudadanía n°: **0604038752**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Implementación de un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando a las citas bibliográficas.

Latacunga, 07 de agosto del 2020



Charco Ushca, Juan Manuel
C.C.: 0604038752



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICCIÓN

Yo, **Juan Manuel Charco Ushca**, con cédula de ciudadanía n° 0604038752, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 07 de agosto del 2020

Charco Ushca, Juan Manuel
C.C.: 0604038752

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación, dedico a quienes fueron partícipes en mi diario vivir, mi familia porque han sido ellos el soporte principal de mi desenvolvimiento, siendo condescendiente a su esfuerzo y sacrificio que día a día expresaron sin nada a cambio, por la paciencia de cada uno de ustedes durante mi ausencia que se originó debido al propio sistema académico.

Juan Manuel Charco

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud al ser Supremo por permitirme culminar mi período académico y mantenerme con lo máspreciado que el ser humano desea, la vida, a la Fuerza Terrestre por la confianza depositada en mí, a la Universidad de las Fuerzas Armadas conjuntamente con los Docentes por conceder sus conocimientos y experiencias que fueron necesarias y útiles para la formación profesional y personal.

Juan Manuel Charco

INDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA -----	1
CERTIFICACIÓN -----	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN -----	3
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD -----	4
AUTORIZACIÓN -----	5
DEDICATORIA -----	6
AGRADECIMIENTO -----	7
INDICE DE CONTENIDOS -----	8
ÍNDICE DE TABLAS -----	13
ÍNDICE DE FIGURAS -----	14
RESUMEN -----	16
ABSTRACT -----	17
 CAPÍTULO I	
1. PROBELMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Tema de investigación -----	18
1.2. Antecedentes -----	18
1.3. Planteamiento del problema -----	19
1.4. Justificación e Importancia -----	20
1.5. Objetivos -----	20
1.5.1.General -----	20
1.5.2.Específicos -----	21

1.6. Alcance -----	21
--------------------	----

CAPÍTULO II

2. SUSTENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Confort humano -----	23
2.2. Pérdidas de calor corporal -----	23
2.3. Principios termodinámicos -----	23
2.3.1. Primera Ley -----	24
2.3.2. Segunda Ley -----	25
2.3.3. Ley de Boyle -----	26
2.3.4. Ley de Charles-Gay Lussac -----	26
2.3.5. Ley de Joule -----	27
2.3.6. Ley de Avogadro -----	27
2.3.7. Gas Perfecto -----	27
2.3.8. Mol -----	27
2.3.9. Ley de Gibbs-Dalton -----	27
2.3.10. Entropía y Entalpía -----	28
2.4. Principios Físicos -----	29
2.4.1. Energía interna (U) -----	29
2.4.2. Calor -----	29
2.4.3. Calor específico -----	30
2.4.4. Capacidad calorífica -----	31
2.4.5. Temperatura -----	31
2.4.6. Presión -----	35
2.5. Características del aire -----	38
2.5.1. Humedad -----	38

2.5.2.Circulación del aire -----	39
2.5.3.Enfriamiento del aire -----	39
2.5.4.Secado y limpieza del aire -----	40
2.5.5.Composición del aire -----	40
2.6. Sistema de calefacción del automóvil-----	42
2.6.1.Componentes del sistema de calefacción -----	44
2.6.2.Funcionamiento del sistema de calefacción-----	47
2.7. Componentes del sistema de aire acondicionado -----	48
2.7.1.Compresor-----	49
2.7.2.Evaporador -----	51
2.7.3.Ventilador del evaporador-----	53
2.7.4.Condensador-----	53
2.7.5.Válvula de expansión-----	54
2.7.6.Tipos de válvula de expansión-----	55
2.7.7.Electroventilador -----	58
2.7.8.Botella deshidratadora -----	58
2.7.9.Filtro del habitáculo o antipolen-----	59
2.7.10. Fluido refrigerante-----	60
2.7.11. Lubricante del compresor -----	64
2.8. Dispositivos de seguridad en el sistema de aire acondicionado-----	65
2.8.1.Interruptor de temperatura ambiente-----	66
2.8.2.Interruptor de baja presión -----	67
2.8.3.Válvula de seguridad de alta presión-----	67
2.8.4.Limitador térmico e interruptor de sobrecalentamiento-----	67
2.9. Transferencia de calor-----	67
2.9.1.Conducción-----	69

2.9.2. Conductividad térmica-----	70
2.9.3. Aquí algunas leyes de comportamiento: -----	72
2.9.4. Convección -----	74
2.9.5. Radiación -----	75

CAPITULO III

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción del proyecto-----	77
3.2. Ciclo de refrigeración -----	78
3.3. Descripción del sistema de aire acondicionado Renault Clio-----	79
3.4. Identificación de componentes de aire acondicionado del Renault Clio	80
3.4.1. Descripción del compresor del Renault Clio -----	80
3.4.2. Descripción del condensador-----	81
3.4.3. Descripción del evaporador-----	81
3.4.4. Sonda del evaporador -----	81
3.4.5. Botella deshidratadora -----	82
3.4.6. Conductos de baja presión-----	82
3.4.7. Conductos de alta presión-----	83
3.4.8. Captador de presión -----	83
3.5. Componentes del banco de pruebas -----	83
3.5.1. Implementación de la estructura-----	84
3.5.2. Fuente de alimentación al banco de pruebas-----	86
3.5.3. Manómetros de diagnóstico de alta y baja presión-----	87
3.5.4. Base para la ubicación y almacenamiento del refrigerante R-134a -	90
3.5.5. Bomba de vacío -----	91
3.5.6. Proceso de vacío.-----	94

3.5.7. Proceso de llenado-----	96
3.5.8. Circuito para pruebas de relés y compresores -----	97
3.5.9. Comprobador de funcionamiento del sistema de calefacción -----	99
3.6. Comprobaciones y pruebas de funcionamiento-----	100
3.6.1. Banco de pruebas en proceso de diagnóstico-----	100
3.6.2. Funcionamiento de la bomba de vacío -----	101
3.6.3. Manómetros en diagnóstico, carga, vacío -----	101
3.6.4. Circuito en prueba de relés y compresor-----	103
3.7. Diagnóstico de averías y posibles soluciones -----	105

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones-----	109
4.2. Recomendaciones-----	109
4.3. Bibliografía-----	110
ANEXOS-----	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de conversión de temperaturas	33
Tabla 2. Composición de aire	40
Tabla 3. Composición de aire e impurezas existentes.....	41
Tabla 4. Datos técnicos del refrigerante.....	61
Tabla 5. Tabla de propiedades el refrigerante R-134a	63
Tabla 6. Conductividad térmica (k), de diversos materiales en 0 °C.....	70
Tabla 7. Rango de presiones	89
Tabla 8. Características de la bomba de vacío.....	93
Tabla 9. Lectura de presiones del sistema de aire acondicionado.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de equilibrio térmico.....	34
Figura 2. Presiones consideradas.....	37
Figura 3. Circuito básico de aire acondicionado.....	39
Figura 4. Ventilación por entrada de aire libre.....	42
Figura 5. Sistema de ventilación alimentada.....	43
Figura 6. Partes del sistema de calefacción automotriz	44
Figura 7. Bomba de agua y sus partes	45
Figura 8. Termostato del sistema de refrigeración	45
Figura 9. Dispositivo de almacenamiento de refrigerante.....	46
Figura 10. Direcciones en que efectúa la ventilación	47
Figura 11. Circuito de aire acondicionado automotriz y sus componentes	48
Figura 12. Compresor tipo alternativo	50
Figura 13. Compresor rotativo	51
Figura 14. Evaporador	52
Figura 15. Ventilador del evaporador.....	53
Figura 16. Condensador y ventilador	54
Figura 17. Válvula de expansión.....	55
Figura 18. Válvula de expansión con regulación interna	56
Figura 19. Válvula monobloque	57
Figura 20. Válvula de expansión de tubo orificio.....	58
Figura 21. Diagrama presión-temperatura del refrigerante R-134a	62
Figura 23. Esquema general de dispositivos de seguridad	65
Figura 24. Mecanismos de transferencia de calor.....	68
Figura 25. Cuerpos con diferencia de temperaturas	69
Figura 26. Conductividad de los materiales	72

Figura 27. Conductividad de líquidos saturados	73
Figura 28. Conductividad térmica de los gases.....	73
Figura 29. Transferencia de calor por radiación.....	75
Figura 30. Diagrama presión- entalpia del refrigerante R-134a.....	78
Figura 31. Diagrama del circuito de aire acondicionado del Renault Clío.....	79
Figura 32. Sonda del evaporador.....	81
Figura 33. Ubicación de la sonda del evaporador	82
Figura 34. Diseño de la estructura	84
Figura 35. Estructura metálica materializada	85
Figura 36. Estructura colocado la cubierta de madera	86
Figura 37. Fuente de alimentación.....	86
Figura 38. Componentes del grupo manómetro	87
Figura 39. Descripción del grupo manómetro	88
Figura 40. Estructura de las bases de los procesos de vacío y llenado	91
Figura 41. Estructura base y ubicación de la bomba de vacío	92
Figura 42. Bomba de vacío.....	92
Figura 43. Circuito comprobación de relés.....	98
Figura 44. Circuito para comprobación de compresores	99
Figura 45. Banco de pruebas del sistema de aire acondicionado	100
Figura 46. Grupo manómetro en funcionamiento	103
Figura 47. Relé de cinco pines tipo B.....	104
Figura 48. Relé de cinco pines tipo A.....	104
Figura 49. Comprobación de circuitos.....	105

RESUMEN

Actualmente la industria automotriz ha implementado prácticamente en todos los vehículos los sistemas de calefacción y aire acondicionado, también los avances tecnológicos han desarrollado equipos y herramientas que proveen el mantenimiento preventivo y correctivo a estos sistemas, siendo eficaces en su desempeño y todo ello representan gastos económicos considerables. El propósito de la implementación del banco de pruebas del sistema de aire acondicionado automotriz, es poder observar los parámetros de funcionamiento, diagnóstico y mantenimiento del sistema, para lo cual es necesario búsqueda de conocimiento teórico-técnico, para con su construcción y materialización, del mismo que depende su eficaz funcionamiento, con ello el aprendizaje se desarrolla de manera práctica y dinámica, ya que optimiza tiempo y espacio. El empleo del banco de pruebas del aire acondicionado ayuda a realizar de manera ágil trabajos de diagnóstico y mantenimiento, así como también favorece a preservar el medio ambiente que es uno de los principales problemas con el sistema de aire acondicionado, por el uso de diferentes tipos de refrigerantes que destruyen la capa de ozono, teniendo presente que se buscan mejoras continuas empleando los medios tecnológicos.

- **AIRE ACONDICIONADO**
- **REFRIGERANTE R-134a**
- **DIAGNÓSTICO**
- **CALEFACCIÓN AUTOMOTRIZ**
- **BANCO DE PRUEBAS**

ABSTRACT

Nowadays, the automotive industry has implemented heating and air conditioning systems in all vehicles practically. Also, technological advances have developed equipment and tools to provide preventive and corrective maintenance for these systems, which are effective and represent major economic costs. The purpose of the testing ground implementation of the automotive air conditioning is observing the functional parameters, diagnostic, and system maintenance. Thus, it is necessary the research the theoretical and technical knowledge for its creation and materialization, which depends on its effective operation. The learning is developed practically and dynamically due to it optimizes time and space. Bearing in mind that the technological resources search for continual improvements, the testing ground employment helps to operate in a suitable way for diagnostic and maintenance works. Besides, it supports the environment preserving, which is one of the principal problems with the air conditioning because the use of different refrigerants destroys the ozone layer.

- **AIR CONDITIONING**
- **REFRIGERANT R-134a**
- **DIAGNOSTIC**
- **AUTOMOTIVE HEATING**
- **THE TESTING GROUND**

CAPÍTULO I

1. PROBELMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema de investigación

Implementación de un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción para la Carrera de Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

1.2. Antecedentes

Precisamente el sistema de calefacción y de aire acondicionado no tiene una evolución con los primeros vehículos, pues no eran necesarios ya que las carrocerías eran de madera y totalmente descubiertos, pero las condiciones climáticas dan origen en primera instancia al sistema de calefacción aprovechando el calor generado por el motor que ocurre en Rally de Montecarlo para épocas de invierno, pero seguía existiendo inconvenientes para temporadas de verano, a partir del año 1930 conjuntamente con la evolución de las carrocerías General Motors ofrece el sistema de aire acondicionado a través del vapor comprimido mediante el refrigerante R-12, pero, este sistema solo estaban accesibles para vehículos de alta gama. (PNUMA, 2016)

De acuerdo a la ***“Investigación, Estudio y Aplicación de Ciclos de Refrigeración, Refrigerantes Alternativos”***, en los procesos productivos se visualiza que aumenta la necesidad de generar operaciones menos nocivas para la atmósfera y dentro del problema se encuentra los sistemas de aire acondicionado en el campo automotriz, que existen efectos secundarios que afectan a la capa de ozono por la utilización del refrigerantes, que a partir del tratado de Montreal se buscan alternativas para disminuir efectos nocivos que se generan con el uso del refrigerante R-12 que ha sido uno de los más utilizados, que, luego de años de investigación y desarrollo aparece

en el mercado el HFC R-134a, para reemplazar el refrigerante R-12, sin embargo, recientes investigaciones catalogan como un generador del efecto invernadero. (Villamil, 2004)

Teniendo en cuenta que en el proyecto de titulación ***“Implementación de un banco didáctico del sistema de aire acondicionado”***, evidencia la evolución de los sistemas de aire acondicionado, con cambios de elemento básico como el refrigerante de CFC R-12 a HFC R-134a, para disminución de contaminación, asimismo, logrando ya un control netamente electrónico, con componentes cada vez más pequeños y eficientes. (Fiallos, 2014)

Analizando el proyecto de titulación ***“Análisis de la eficiencia energética y renovación del caudal de aire del sistema de climatización”***, el aire presente en el interior del habitáculo del vehículo requiere tener un cambio continuo para mantener un ambiente agradable y confort, tanto como para el conductor y los pasajeros, las diferentes entradas y salidas permiten que exista la recirculación de aire forzada por la propia velocidad del vehículo o mediante el funcionamiento de un ventilador. (Paucar, 2017)

De acuerdo a lo citado, se establece la necesidad de implementar un banco de entrenamiento acorde a las tecnologías de nuestro país, que actualmente usa el refrigerante R-134a, para los sistemas de aire acondicionado, sin embargo, en países europeos con la finalidad de reducir la contaminación se ha cambiado al uso del refrigerante HFO 1234yf.

1.3. Planteamiento del problema

Los sistemas de aire acondicionado en el campo automotriz empiezan desde los años 30, pero este sistema a pesar de su aparición no fue considerado importante o esencial en comparación con otros sistemas del vehículo para su mejoramiento y

evolución, a partir de las décadas de los 70 se incorporan en mayor escala vehículos con este tipo de sistema.

Hoy en día, el sistema de aire acondicionado es común casi en un 70% de vehículos y se ha visto la necesidad de una preparación centrada en estos sistemas, ya que, el manejo inadecuado del refrigerante causa contaminación ambiental por el desconocimiento de procedimientos de manejo de estas sustancias en los talleres automotrices.

1.4. Justificación e Importancia

La necesidad de que el estudiante de la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz tenga acceso a la visualización del funcionamiento y comportamiento de los componentes del sistema de aire acondicionado y calefacción, facilitando el aprendizaje y comprobación de lo teórico con lo práctico en el campo, así como también se utilice este banco didáctico para el diagnóstico, mantenimiento y corrección del sistema, con ello garantizar una formación académica sólida y precisa.

El material didáctico que se pretende implementar beneficiará a todas las personas quienes tengan acceso al mismo, por medio de información detallada en el banco de pruebas que permitirá la manipulación de manera segura para quienes desconocen del sistema, y para quienes ya conocen acerca del sistema el material didáctico permita actualizar sus conocimientos.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Implementar un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz como métodos de

entrenamiento, de manera que el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle de manera interactiva.

1.5.2. Específicos

- Recopilación de información acerca del sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz, que será de utilidad para la implementación del proyecto.
- Dimensionar y construir la estructura base para la materialización del banco de pruebas, con fin de que el sistema sea transportable de un lugar a otro.
- Implementar un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz, de manera que se pueda obtener parámetros de funcionamiento del sistema de aire acondicionado y calefacción automotriz.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema implementado para poder garantizar que el funcionamiento se ejecute de manera segura.

1.6. Alcance

El presente proyecto tiene como meta la implementación de un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPEL.

Para el desarrollo del presente proyecto se basará en metodologías de investigación como los métodos deductivos, analítico, de síntesis y experimental, para obtener información veraz y profundo del funcionamiento y comportamiento del sistema propuesto para investigación e implementación.

El banco de pruebas será implementado de la siguiente forma: estructura metálica como base del banco de pruebas, herramientas y equipos propios para las respectivas pruebas del sistema (manómetros, bomba de vacío, circuito comprobador de relés,

compresores, depósito de refrigerante para el vaciado y llenado) y material MDF como cubierta del banco de pruebas.

El banco de pruebas permitirá diagnosticar el funcionamiento dentro de los parámetros establecidos del sistema de aire acondicionado, así como también diagnosticar averías presentes en el sistema, y dar solución a los problemas a los sistemas con refrigerante R-134a.

El presente banco de pruebas será implementado de manera que, permita su traslado de un lugar a otro con facilidad agilizando trabajos de mantenimiento y diagnóstico.

CAPÍTULO II

2. SUSTENTACIÓN TEÓRICA

Los sistemas de aire acondicionado automotriz para su descripción se encuentran dentro de la termodinámica que estudia la temperatura (termo) y el movimiento (dinámica) para explicar su aprovechamiento y procesos de transferencia de calor relacionando con los principios fundamentales que intervienen en su funcionamiento.

2.1. Confort humano

El principal objetivo del sistema de aire acondicionado es, acondicionar un ambiente interior confortable de tal manera que el diseñador y el operador de estos sistemas deben tener presente factores que afecten directa o indirectamente a la comodidad de los usuarios.

2.2. Pérdidas de calor corporal

Una persona se encuentra en constante generación de calor por la metabolización de los alimentos consumidos, calor que es transferido a sus alrededores al medio ambiente más frío, razón por la cual el cuerpo humano siente calor o frío y es determinado por la velocidad de pérdida de calor corporal como factor determinante. Cuando la velocidad de la pérdida de calor se encuentra dentro del rango permisible se obtiene una sensación confortable, pero, si varían las velocidades a muy alta se siente frío y a muy baja se siente calor. Para lograr la comodidad humana los sistemas de acondicionamientos de aire se basan en principios físicos. (Pita, 1997)

2.3. Principios termodinámicos

En cuanto se estudian formas de energía como la potencial, gravitatoria y cinética, el estudio de principios termodinámicos permite referenciar cambios y comportamientos de distintos cuerpos dentro de un sistema con las interacciones energéticas en sus

fronteras. Para el funcionamiento del aire acondicionado del vehículo se aplican principio y leyes de la física que a continuación se describen.

2.3.1. Primera Ley

Basado en la historia se dice que, en el año de 1824 Sadi Carnot menciona que no es viable transformar el calor en trabajo sin límites, luego diseña una máquina con dos cualidades que puede operar como máquina térmica o como refrigerador, esto hace posible absorbiendo y cediendo calor de un cuerpo caliente a un cuerpo frío. Carnot también menciona que si entre dos cuerpos existe un diferencial de temperaturas se puede producir un trabajo útil (García, 1998).

Mientras que Joule y Mayer muestran que todo cuerpo contiene una particularidad inherente a su estructura llamado energía interna, pues si se cede calor (trabajo) a un cuerpo aislado sin importar los métodos en que se realice, esto solo sufrirá cambios en su energía interna. Así surge la primera ley de la termodinámica **“en todo proceso de la naturaleza, la energía se conserva si se toma en cuenta el calor”** (García, 1998).

En muchos libros mencionan que, el principio de la conservación de la energía es la primera ley de la termodinámica, pero, este principio es utilizado para definir energía interna. El trabajo es energía, si este trabajo se transfiere a un sistema de alguna manera se debe acumularse, entonces, se hace referencia que debe existir un aumento numérico de energía en el sistema igual al valor al trabajo cedido, a esto le denominamos energía interna. La presencia de esta propiedad en todo sistema termodinámico es el contenido fundamental de la primera ley de la termodinámica (García, 1998).

(Carreño Paul; Jadan Carlos, 2013), La primera ley hace referencia a la conservación de la energía, pues ello dice que **“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.

Los autores (Cengel Yanus, Ghajar Afshin, 2011), a la primera ley de 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.

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

Se conoce que la energía es una propiedad y el valor de la misma se conserva, a menos que esa energía cambie de estado. La otra parte corresponde a Lord Kelvin quien demuestra matemáticamente la conjetura de Carnot utilizando la primera ley y el concepto de eficiencia. Pues, la eficiencia de una máquina de Carnot es dependiente de las temperaturas en las cuales opera la máquina, y se determina la escala universal o escala Kelvin de temperatura, más no como se conoce como temperatura absoluta.

2.3.2. Segunda Ley

La energía es una propiedad conservada y ningún proceso puede ejecutarse sin que se cumpla con el primer principio *“conservación de energía”*, pero satisfacer un proceso no garantiza que realmente ocurra, aquí describimos un breve ejemplo, si se deja una taza de café caliente en una habitación más fría termina por enfriarse, en este proceso se puede comprender a la primera ley de la termodinámica, porque la cantidad de energía que pierde el café es igual al que gana el aire circundante (Yanus Cengel, 2009).

Si comprendemos el ejemplo determinamos que los procesos de intercambio van en cierta dirección y no en dirección contraria, dado que en la primera ley de termodinámica no restringe ninguna dirección de un proceso, pues la falta de adecuación

de la primera ley para determinar si un proceso tiene lugar o no, se introduce un segundo principio general que analiza la dirección de un proceso, así como también afirma que la energía tiene calidad y cantidad, estableciendo cuales procesos de la naturaleza pueden ocurrir o no, en la primera ley solo se relaciona la cantidad de energía y sus transformaciones sin considerar su calidad, quedando que un proceso no se puede ejecutar sin cumplir la primera y la segunda ley de termodinámica (Yanus Cengel, 2009).

La conservación de la calidad de energía es muy importante para profesionales en el área de manera que la segunda ley los permite determinarlos, así como también el grado de la degradación de energía durante un proceso.

2.3.3. Ley de Boyle

(Victor Izquierdo, 2017), Cuando la temperatura es constante, el volumen de un peso determinado de un gas perfecto tiene una variación inversamente a la presión absoluta, es decir la presión y el volumen son inversamente proporcionales.

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_nV_n = \text{constante de proporcionalidad}$$

Donde:

- P; presión absoluta en (lb/pie²)
- V; volumen especifico (lb/pie³)

2.3.4. Ley de Charles-Gay Lussac

Si el gas perfecto recibe calor a volumen constante, la presión absoluta varia de manera directamente proporcional a la temperatura (Victor Izquierdo, 2017). Siendo el volumen proporcional a la temperatura.

$$P_1/T_1 = P_2/T_2 = P_n/T_n \quad T; \text{temperatura absoluta}$$

2.3.5. Ley de Joule

(Victor Izquierdo, 2017), Si un gas perfecto se expande sin hacer algún trabajo, la temperatura del gas se mantiene inalterable, porque su energía interna se mantiene igual inalterable, la energía interna de un gas perfecto es en función de la temperatura.

2.3.6. Ley de Avogadro

Igual volúmenes de cualquier gas con la misma presión y temperatura, tienen el mismo número de moléculas (Victor Izquierdo, 2017).

2.3.7. Gas Perfecto

Se dice que todo gas que obedezca las leyes de Boyle, Charles, Joule y Avogadro es considerado como un gas perfecto (Victor Izquierdo, 2017).

2.3.8. Mol

(Victor Izquierdo, 2017), Es una unidad con el que se puede saber la cantidad de materia que posee un cuerpo, numéricamente igual al peso molecular representado en libras o gramos sabiendo que el peso molecular es proporcional a la masa de una molécula, considerando que un mol tiene el mismo número de moléculas para cualquier gas.

2.3.9. Ley de Gibbs-Dalton

La mezcla de gases o vapores cada vapor o gas ejerce la misma presión en el espacio total como cuando ejerciera por si sola (independientemente) a la misma temperatura de la mezcla, por ello la mezcla de vapor-aire se rigen a esta ley.

(Victor Izquierdo, 2017), De acuerdo a esta ley se dice que cualquier mezcla de gases ejerce una presión total que es igual a la suma de las presiones parciales de cada gas, en el aire atmosférico existe una presión total de las presiones parciales de:

$$P_B = P_N + P_O + P_V = P_a + P_V$$

Donde:

- P_N ; presión parcial del nitrógeno
- P_O ; presión parcial del oxígeno
- P_V ; presión parcial de vapor de agua.
- P_a ; presión parcial de aire seco.

2.3.10. Entropía y Entalpía

(Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012), Entendemos por entropía que mide el desorden existente en un sistema, dado que, si la entropía se incrementa existe un aumento del desorden interno del mismo.

La entropía determina que siempre existe una cantidad de energía establecida que no es posible ser reutilizada, y eso a su vez se va incrementando a razón del tiempo, dado que, un estado de equilibrio preciso es garantizado por un nivel energético bajo.

Razón por la cual, la entropía explica la tendencia que caracteriza a todo sistema de alcanzar un equilibrio térmico de todos sus cuerpos.

Entendemos a la entalpía como la cantidad de energía que es necesario contribuir a un cuerpo para llevar a una condición específica, iniciando de un valor cero de entalpía, siendo la entalpía entonces, la medida absoluta del estado energético de los cuerpos.

La entalpía tiene una relación estrecha con el nivel energético y estado de los cuerpos, a base de la presión y volumen de un sistema que se desee estudiar, con la cual se puede comprender la transformación de la materia de un estado a otro sin alteraciones térmicas con el exterior, mediante otros factores como la presión y volumen.

2.4. Principios Físicos

2.4.1. *Energía interna* (U)

Se puede representar en términos reducidos a la energía interna (U) como el contenido energético a escala microscópica de un cuerpo, se debe a la contribución de las energías cinética de los átomos y moléculas como resultado de la rotación, traslación y vibración, también de la potencial debido a las fuerzas intermoleculares gravitacionales, electromagnéticas y nucleares. (Fernandez José, 2014)

Para los sistemas cerrados el diferencial de la energía interna entre dos sistemas se demuestra como la suma de calor (Q) y trabajo (W) intercambiados con el entorno ($\Delta U = Q - W$), de esta manera se explica que la energía no puede ser creada, tampoco destruida dado que la variación de la energía se manifiesta en forma de calor o trabajo.

2.4.2. *Calor*

El calor se ha definido como una forma de energía en transferencia debido a la diferencia de temperatura, solo tiene sentido mientras 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.

a. Variación de energía interna de un sistema.

El cambio de la energía interna puede aparecer de varias formas haciendo referencia al calor cedido o absorbido:

b. Intercambio de calor sensible.

Este proceso da lugar a un intercambio, sin que se establezca una alteración en el estado del cuerpo, se puede explicar demostrando la variación de la temperatura del sistema $\Delta U = Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$

Donde:

- ✓ Q ; variación del calor o energía del sistema en un tiempo determinado
[J; kJ]
- ✓ Cp ; calor específico del material [$J/kg \cdot ^\circ K$; $kJ/kg \cdot ^\circ K$]
- ✓ m ; masa del sistema [kg]
- ✓ ΔT ; temperatura final – temperatura inicial [$^\circ K$]

c. Intercambio de calor latente

A diferencia del intercambio de calor sensible en este proceso si existe el cambio de estado en el sistema, la temperatura y la presión mientras dure el proceso de intercambio de calor es constante,

$$\Delta U = Q = m \cdot H_{fg}$$

H_{fg} ; es el calor latente del cambio de fase y es medido en [J/kg]

d. La energía interna química.

Debido a las reacciones por sus enlaces químicos permiten una variación de energía interna como ejemplo podemos citar a la combustión, oxidación.

2.4.3. Calor específico

En el intercambio de calor sensible genera un cambio de temperatura en el sistema, un cuerpo al ceder calor a dos cuerpos con la misma masa y temperatura inicial,

el resultado de la temperatura final puede ser diferente, dependiendo directamente de la naturaleza de los cuerpos, conociendo a esta propiedad como calor específico.

Según (Fernandez José, 2014) se define como la cantidad de calor en (kJ) que debe absorber ($1kg$) de sustancia para aumentar su temperatura siendo su unidad de medida ($J/kg. °K$).

$$Cp = \frac{Q}{m. \Delta T}$$

2.4.4. Capacidad calorífica

Entendemos que la capacidad calorífica es el cociente entre la cantidad de energía que transfiere un cuerpo durante un proceso y la capacidad de experimentar cambios de temperatura ya sea absorbiendo o cediendo calor $C = m. Cp$

La transferencia total del calor (Q) mientras dure el proceso de intercambio de energía interna entre dos sistemas o su entorno tiene unidades de energía (*Julios, J*).

A la potencia térmica transmitida (q) denominamos a la velocidad de transmisión de valor de la energía térmica haciendo referencia a un determinado tiempo con unidades de medida de potencia (*watios, W*).

2.4.5. Temperatura

La temperatura es una magnitud escalar que tiene relación directa con la energía interna de un proceso termodinámico, con un énfasis en el intercambio de calor sensible asociado a los movimientos de partículas de un sistema. Se considera como nivel o grado térmico de un cuerpo dependiendo del aumento de la energía interna, un sistema se encuentra más caliente y proporcionalmente su temperatura aumenta.

También describimos a la temperatura como una propiedad intensiva, que es independiente del tamaño del sistema y la naturaleza del material que se encuentra

compuesto, cuando dos cuerpos alcanzan el equilibrio térmico, es decir que ambos cuerpos comparten una propiedad física en común una de estas es la temperatura. (Fernandez José, 2014)

Para demostrar el grado térmico existen varias escalas de medida de la temperatura, siendo así en el Sistema Internacional la unidad de temperatura absoluta es el Kelvin ($^{\circ}K$) pero también son de uso común otras escalas relativas como el Celsius ($^{\circ}C$) y Fahrenheit ($^{\circ}F$).

Dentro de las escalas de medición de temperaturas se dividen en dos grupos como: las relativas y absolutas.

a. Temperatura relativa.

Conocemos como temperatura relativa a las que se basan en los puntos de congelación y ebullición del agua (que son puntos relativos), siendo las escalas más aplicadas; Grados Celsius, Fahrenheit y Kelvin prácticamente en todo el mundo.

b. Grados Celsius ($^{\circ}C$).

Inventado por el sueco astrónomo Anders Celsius en 1954 la escala fue redefinida partiendo del cero absoluto como la fracción ($1/273.16$) entre dos puntos concretos al congelamiento a $0^{\circ}C$, y a ebullición a $100^{\circ}C$.

c. Grados Fahrenheit ($^{\circ}F$).

Inventado por el físico polaco Gabriel Fahrenheit en 1724, cada uno de los 180 intervalos iguales entre los puntos de congelación y evaporación del agua con $32^{\circ}F$ y $212^{\circ}F$ respectivamente.

d. Temperatura Absoluta.

Consideramos temperatura absoluta a los valores mínimos y máximo medidos en cierta escala empezando en cero absoluto utilizados como principios elementales en la termodinámica y mecánica.

e. Grados Kelvin ($^{\circ}K$).

Utilizado en la unidad de medida del Sistema Internacional, que parte del cero absoluto definiendo la magnitud en el punto triple del agua que está a $273,16^{\circ}K$ exactamente.

f. Grados Rankine ($^{\circ}Ra$).

Esta escala se mantiene con intervalos equivalentes a las de la escala Fahrenheit con el origen en $-459,67^{\circ}F$.

Tabla 1.

Tabla de conversión de temperaturas

	<i>Kelvin</i>	<i>Celsius</i>	<i>Fahrenheit</i>	<i>Rankine</i>
<i>Kelvin</i>		$K = C + 273,15$	$K = \frac{5}{9}(F + 459,67)$	$K = \frac{5}{9}Ra$
<i>Celsius</i>	$C = K - 273,15$		$C = \frac{5}{9}(F - 32)$	$C = \frac{5}{9}(Ra - 459,67)$
<i>Fahrenheit</i>	$F = \frac{9}{5}K - 459,67$	$F = \frac{9}{5}C + 32$		$F = Ra - 459,67$
<i>Rankine</i>	$Ra = \frac{9}{5}K$	$Ra = \frac{9}{5}(C + 273,15)$	$Ra = F + 459,67$	

Nota: Esta tabla nos muestra formas o métodos de conversión de temperaturas a diferentes escalas. Tomado del libro (Fernandez José, 2014).

Se debe distinguir entre temperatura ($^{\circ}T$) e incremento de temperatura (ΔT), explicando la temperatura posee escalas de medida y se puede transformar entre las mismas según la tabla No. 1 mientras que el incremento posee unidades ya sean del SI o en Sistema Inglés, así como su equivalencia entre distintas unidades.

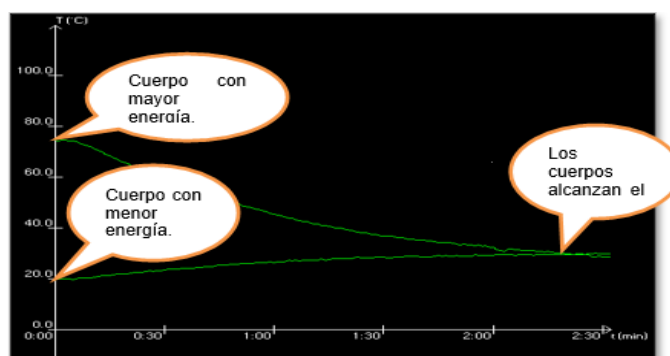
g. Equilibrio térmico.

Partiendo de que todos los cuerpos poseen energía interna, y aquellas energías son de tipo variados, tipo electrónico, rotación, de traslación y vibración como consecuencia de la activada que poseen, energías de enlace.

Cuando existe un enlace entre dos cuerpos con mayor y menos cantidad de energía (temperatura), el cuerpo de mayor energía cede parte de ello al cuerpo de menor energía logrando alcanzar un equilibrio térmico (igual temperatura), para que aquel proceso se realice se requiere de tiempo que podemos observar en el siguiente gráfico.

Figura 1.

Proceso de equilibrio térmico



Nota: Diagrama T-t de los cuerpos que de acuerdo al tiempo alcanzan el equilibrio térmico cediendo calor del cuerpo de mayor $^{\circ}T$ al cuerpo de menor $^{\circ}T$. Tomado de (Instituto los Andes, 2012)

2.4.6. *Presión*

La presión es la fuerza normal aplicada por una unidad de área que actúa sobre la frontera del sistema, en los sistemas en reposo la presión se mantiene constante en todas las direcciones alrededor de un volumen elemental de un fluido (Kenneth Wark, 2001).

En los sistemas de aire acondicionado automotriz existe dos circuitos de presión (alta y baja), los mismos que tienen diferencia de presión, y es esencialmente importante mantener presiones adecuadas ya que de ello depende el funcionamiento eficaz del sistema.

Las presiones en los circuitos varían dependiendo la temperatura ambiente, así como también del espacio que tengan que enfriar, generalmente las presiones aproximadas de los circuitos con el sistema en funcionamiento son; baja presión de 30 a 50 PSI y, el circuito de alta presión de 150 hasta los 300 PSI.

La variación de presión en el sistema de aire acondicionado automotriz se genera a través de un elemento externo que se considera como sistema forzado (acción del compresor).

a. **Unidades de presión.**

Para consideraciones de las presiones sus cálculos demostrativos se utiliza la unidad básica en el Sistema Internacional que es el *pascal (Pa)*.

$$1 \text{ pascal} = 1Pa = 1 \frac{\text{Newton}}{\text{metro}^2}$$

Pero, la unidad de medida pascal resulta una unidad relativamente pequeña por lo que se convierte a kilopascal (*kPa*), o su vez el megapascal (*MPa*), se hace referencia

también al bar como otra unidad de medida en el Sistema Internacional y a continuación se detalla su relación con otras unidades.

$$1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2} = 10^2 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa}$$

En el Sistema Ingles se usan comúnmente unidades como libras-fuerza por pulgada cuadrada ($\frac{lb.f}{in^2}$ o *psi*) o también la atmosfera (*atm*).

b. Presión absoluta.

Hace contexto al cero absoluto considerando que no existe ninguna presión de vacío debajo de la misma, por ello, todas las presiones desde el cero hacia arriba son presiones positivas, son necesarios para cálculos teóricos.

c. Presión atmosférica.

Conocida también como presión barométrica, es provocada por el peso de la masa del aire que constantemente actúa sobre el planeta tierra, la presión varía los valores en función de la diferencia de altura con respecto al nivel del mar, de este modo cuanto mayor sea la altura con respecto al nivel del mar, menor será la presión atmosférica, entonces, alcanzando la máxima presión atmosférica al nivel del mar, también otro factor que interfiere en las variaciones son las condiciones meteorológicas.

Con lo que establece (Kenneth Wark, 2001) la presión atmosférica varia con el lugar de la tierra y con el tiempo, la atmosfera estándar constituye una referencia para el valor de la presión. La presión estándar se define como la presión ejercida por una columna de mercurio de 760mm de altura exactamente a 273,15 °K, aquí las equivalencias en otras unidades que se pueden considerar:

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bar} = 1,01325 \times 10^5 \frac{N}{m^2} = 14,696 \frac{lb.f}{in^2} (\text{psi})$$

El valor de la presión atmosférica al nivel del mar corresponde también a:

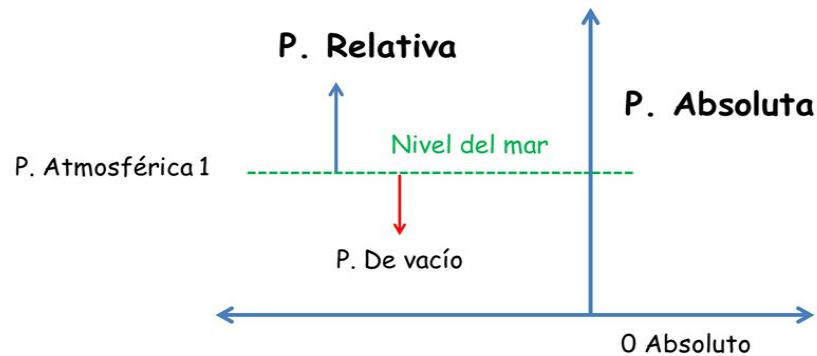
- ✓ 1013 milibares
- ✓ 760mm de Hg
- ✓ 1 atmosfera

d. Presión relativa.

Denominada también como la presión manométrica, es el diferencial entre la presión atmosférica y la presión absoluta, y este valor puede ser medida con un manómetro, también se considera sobrepresión a la presión atmosférica.

Figura 2.

Presiones consideradas



Nota. En el presente gráfico se muestran las presiones a considerar para un sistema de aire acondicionado, consideramos que la Presión Relativa = Presión Manométrica y la Presión Absoluta = Presión Relativa + Presión Atmosférica. Tomado de (Ingeniarg SA, 2017)

e. Presión absoluta y manométrica.

La presión en cierto lugar en un sistema puede darse referida a la presión cero o presión atmosférica.

La presión absoluta, es medida con relación a la presión absoluta cero, este calificativo es realmente necesario puesto que prácticamente la mayoría de los dispositivos de medida miden la presión manométrica.

Una presión manométrica, es la diferencia de presiones entre la presión absoluta del fluido y la presión atmosférica, ($P_{abs} = P_{atm} - P_{man}$) (Kenneth Wark, 2001).

f. Vacío.

Es la presión negativa, por ello es el diferencial de presiones entre el absoluto y atmosférico, siendo presiones medidas por debajo del cero absoluto que pueden ser medidos con medidor de vacío.

2.5. Características del aire

2.5.1. Humedad

Al decir humedad quiere decir que el aire que se encuentra en nuestro medio contiene una cantidad elevada de vapor de agua, existen climas que contienen el 90% de humedad, esto indica que el aire contiene el 90% de vapor de agua, pues si el cuerpo humano está acostumbrado a otro tipo de clima la piel no puede evaporar mucho sudor y tendrá gran sensación de acaloramiento.

Sin embargo, si el aire esta seco el cuerpo se siente más cómodo incluso en días muy calurosos porque hay espacio suficiente para evaporar a la superficie el BTU del cuerpo a grandes velocidades, de modo que, el cuerpo siente aire caliente dependiendo de la temperatura y la humedad del aire.

Como hemos dicho que el aire seco es mejor que el aire húmedo y es una de las funciones que desempeña sistema de aire acondicionado, seca el aire disminuyendo por tanto su temperatura aparente.

2.5.2. *Circulación del aire*

Si el aire que nos rodea no circula, ni el cuerpo tampoco, el sudor puede dejar de evaporarse esto es debido a que las capas de aire más próximas al cuerpo tienden a saturarse o su vez se llenan de vapor de agua (Crouse William, 1998).

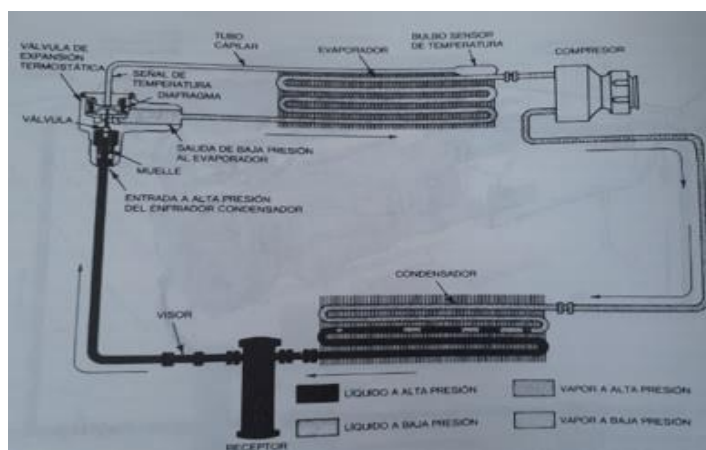
Para el desplazamiento del aire saturado se utilizan ventiladores, evaporadores para evitar que se detenga el enfriamiento, por ello la circulación y recirculación en el habitáculo es muy importante para reemplazar vapor de agua por aire seco y así mantener un ambiente cómodo conocido como confort.

2.5.3. *Enfriamiento del aire*

Los sistemas de aire acondicionado además de secar el aire, enfrían el aire del habitáculo cumpliendo con las tareas para las que fueron diseñadas; secar, enfriar y hacer circular a esto le añadimos que, también limpia el aire por medio de dispositivos propios del sistema.

Figura 3.

Circuito básico de aire acondicionado



Nota: En la presente figura se puede observar los componentes y el circuito básico del sistema de aire acondicionado. Tomado del libro (Crouse William, 1998).

Propiamente para el enfriamiento del aire, los circuitos de aire acondicionado cuentan con sistemas de refrigeración, que consta de partes básicas como: el compresor, el condensador, el evaporador, el receptor y la válvula de control del flujo del refrigerante o la válvula de expansión termostática.

2.5.4. Secado y limpieza del aire

Para este proceso cuando el aire pasa a través del evaporador, la humedad se condensa en los tubos fríos y las aletas, las moléculas de vapor de agua procedentes del aire caliente se quedan atrapados por el metal frío del evaporador.

Las partículas sucias existentes en el aire, durante su paso por el evaporador quedan impregnadas sobre las superficies mojadas, cuando el agua cae por gotas del evaporador se lleva consigo las partículas de suciedad.

Para ofrecer confort y comodidad en un automotor el sistema de aire acondicionado ejecuta cuatro funciones; seca el aire para que pueda absorber la humedad, enfría el aire para que pueda extraer calor del cuerpo, hace circular el aire ofreciendo continuo intercambio de aire seco y aire frío, también limpia las partículas de suciedad y envía aire seco, nuevo y frío (Crouse William, 1998).

2.5.5. Composición del aire

El aire en el espacio el mismo que nos rodea está compuesta por gases que son:

Tabla 2.

Composición de aire

Gases	Volumen en %	Peso %
Nitrógeno	78.9	76.0
Oxígeno	20.9	23.1

Gases	Volumen en %	Peso %
Argón	1.0	0.9

Nota: En la presente tabla podemos observar el porcentaje de composición de cada elemento del aire en la atmosfera. Tomado del manual de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado (Victor Izquierdo, 2017).

Los datos expuestos hacen referencia al aire seco, sin embargo, la humedad puede hacer que eso varíe de un 0 al 4%. El aire existente en el espacio no es limpio ya que contiene muchas impurezas, gases sólidos y polvo, en cantidades que dependen directamente de muchos factores, a continuación, en la tabla se detalla que:

Tabla 3.

Composición de aire e impurezas existentes

Gases	%	Impurezas
Nitrógeno	78.03	Humos de sulfuros
Oxígeno	20.99	Humos de ácidos
Argón	0.94	CO ₂
Bióxido de carbono	0.03	Polvo
		Cenizas
Nitrógeno		Minerales
Xenón		Vegetales
Kriptón		Animales
otros	0.01	Microorganismos

Nota. Tabla de impurezas existentes de impurezas presentes en porcentaje. Tomado del manual de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado (Victor Izquierdo, 2017).

2.6. Sistema de calefacción del automóvil

El confort y salud de los usuarios es indispensable, por ello, es necesario que a través del sistema de calefacción se obtenga la ventilación y recirculación de aire dentro del habitáculo del automotor.

Figura 4.

Ventilación por entrada de aire libre



Nota. El gráfico representa la entrada de aire libre en el sistema de ventilación libre. Tomado del libro (Crouse William, 1998).

En la actualidad se utilizan dos tipos de ventilación controlada, por ingreso de aire libre y alimentada (ventilador) como se muestra en las siguientes figuras n° 4 y 5 respectivamente.

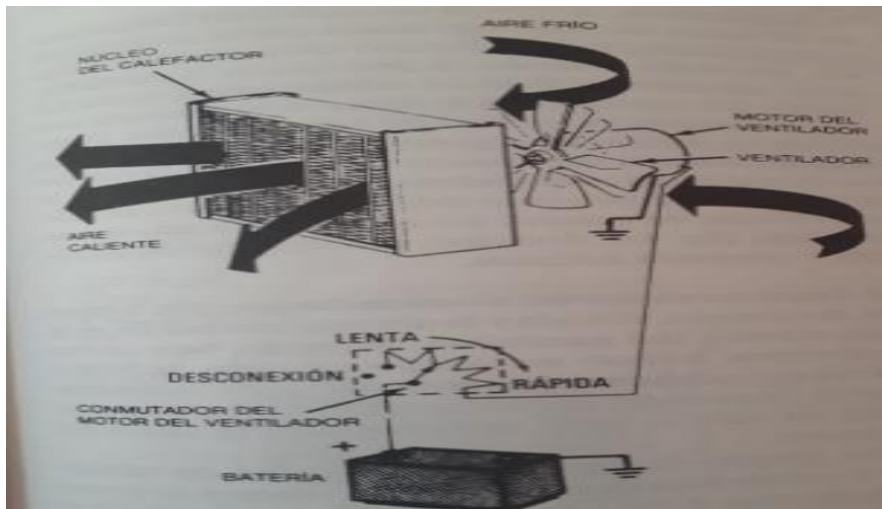
Con relacionado al sistema de calefacción los vehículos que no cuentan con aire acondicionado necesariamente incorporan este sistema que es capaz de regular la temperatura interior conjuntamente con el sistema de ventilación adecuando un ambiente agradable para el conductor y usuarios.

Prácticamente en la mayoría de vehículos con sistema de refrigeración por líquido, el funcionamiento tiene el mismo principio, tomando el calor del sistema de refrigeración del motor, el fluido caliente también circula por el núcleo del calefactor, con el paso del

aire por núcleo que absorbe el calor con dirección al habitáculo que es controlado por cables y motores de vacío. El calefactor toma parte del calor desprendido del refrigerante y con ello calienta el habitáculo del vehículo.

Figura 5.

Sistema de ventilación alimentada



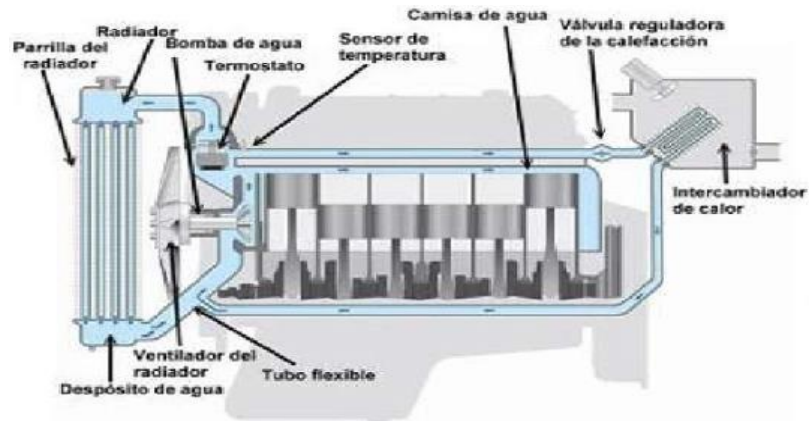
Nota. Este grafico nos representa el sistema de ventilación alimentada que consiste en un motoventilador. Tomado del libro (Crouse William, 1998).

Mientras el motor se encuentra en funcionamiento la bomba de agua mantiene en movimiento el fluido por todo el sistema de refrigeración y también por el núcleo del calefactor, y la velocidad con que caliente el habitáculo viene determinado con la cantidad de aire caliente que se permita pasar a través de las trampillas, que está directamente ligado a la velocidad del ventilador, la fuente (motor del ventilador), va conectado a la batería con un conmutador de varias velocidades, la dirección de salida y circulación del aire está determinada por la posición de las trampillas.

2.6.1. Componentes del sistema de calefacción

Figura 6.

Partes del sistema de calefacción automotriz



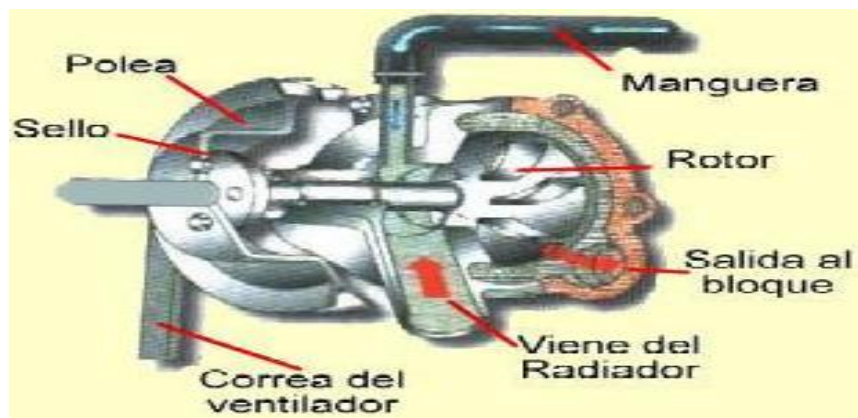
Nota. En la presente imagen se representan los componentes del sistema de calefacción. Tomado de (Instituto los Andes, 2012).

a. Camisa de agua

Son conductos que se encuentran situados en el bloque de cilindros y culata que permite que el refrigerante fluya por aquellos conductos y extraiga el calor excesivo generado por la explosión de la mezcla y por ende el funcionamiento del motor. (Instituto los Andes, 2012).

b. Bomba de agua

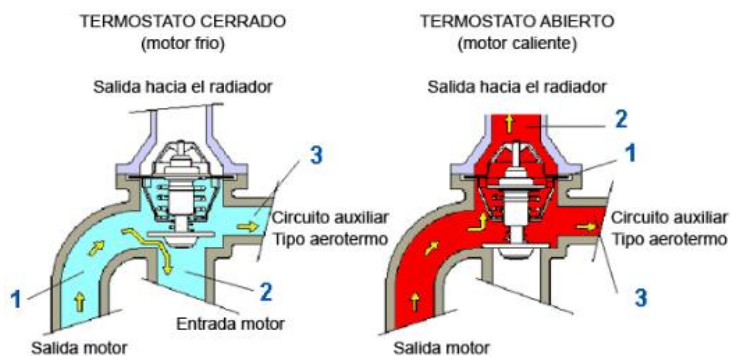
Es la encargada de mantener el flujo constante del refrigerante, para su funcionamiento aprovecha el movimiento del cigüeñal del motor a través de una correa y polea.

Figura 7.*Bomba de agua y sus partes*

Nota. En esta figura se detallan las partes internas de la bomba de agua como elemento principal del sistema de refrigeración y calefacción automotriz. Tomado de (Algis Berrios, 2009).

c. Termostato

Este dispositivo es el encargado de permitir o bloquear automáticamente el paso del refrigerante y de esta manera mantener la temperatura de operación adecuada de funcionamiento y se encuentra ubicado entre el motor y radiador (Instituto los Andes, 2012).

Figura 8.*Termostato del sistema de refrigeración*

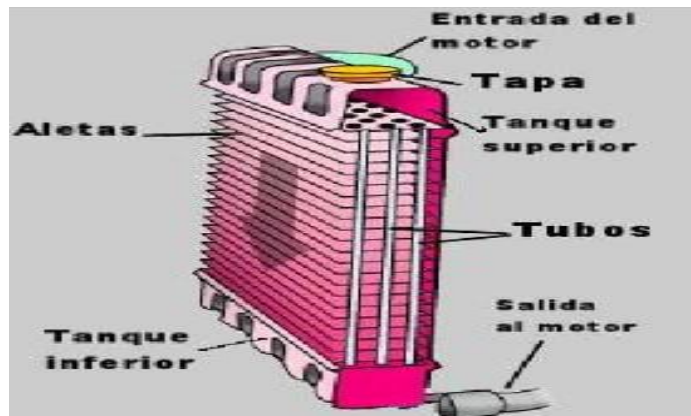
Nota. Podemos observar cómo los termostatos cumplen con su función de permitir o evitar el paso del refrigerante. Tomado de (Toyocostanoticia, 2020).

d. Radiador

Prácticamente es el intercambiador de calor, por lo que enfría el fluido refrigerante que llega al radiador a temperaturas elevadas, este fluido es conducido por conductos con aletas antes de retornar dentro del motor, es enfriado por el aire aspirado del ventilador o a su vez por la velocidad del vehículo que golpea con el viento cuando se encuentra rodando (Instituto los Andes, 2012).

Figura 9.

Dispositivo de almacenamiento de refrigerante



Nota. El radiador componente en el que se almacena el refrigerante y se lleva a cabo el proceso de intercambio de calor. Tomado de (Instituto los Andes, 2012)

e. Correas

Para el accionamiento de los ventiladores, bombas de agua, compresores de aire acondicionado, alternadores son impulsados a base de correas, ya que constituyen un método más simple de transmisión de fuerza sin necesidad de lubricación.

f. Motores y válvulas de vacío

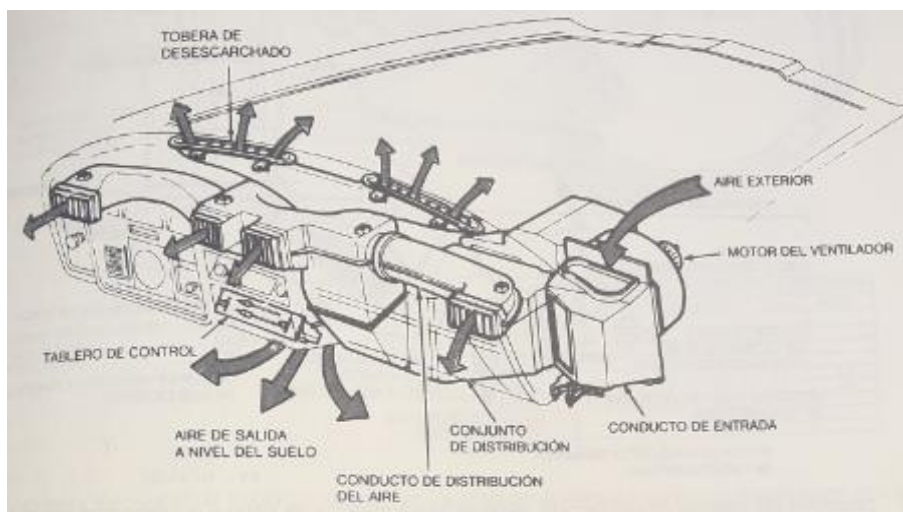
En ciertos sistemas se utilizan motores de vacío para el accionamiento de trampillas y válvulas, el cual controla el paso del refrigerante al núcleo calefactor, aunque

comúnmente son controlados por cables Bowden, el vacío es indispensable para el accionamiento de las trampillas a máximo y mínimo.

g. Distribución del flujo de aire

Figura 10.

Direcciones en que efectúa la ventilación



Nota. Se apreciar cuales son las direcciones de salida del aire del sistema de calefacción y aire acondicionado automotriz. Tomado del libro (Crouse William, 1998).

2.6.2. **Funcionamiento del sistema de calefacción**

El sistema de calefacción en la actualidad está presente en todos los vehículos por su sencillez, además es necesario para la climatización automotriz.

Estos sistemas se basan en la circulación del líquido refrigerante del motor, que mediante el cual fluye el calor absorbido, generado por el motor térmico, el cual pasa por el núcleo calefactor que mediante un ventilador forzamos la entrada del aire caliente hacia el habitáculo.

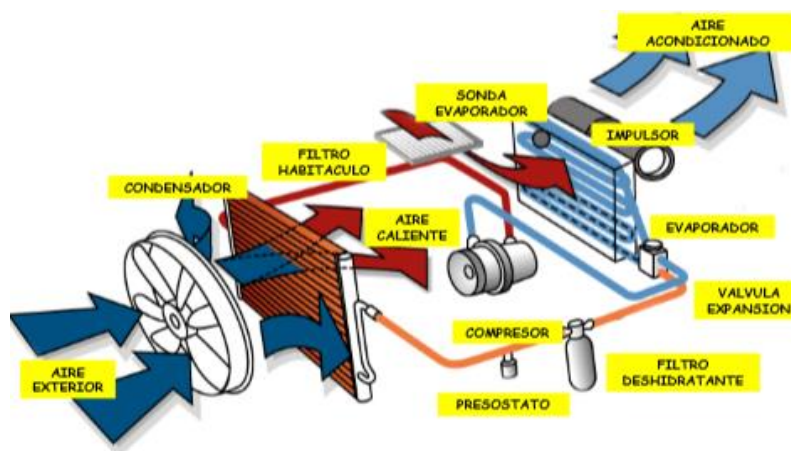
Cabe mencionar que no se genera aire caliente inmediatamente, ya que el refrigerante tarda aproximadamente 5 minutos en alcanzar una temperatura de (55°C)

que es el ideal para calentar el habitáculo del vehículo, también en los vehículos modernos que poseen otros tipos de sistemas de inyección (directa) y refrigeración (intercooler) requiere aún más tiempo para alcanzar la temperatura adecuada, por ello se están implementando nuevos sistema de calefacción a través de resistencia eléctricas para los primeros minutos (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

2.7. Componentes del sistema de aire acondicionado

Figura 11.

Circuito de aire acondicionado automotriz y sus componentes



Nota. Se puede observar el circuito de aire acondicionado automotriz con sus principales componentes de funcionamiento. Tomado de (Peugeot, 2010).

Los sistemas de aire acondicionado implementados en los vehículos son de dos tipos, el primero es que, el compresor se conecta o desconecta por medio de un interruptor termostático o de presión (Aire Acondicionado, 2015).

En el siguiente sistema el compresor funciona continuamente excepto cuando la presión del evaporador disminuye, ya que presenta peligro de congelación del evaporador, cuando eso sucede el compresor se desconecta o a su vez disminuye el flujo

del refrigerante al evaporador. Pero ambos sistemas utilizan un mecanismo de conexión (embrague magnético), fin controlar el funcionamiento del compresor.

2.7.1. Compresor

Es el componente principal del sistema de aire acondicionado del vehículo, es el encargado de proporcionar flujo al refrigerante a la vez incrementa la presión a través de compresión del fluido gaseoso, para este proceso el compresor toma las RPM del motor a través de las poleas del cigüeñal y compresor, unidos por medio de una banda.

El compresor también debe asegurar la compresión de fluido entre la salida del evaporador y la entrada al condensador (Peugeot, 2010).

Los sistemas de aire acondicionado se componen de dos partes, alta presión y baja presión también conocido como descarga y succión respectivamente.

a. Tipos de compresores

A simple vista, por su aspecto exterior se pueden apreciar dos tipos de compresores que acondicionan aire para sistemas de aire acondicionado automotriz que son; compresores alternativos o reciprocantes, compresores rotativos.

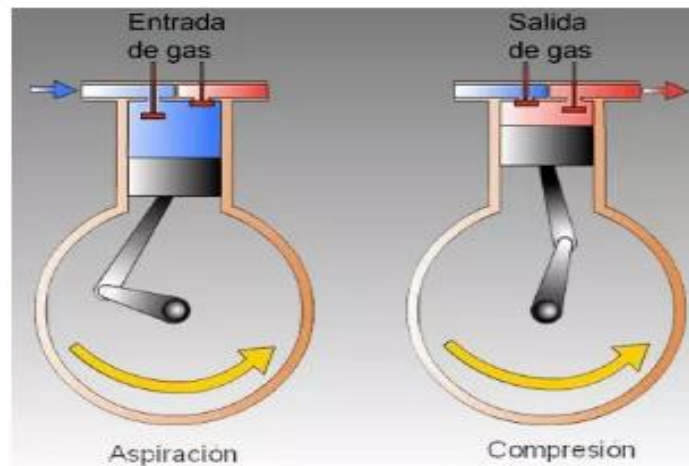
Precisamente es el movimiento alternativo de los pistones en el interior de los cilindros, tal como el conjunto biela manivela de un motor de combustión interna, que hace que se genere la acción de bombeo o compresión en la cámara del compresor. Pero también existen compresores de tipo palas rotatorias reemplazando los pistones. En la actualidad, los compresores redondos son los más utilizados en los sistemas de aire acondicionado automotriz.

b. Compresores alternativos o reciprocantes.

Disponen de dos cilindros en el cual los pistones trabajan, que están unidos a un codo del cigüeñal que toma el giro del motor térmico, el movimiento se realiza verticalmente, las válvulas en el compresor son lengüetas que se abren o cierran cuando hay una diferencia de presión a los dos lados de la misma y esta diferencia de presión es causada por la acción de los pistones.

Figura 12.

Compresor tipo alternativo



Nota. En esta figura se puede visualizar las fases de trabajo de un compresor alternativo. Tomado de (Aire Acondicionado, 2016).

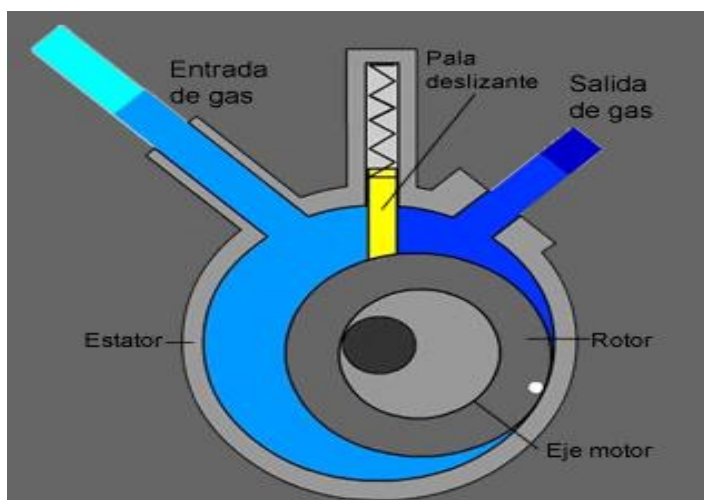
Estos tipos de compresores alternativos pueden ser de uno o más cilindros dependiendo de la necesidad del área a enfriar, son de buen desempeño, si a esto le añadimos la ventaja de que no requieren mucha potencia para su funcionamiento de tal manera que se reduce la carga para el motor.

c. Compresor rotativo

Los vehículos actuales vienen equipados con nuevo tipo de compresores rotativos también conocidos como compresores oscilantes, su diseño multipala fabricado por la York Automotive Division of Borg Warner Corporation. Este compresor suprime la utilización de pistones, en lugar de ellos lleva una serie de palas giratorias que comprimen el vapor del refrigerante.

Figura 13.

Compresor rotativo



Nota. Se visualiza partes internas de un compresor rotativo, además como se desarrolla la compresión del fluido refrigerante. Tomado de (Aire Acondicionado, 2016).

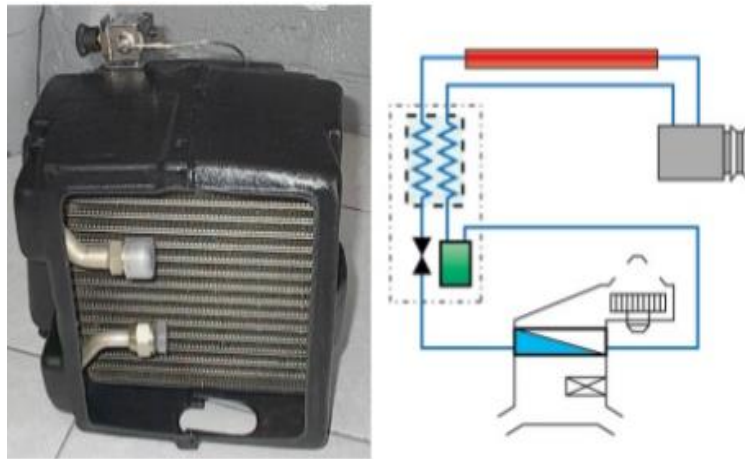
2.7.2. Evaporador

Según (Johnson, Willian; Whitman Willian, 2009), el evaporador se encuentra dentro del habitáculo del vehículo y, es el encargado de absorber el calor y humedad hacia el sistema, cuando el aire caliente atraviesa las aletas del evaporador que se encuentran unidas a los tubos, condensándose el exceso de humedad, las impurezas del aire se adhieren a las aletas mojadas, drenándose por el orificio de descarga.

(Instituto los Andes, 2012), El evaporador es el encargado de generar el frío, en este elemento da lugar el intercambio de calor, refrigerando y secando el aire caliente que atraviesa por las aletas de aluminio, de esta forma baja la temperatura del habitáculo del vehículo ya que se encuentra ubicado detrás del salpicadero. Para comprender el proceso que se produce en este dispositivo diremos que, el fluido frigorífico se vaporiza absorbiendo el aire que atraviesa por el dispositivo.

Figura 14.

Evaporador



Nota. Se muestra el evaporador y cuáles son sus fases de trabajo. Tomado de (Trinidad Diego, 2016).

(Victor Izquierdo, 2017), La temperatura ideal del evaporador es de cero grados ya que el líquido refrigerante que pasa a bajas temperaturas absorbe grandes cantidades de calor, y existen diferentes tipos de evaporadores:

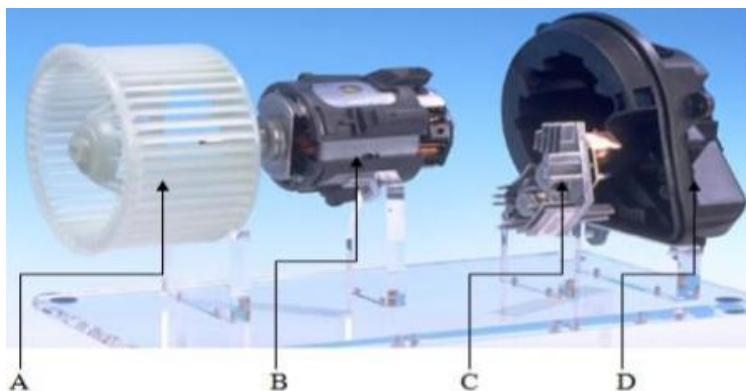
- Serpentin múltiple de tubos y aletas.
- Serpentin de tubo plano foliculado con aletas.
- Panal de placas y aletas.

2.7.3. Ventilador del evaporador

El ventilador en el evaporador es utilizado para forzar el ingreso del aire frío por las trampillas atravesando el paso del aire por las placas del evaporador, este dispositivo está incorporado en el bloque climatizador, está compuesto de un ventilador sirocco (a), un motor eléctrico (b), controlador de potencia (c), y una carcasa (d).

Figura 15.

Ventilador del evaporador



Nota. Se puede visualizar el ventilador del evaporador conjuntamente con el motoventilador quien fuerza a la salida del aire. Tomado de (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

2.7.4. Condensador

Es el encargado de expulsar o disipar el calor absorbido por el evaporador, este elemento recibe el gas caliente que expulsa el compresor a través del conductor de gas caliente el mismo que está situado junto al radiador ya que cumple con funciones parecidas.

El compresor entrega al condensador refrigerante a altas temperaturas y velocidad como promedio de 95 grados Celsius.

Figura 16.

Condensador y ventilador



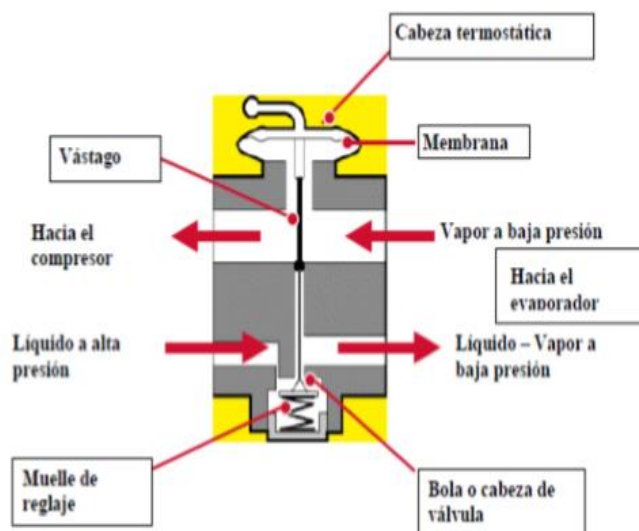
Nota. Se puede observar al condensador conjuntamente con su ventilador el mismo que ayuda a disipar el calor manteniendo en temperaturas óptimas de funcionamiento. Tomado de (Trinidad Diego, 2016).

2.7.5. Válvula de expansión

Consiste en un mecanismo automático que posee la función mediante la diferencia de sección, dar lugar al cambio de volumen y con ello el cambio de estado físico, de líquido a la entrada y en vapor a la salida, controlando el flujo del refrigerante en función de la carga térmica.

Al variar el diámetro se produce un estrangulamiento y se traduce en: (Peugeot, 2010).

- Variación en el caudal.
- Elevación / disminución de la presión.
- Modificación de la temperatura de evaporación.

Figura 17.*Válvula de expansión*

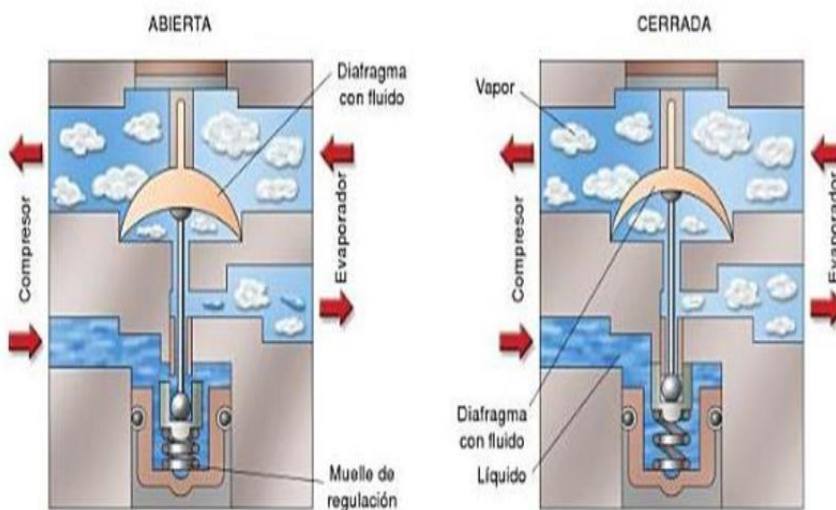
Nota. En esta imagen podemos observar las fases de funcionamiento y partes internas de la válvula de expansión. Tomado de (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

El líquido formado en el condensador se lamina desde la alta presión hasta la baja presión, y en este proceso el fluido sufre un cambio de estado (Victor Izquierdo, 2017). Este dispositivo también es el encargado de medir la presión y la temperatura, así como también regula eficientemente la cantidad de fluido que debe entrar al evaporador.

2.7.6. Tipos de válvula de expansión

a. Válvulas con regulación interna.

Su componente principal es un diafragma que se acciona con la presión de un fluido volátil, el mismo sufre variaciones a razón de la temperatura, a través de un vástago permite el paso del fluido frigorífico, controlando así congelaciones y rendimiento del sistema.

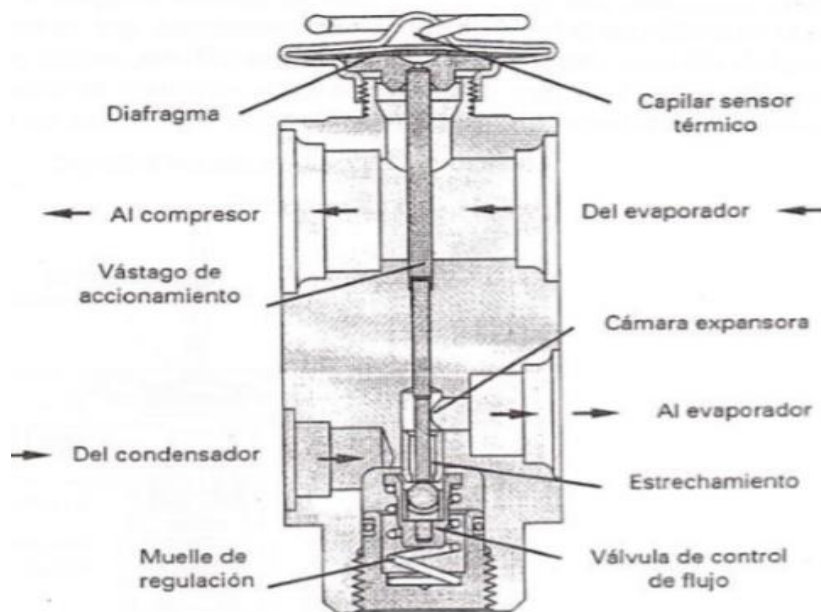
Figura 18.*Válvula de expansión con regulación interna*

Nota. Se puede visualizar los dos estados en que trabaja una válvula de expansión con regulación interna. Tomado de (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

Posee como ventaja, interpretar la temperatura desde interior del propio conducto, por ello, el control de la variación de temperatura es más eficiente y no permite ser alterada por la temperatura exterior.

b. Válvula de expansión monobloque

Su operabilidad es igual a las válvulas de expansión termostáticas con estabilizadores de presión. El refrigerante que viene del condensador en estado líquido a la válvula, golpea en el estrechamiento de la misma, y se produce un aumento de la velocidad que da lugar a una brusca disminución de presión al momento del paso del estrechamiento aumentando su volumen y para su flujo hacia el evaporador la válvula de control de flujo debe estar abierta (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

Figura 19.*Válvula monobloque*

Nota. En esta imagen se puede observar la dirección del flujo del refrigerante, también se pueden observar las partes internas de la válvula. Tomado de (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

Con la válvula de control de flujo abierto el fluido refrigerante en estado (liquido-gas) pasa hacia el evaporador para absorber el calor y dar lugar al proceso de intercambio de calor, para luego de haber terminado el proceso el fluido regresa a la válvula de expansión para su retorno al compresor.

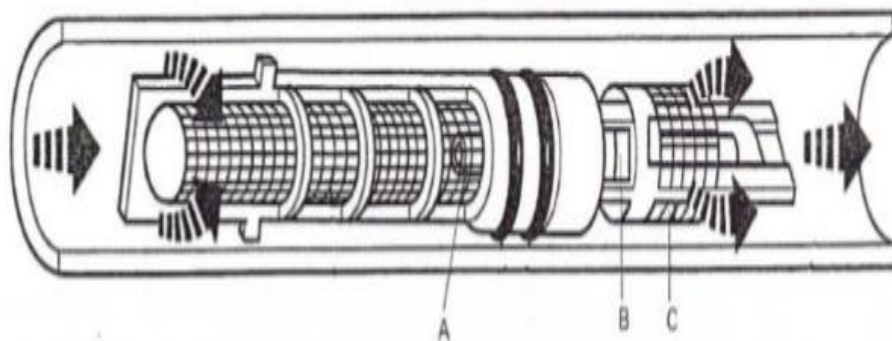
c. Válvula de expansión de tubo orificio.

Este tipo de válvulas no son ajustables, con orificio de dosificación y longitud única y un colador de malla fina, no disponen de sensor de bulbo y mecanismos móviles y como consecuencia no existe regulación de la cantidad de refrigerante que entra al evaporador, sin embargo, es regulada por el tubo de expansión por diferencia de presiones.

El fluido que llega en estado líquido desde el condensador hasta el tubo de expansión golpeando en el orificio calibrado (a) de 1,2 a 1,8 mm en la parte central del tubo, pasando hacia la cámara de expansión (b) dando lugar a la vaporización al igual que el descenso de la presión y temperatura atomizando en la zona (c) el fluido antes de ingresar al evaporador.

Figura 20.

Válvula de expansión de tubo orificio



Nota. En la presente figura se puede observar que al igual que otras válvulas de expansión da lugar a alteraciones de presión y temperatura por la diferencia de diámetros de orificios. Tomado de (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

2.7.7. **Electroventilador**

La función principal del electroventilador es mantener a temperaturas adecuadas de funcionamiento del condensador, forzando al aire atravesar por el condensador, ya que sin este elemento el condensador aumenta la temperatura y con ello la presión del sistema dando lugar a averías en el mismo.

2.7.8. **Botella deshidratadora**

Este dispositivo está situado entre el condensador y la válvula de expansión de lado de alta presión, en este punto el fluido está en estado líquido, dentro del elemento

posee un desecante que se encarga de separar el agua que puede existir en el circuito, además, contiene filtros para retención de partículas de suciedad.

La botella secadora tiene en la parte superior un vidrio de nivel, que normalmente se utiliza para recargar el sistema en condiciones normales, y, la burbuja de vapor no debe ser visibles por el vidrio de nivel.

2.7.9. Filtro del habitáculo o antipolen

Debido a que el aire que entra desde el exterior y al concentrarse en un lugar cerrado (habitáculo) elevan niveles de contaminación hasta seis veces mayor que en el exterior, esto se debe al tráfico, condiciones adversas de clima y autopistas, por ello este elemento retiene gran parte de partículas de impurezas provenientes de condiciones mencionadas, evitando que ingresen al interior del vehículo, pues este este dispositivo debe ser reemplazado periódicamente ya que un filtro sucio disminuye la eficiencia de filtrado de aire limpio (Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012).

Este elemento este situado al ingreso del aire del compartimento del motor o a su vez entre el soplador y el de evaporador debajo del salpicadero, su uso es prácticamente tanto en vehículos que disponen de aire acondicionado y los que no están dotados del sistema, por las siguientes ventajas:

- Evita entrada directa de partículas al interior del habitáculo del automotor.
- Evita los lagrimeos y estornudos.
- Reduce riesgos de infecciones nasales, alergias.
- Ayuda la eliminación de empañado de los parabrisas.
- Purifica el aire.

2.7.10. Fluido refrigerante

El fluido para sistemas de refrigeración se denomina refrigerante, en el campo automotriz anteriormente se utilizaban refrigerantes R-12 hasta el 2001, a partir del mismo debían modificarse mediante mantenimientos o sustitución al nuevo refrigerante R-134a, incluso nos encontramos en el proceso de transición en países que no pertenecen a la Unión Europea (Torres Enrique, 2018).

Las propiedades termodinámicas y físicas del R-134a hacen una sustitución segura del refrigerante R-12 considerablemente en el área automotriz, una de las características del R-134a es que posee el punto de ebullición de -26°C , además no contiene moléculas de cloro el cual es muy perjudicial para el medio ambiente.

Según (Carvajal Víctor, 2011), el refrigerante R-134a se denomina química exacta, 1,1,1,2 Tetrafluoroetano obteniendo las siguientes características:

- Pureza; min. 99,9%.
- Humedad; máx. 10 ppm.
- Acidez; máx. 1 ppm.
- Residuos no volátiles; máx. 15 ppm.

a. Descripción del refrigerante.

- Gas incoloro, no explosivo.
- Olor ligeramente etéreo, no irritable.
- Químicamente estable, no corrosivo.
- Libre de acidez, no inflamable.

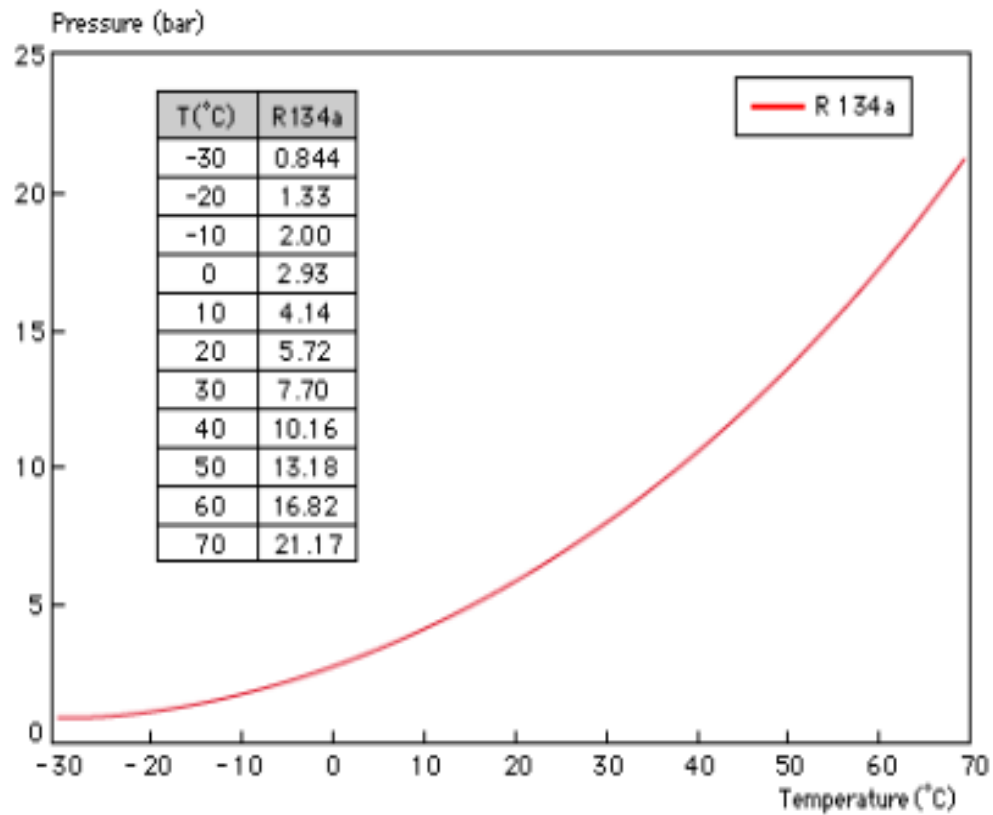
Tabla 4.*Datos técnicos del refrigerante.*

Tipo de gas	R-134a
Nombre químico	1,1,1,2- Tetrafluoroetano
Formula química	CF ₃ -CH ₂ -F
Numero CAS	811-97-2
Masa molecular kg/kmol	102.0
Temperatura de ebullición a 1.013 bar °C	-26.3
Punto de fusión (congelación) a 1.013 bar °C	-101
Temperatura critica °C	101,1
Presión critica bar	40,67
Densidad crítica (kg/l)	0.51
Densidad del líquido a 25°C (kg/l)	1.206
Densidad del líquido a 0°C (kg/l)	1.293
Densidad de vapor a 25°C (kg/m ³)	32.25
Densidad de vapor a 0°C (kg/m ³)	14.41
Presión de vapor a 25°C (bar)	6.657
Presión de vapor a 0°C (bar)	216.4
Calor latente de evaporación a -15°C kJ/kg °K	206.8
Calor específico del líquido saturado a 30°C kJ/kg °K	1.440
Calor específico del vapor saturado a 30°C kJ/kg °K	1.104
Ratio de calor específico 1.013 bar y a 30°C (cP/cV)	1.115
Viscosidad del líquido a 25°C (cP)	0.202
Solubilidad en agua (%)	0.15
Inflamabilidad	No inflamable

Nota. En esta tabla se especifican los datos técnicos del refrigerante R-134a. Tomado de (SOLVAY, 2006).

b. Grafica presión – temperatura.**Figura 21.**

Diagrama presión-temperatura del refrigerante R-134a



Nota. En esta grafica se puede observar la curva de cambios físicos del refrigerante R-134a entre presión y temperatura. Tomado de (SOLVAY, 2006).

c. Propiedades del refrigerante R-134a.

Tabla 5.

Tabla de propiedades el refrigerante R-134a

Temperatura		Presión		Manómetro	Temperatura		Presión		Manómetro
°C	°F	bar	psi	Pul. Hg/psig	°C	°F	bar	psi	Pul. Hg/psig
-30	-22.00	0.84	12.24	-5.01	10	50.00	4.15	60.12	45.43
-29	-20.20	0.88	12.83	-3.81	11	51.80	4.29	62.15	47.46
-28	-18.40	0.93	13.44	-2.56	12	53.60	4.43	64.24	49.55
-27	-16.60	0.97	14.08	-1.26	13	55.40	5.58	66.38	51.69
-26	-14.80	1.02	14.75	0.06	14	57.20	4.73	68.57	53.88
-25	-13.00	1.06	15.43	0.74	15	59.00	4.88	70.82	56.13
-24	-11.20	1.11	16.14	1.45	16	60.80	5.04	73.12	58.43
-23	-9.40	1.16	16.88	2.19	17	62.60	5.21	75.47	60.78
-22	-7.60	1.22	17.63	2.94	18	64.40	5.37	77.89	63.20
-21	-5.80	1.27	18.43	3.74	19	66.20	5.54	80.36	65.67
-20	-4.00	1.33	19.24	4.55	20	68.00	5.72	82.90	68.21
-19	-2.20	1.39	20.10	5.41	21	69.80	5.90	85.49	70.80
-18	-0.40	1.45	20.97	6.28	22	71.60	6.08	88.15	73.46
-17	1.40	1.51	21.87	7.18	23	73.40	6.27	90.86	76.17
-16	3.20	1.57	22.81	8.12	24	75.20	6.46	93.64	78.95
-15	5.00	1.64	23.77	9.08	25	77.00	6.65	96.48	81.79
-14	6.80	1.71	24.77	10.08	26	78.80	6.85	99.38	84.69
-13	8.60	1.78	25.80	11.11	27	80.60	7.06	102.36	87.67
-12	10.40	1.85	26.85	12.16	28	82.40	7.27	105.40	90.71
-11	12.20	1.93	27.96	13.27	29	84.20	7.48	108.50	93.81
-10	14.00	2.01	29.09	14.40	30	86.00	7.70	111.68	96.99
-9	15.80	2.09	30.25	15.56	31	87.80	7.93	114.93	100.24
-8	17.60	2.17	31.45	16.76	32	89.60	8.15	118.23	103.54
-7	19.40	2.26	32.70	18.01	33	91.40	8.39	121.63	106.94
-6	21.20	2.34	33.97	19.28	34	93.20	9.63	125.08	110.39
-5	23.00	2.43	35.28	20.59	35	95.00	8.87	128.62	113.93
-4	24.80	2.53	36.64	21.95	36	96.80	9.12	132.21	117.52
-3	26.60	2.62	38.03	23.34	37	98.60	9.37	135.89	121.20

Nota. En esta tabla se pueden obtener las propiedades del refrigerante R-134a tanto de la presión como de la temperatura. Tomado de (SOLVAY, 2006).

2.7.11. *Lubricante del compresor*

La lubricación de sus partes móviles es indispensable en el sistema de aire acondicionado automotriz, este proceso evita agarrotamientos totales o parciales del compresor, válvula de expansión, siendo así, dentro del sistema posee cierta cantidad de aceite lubricante que fluye conjuntamente con el refrigerante durante su funcionamiento y se almacena en el cárter del compresor cuando no está en funcionamiento.

(Alegria Luis, Masapanta Cristian, 2012). El tipo de lubricante debe ser específico para el sistema ya que tiene que cumplir con varias funciones durante su funcionamiento de las cuales detallo a continuación:

- Lubricar las piezas en movimiento del compresor y válvula de expansión.
- Refrigerar el compresor.
- Evitar las fugas en puntos de unión (sellante).
- Evacuar las impurezas (limpiador).
- Prevenir la corrosión absorbiendo la humedad del circuito.

También debe reunir ciertos requisitos como características propias que debe poseer el lubricante a ser utilizado en el sistema, en función al fluido refrigerante que se utiliza en el aire acondicionado del vehículo.

- **Estabilidad térmica alta.** Debe garantizar la no descomposición química con altas y bajas temperaturas que están presentes durante su funcionamiento.
- **Estabilidad química.** Ser compatible con los materiales que son fabricados las piezas del sistema de aire acondicionado, para evitar desgaste excesivo de los mismos.
- **Miscibilidad alta.** Que permita con facilidad la mezcla entre el refrigerante y el lubricante en cualquier tipo de temperatura (alta o baja) generados por el sistema.

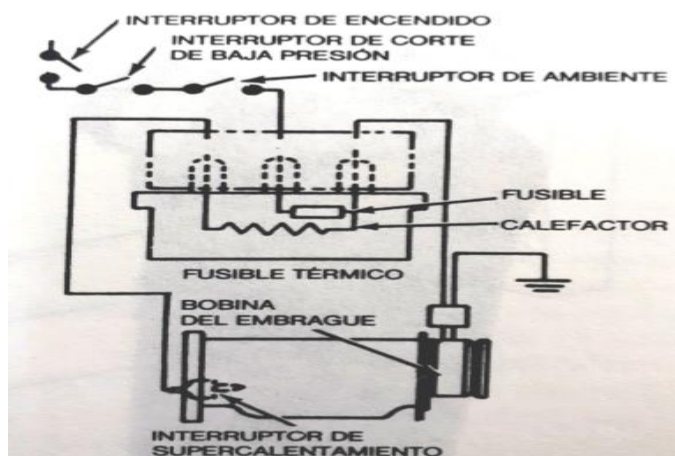
- **Punto de fluidez bajo.** Mantener la densidad adecuada y evitar la solidificación a temperaturas bajas.
- **Viscosidad adecuada.** Debido a su variación en su concentración durante su recorrido por el sistema.
- **Capacidad antiespumante.** Con el propósito de mantener la película lubricante formada en las superficies de los elementos.

En la actualidad para la lubricación de sistemas de aire acondicionado se utilizan aceites tipo PAG (polialquilenglicol) o a su vez tipo PG (poliglicoles), los cuales proporcionan una excelente lubricidad, punto de fluidez bajo, elevado índice de viscosidad y estabilidad térmica, el mismo que es compatible con el refrigerante R-134a, sin embargo, se debe tener en cuenta las recomendaciones del fabricante.

2.8. Dispositivos de seguridad en el sistema de aire acondicionado

Figura 23.

Esquema general de dispositivos de seguridad



Nota. En el presente esquema se encuentran dispositivos de seguridad, quienes monitorean el normal funcionamiento del sistema de aire acondicionado. Tomado del libro (Crouse William, 1998).

A través de varios dispositivos específicos se monitorea el funcionamiento del sistema de acondicionamiento de aire en el vehículo, proporcionando medios de seguridad, para evitar daños de componentes que representan costos considerables si estos se averían, debido a fallas que se pueden presentar en el sistema durante su funcionamiento.

De acuerdo a (Crouse William, 1998), prácticamente aún no existe una evolución al 100% de sistemas de aire acondicionado con control automático, por ello, existe aún sistemas con control manual que requiere conectar y desconectar de acuerdo al requerimiento para acondicionar el confort humano. En los controles automáticos trabajan mancomunadamente con el sistema de calefacción, de tal manera que se adecue de acuerdo a la selección de la temperatura que necesite el usuario, o en casos especiales realizan trabajos independientemente, (calefacción, refrigeración).

En la mayoría de los sistemas se implementan, un interruptor o termostato de ambiente, un limitador térmico, un interruptor de sobrecalentamiento, un interruptor de corte de baja presión y una válvula de seguridad de alta presión como podemos observar en la figura n° 23.

2.8.1. *Interruptor de temperatura ambiente*

Es un sensor de tipo interruptor que detecta la temperatura del exterior (ambiente), evitando o permitiendo acoplar el embrague del compresor en determinadas condiciones.

La configuración de los parámetros de acoplamiento o desacoplamiento del embrague del compresor será variado de acuerdo a los fabricantes, como ejemplo de los parámetros, si el interruptor detecta temperaturas inferiores a 5 grados Celsius no permitirá su funcionamiento, o viceversa con temperaturas mayores 15 grados Celsius permitirá el acoplamiento del embrague del compresor.

2.8.2. Interruptor de baja presión

Este dispositivo se localiza sobre el receptor deshidratador, censando el nivel de presión en el evaporador y, si la presión es demasiada baja desacopla en embrague del compresor. Si el sistema se encuentra con presiones por debajo de las normales quiere decir que ha perdido el fluido refrigerante conjuntamente con el aceite que circula junto con el refrigerante, este procedimiento evita que se averíen componentes internos del sistema por falta presión (lubricación).

2.8.3. Válvula de seguridad de alta presión

Este dispositivo también se encuentra situada sobre el dispositivo deshidratador, justo al frente del interruptor de baja presión, su función es evitar daños severos por una sobre presión permitiendo la fuga del refrigerante si la presión es muy alta.

2.8.4. Limitador térmico e interruptor de sobrecalentamiento

Este dispositivo también es una protección para el compresor instalado al extremo del compresor que permanece abierto, pero, cuando el sistema pierde el refrigerante informa baja presión en el sistema y a su vez temperatura alta del mismo, inmediatamente se cierra y permite el flujo de corriente a través del fusible limitador térmico, fundiendo el limitador abriendo el circuito del embrague del compresor dejando inhabilitado antes de que sufra algún desperfecto.

Cabe mencionar que no todos estos dispositivos mencionados se pueden encontrar en un sistema ya que utilizan dispositivos más sofisticados por ejemplo en lugar de limitadores térmicos utilizan sensores interruptores de corte de baja y alta presión.

2.9. Transferencia de calor

En la actualidad aparecen ideas novedosas y cada vez mejor refinadas en la tecnología moderna, la teoría de transferencia de calor debe resolver problemas nuevos

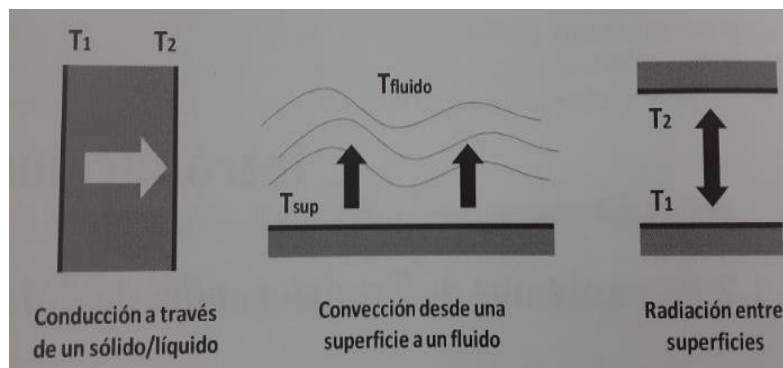
y cada vez de mayor complejidad, con la termodinámica se puede predecir el intercambio de calor en el sistema, pero no puede preverse el tipo de mecanismo por el cual se lleva a cabo la transferencia de calor, siendo así, al aplicar la primera y segunda leyes de termodinámica en un intercambiador de calor se obtiene resultados relacionados con el flujo de calor que se debe transferir del fluido caliente al frío.

Se define también como calor, a la transferencia de energía (Holman, 1992), a través de la ciencia de transferencia de calor se trata de demostrar como ocurre (mecanismos), la transferencia de energía calorífica adicionando la predicción de la velocidad con que se realiza el intercambio de energías bajo ciertas condiciones.

Según (Kenneth Wark, 2001), a través de distintos mecanismos se transfiere energía de un sistema a razones de la diferencia de temperaturas de los cuerpos. Los mecanismos viables para la transferencia son: Conducción, Convección y Radiación, todos los mecanismos dan lugar a la transferencia de calor de manera diferente.

Figura 24.

Mecanismos de transferencia de calor



Nota. En la presente figura se muestran las formas de transferir calor de un cuerpo más caliente a otro de menos calor. Tomado del libro (Fernandez José, 2014).

Para cálculos del flujo de calor es necesario obtener información sobre la densidad del flujo del calor por unidad de área (W/m^2) así como también ($Btu/ft^2 \cdot h$)

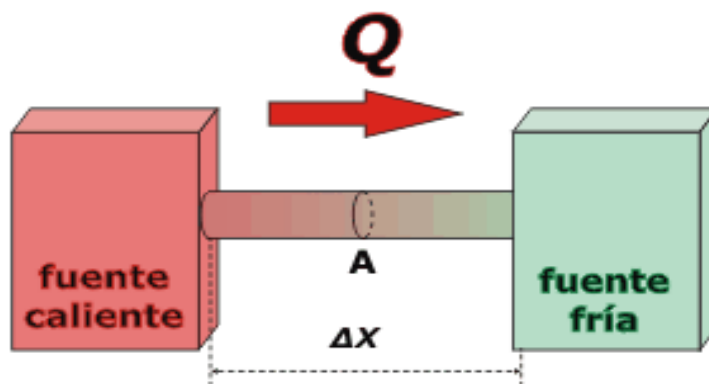
Entonces la termodinámica y la transferencia de calor son dos ciencias a fines que se complementan de tal forma que, la termodinámica predice las exigencias de transferencia de calor de un sistema y, la segunda de cómo se lleva a cabo tal transferencia.

2.9.1. **Conducción**

Este fenómeno de transferencia de calor por conducción consiste en un proceso de dispersión de energía en un medio gaseoso, líquido o sólido mediante la interacción molecular directamente cuando existe una diferencia de temperatura, por intercambio molecular de energía cinética. Este mecanismo requiere un soporte físico y está gobernada por la ley de Fourier de conducción de calor. (Fernandez José, 2014)

Figura 25.

Cuerpos con diferencia de temperaturas



Nota. se muestra que para que exista transferencia de calor de un cuerpo a otro por conducción debe haber necesariamente una diferencia de calor. Tomado de (Cabrera, 2007).

Con lo que establece la ley de Fourier la velocidad con que se transmite calor depende de la diferencia de temperaturas y de la naturaleza del material, esto hace referencia a la capacidad de conductividad de cualquier cuerpo.

$$q(W) = K \cdot A \cdot \frac{\Delta T \rightarrow (T_1 - T_2)}{\Delta L}$$

K, es la constante de la capacidad de conductividad térmica del material, que se conoce como la propiedad de cada uno de los cuerpos. La capacidad de conductividad de los cuerpos, también depende de la resistencia térmica que se oponen al flujo de conductividad, de tal manera que existe una variación de velocidad con la que se transfiere el calor.

2.9.2. Conductividad térmica

Es la disposición con que un material transfiere el calor, por el mecanismo de conducción. Esta conductividad depende de la naturaleza, composición, de su estructura cristalina y condiciones de presión-temperatura a las que se encuentra sometido y esto varía entre $0,02 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}$ y $417 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}$ en el caso del aire y plata sólida pura respectivamente (Fernandez José, 2014).

Tabla 6.

Conductividad térmica (k), de diversos materiales en 0 °C

Materiales	W/m°C	Btu/h. ft. °F
Plata pura	410	237
Cobre puro	385	223
Aluminio puro	202	117
Níquel puro	93	54
Hierro puro	73	42
Acero al carbón 1%	43	25
Plomo puro	35	20.3
Acero cromo-níquel (18% Cr, 8% Ni).	16.3	9.4

Sólidos no metálicos	W/m°C	Btu/h. ft. °F
Cuarzo paralelo al eje	41.6	24
Magnesita	4.15	2.4
Mármol	2.08 – 2.94	1.2 – 1.7
Arena	1.83	1.06
Vidrio de ventana	0.78	0.45
Arce o roble	0.17	0.096
Aserrín	0.059	0.034
Fibra de vidrio	0.038	0.022
Líquidos	W/m°C	Btu/h. ft. °F
Mercurio	8.21	4.74
Agua	0.556	0.327
Amoniaco	0.540	0.312
Aceite lubricante SAE 50	0.147	0.085
Freón 12, CC	0.073	0.042
Gases:	W/m°C	Btu/h. ft. °F
Hidrogeno	0.175	0.101
Helio	0.141	0.081
Aire	0.024	0.0139
Vapor de agua (saturado)	0.0206	0.0119
Bióxido de carbono	0.0146	0.00844

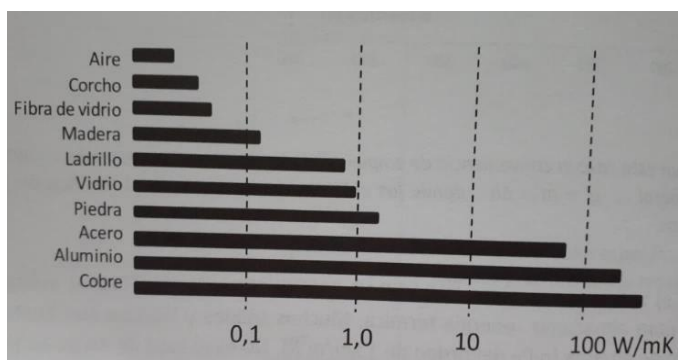
Nota. En la presente tabla se muestra la conductividad térmica de los materiales sólidos, líquidos y gases. Tomado de (Holman, 1992).

2.9.3. Aquí algunas leyes de comportamiento:

- Los cuerpos sólidos transfieren mejor que los líquidos debido a las distancias cortas intermoleculares.
- Los sólidos con estructura cristalina poseen mayor conductividad que los sólidos amorfos debido al movimiento vibracional de la red.
- Los elementos metales poseen mayor conductividad que los elementos no metales debido a la migración de electrones libres.

Figura 26.

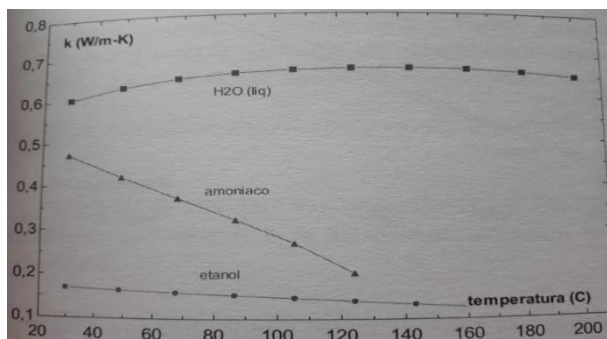
Conductividad de los materiales



Nota. En la presente imagen se muestra la variación de conductividad térmica de acuerdo al tipo de material presente. Tomado del libro (Fernandez José, 2014).

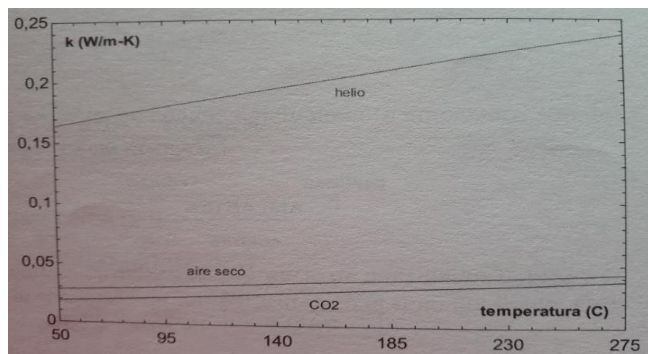
En la sustancia líquida la capacidad de conductividad disminuye cuando aumenta la temperatura con excepción del agua y las mezclas anticongelantes esto se puede observar en la siguiente figura.

El caso particular de los metales líquidos que poseen conductividades muy altas frente a otros líquidos como el plomo, sodio y mercurio.

Figura 27.*Conductividad de líquidos saturados*

Nota. En la presente figura se ve reflejada la variación de la conductividad térmica en los líquidos saturados. Tomado del libro (Fernandez José, 2014).

En cambio, en el caso de los gases, la teoría cinética manifiesta el comportamiento de la conductividad térmica, que incrementa con la velocidad promedio molecular, la cantidad de moléculas por unidad de volumen y el recorrido libre medio. En consecuencia, la conductividad de un gas se incrementa al aumentar la temperatura. Adicional, la conductividad de las sustancias con peso molecular elevado es menor a la de compuestos más ligeros. La dependencia de la presión es considerable en cuanto a las presiones de saturación y presiones muy elevadas.

Figura 28.*Conductividad térmica de los gases*

Nota. En esta figura se refleja la variación de la conductividad térmica de los gases, representada en un diagrama conductividad-temperatura. Tomada del libro (Fernandez José, 2014).

2.9.4. Convección

Este mecanismo de transferencia tiene como proceso transferir energía entre una superficie de un sólido y un líquido o un gas a razón de la circulación del fluido (Kenneth Wark, 2001), pero también al igual que el mecanismo de conducción se produce la transferencia en el sentido de las temperaturas decrecientes, teniendo en cuenta que este mecanismo siempre requiere de un soporte físico (fluido o gas) en movimiento (Fernandez José, 2014).

En la transferencia de calor por mecanismo de convección se pueden originar de forma natural o a su vez por diferencia de densidades, también de una forma artificial a través de un medio externo como ventiladores o bombas.

Estos medios dan una clasificación a este mecanismo de transferencia como libre y forzada, se puede también considerar como mecanismo de transferencia de calor por convección por un cambio de estado condensación y ebullición (Fernandez José, 2014).

La transferencia de calor por convección se calcula utilizando como modelo la ley de enfriamiento de Newton cuando se tenga suficiente información del problema.

$$Q_{conv} \left(\frac{W}{m^2} \right) = h \cdot A(T_s - T_f)$$

- h ; coeficiente de transferencia de calor por convección.
- A ; área de la superficie.
- T_s ; temperatura de la superficie.
- T_f ; temperatura del fluido

A razón de comentario el valor del h depende de la naturaleza del fluido, de la geometría de la superficie, de la dirección del fluido (vertical, horizontal), del tipo de

convección (libre, forzada), del régimen de flujo (laminar, turbulento) (Fernandez José, 2014).

Adicional para el cálculo de la transferencia por convección también se pueden manejar otros modos o métodos:

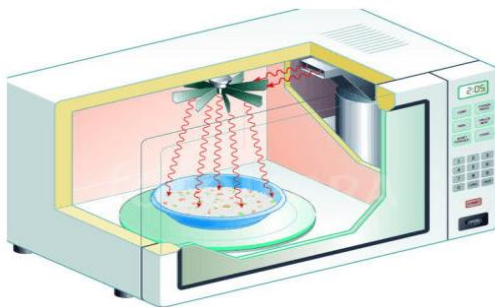
- Q ; se supondrá o se especificará que sea cero de acuerdo a la hipótesis de superficie adiabático.
- Área Q ; valor asignado en los problemas.
- Q ; calculará aplicando el balance general de energía.
- También se calculará por ley de enfriamiento de Newton cuando la información sea suficiente.

2.9.5. **Radiación**

Es uno de los mecanismos más complejos ya que para transmitir calor no requiere de medio físico de transporte o soporte dando lugar a la transferencia en el vacío, además, siendo más efectiva en el mismo. Todo cuerpo que se encuentre a temperatura sobre el cero absoluto emite radiación electromagnética en todas las direcciones, siendo interceptada por otros cuerpos dando lugar a un proceso de intercambio de calor radiante entre las superficies de los cuerpos.

Figura 29.

Transferencia de calor por radiación



Nota. En la presente figura se muestra el mecanismo de intercambio de calor por radiación. Tomado de (Nuñez Tomas, 2018).

Según (Fernandez José, 2014) la emisión radiante no requiere de un diferencial de temperaturas entre los cuerpos dado que la emisión neta entre dos superficies es tanto mayor cuanto más elevadas sean las temperaturas, aunque ΔT sea la misma. Uno de los ejemplos se puede observar en la radiación solar que, en el proceso de intercambio se da de la superficie solar a la superficie de la Tierra sin calentar el espacio de transición.

Para cálculos del mecanismo de transferencia de calor por radiación se realiza con la ley de Stefan-Boltzmann.

$$Q_{rad} \left(W/m^2 \right) = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_s^4$$

Donde:

- ε ; es la emisividad de la superficie (*adimensional*, $0 < \varepsilon < 1$)
- σ ; constante de Stefan-Boltzmann
- T_s^4 ; temperatura absoluta de la superficie

Los valores de la emisividad pueden variar de cero a uno dependiendo del tipo de superficie, la constante de Boltzmann es una constante física igual a $(5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2.K})$ o también $(0,1714 \times 10^{-8} \frac{Btu}{h.ft^2.^{\circ}R^4})$. Los cálculos de intercambio de calor por radiación pueden ser muy complejos debido a la dependencia no lineal de las propiedades con la temperatura de la superficie y la capacidad de los cuerpos para transmitir, absorber y emitir radiación térmica.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción del proyecto

Para la implementación del banco de pruebas del aire acondicionado automotriz, se tomará en cuenta parámetros de funcionamiento, dimensiones, dispositivos que componen el sistema de aire acondicionado del vehículo MARCA RENAULT CLIO 1.6CC.

Como una guía para el desarrollo de este capítulo es fundamental el manual de los sistemas del vehículo que se mencionó anteriormente, para lo cual empezaremos describiendo los componentes del sistema de aire acondicionado del vehículo RENAULT CLIO 1.6CC.

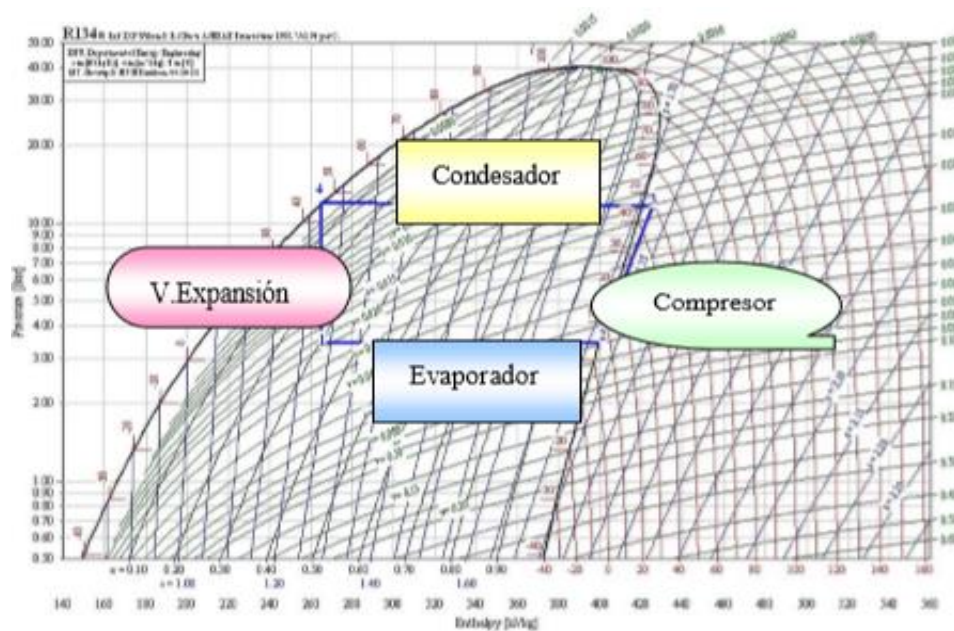
El presente banco de pruebas se dimensionará tomando como referencia a las dimensiones del vehículo RENAULT CLIO, para su mejor aprovechamiento y sea de fácil movimiento para su uso, como diagnóstico o trabajos de mantenimiento del sistema de aire acondicionado y calefacción.

El banco de pruebas de aire acondicionado y calefacción facilitará su traslado de un lugar a otro por medio de las ruedas incrustadas en la estructura, de tal manera que facilite su movilización al lugar donde se requiera su servicio para trabajos de mantenimiento y diagnóstico.

3.2. Ciclo de refrigeración

Figura 30.

Diagrama presión- entalpia del refrigerante R-134a



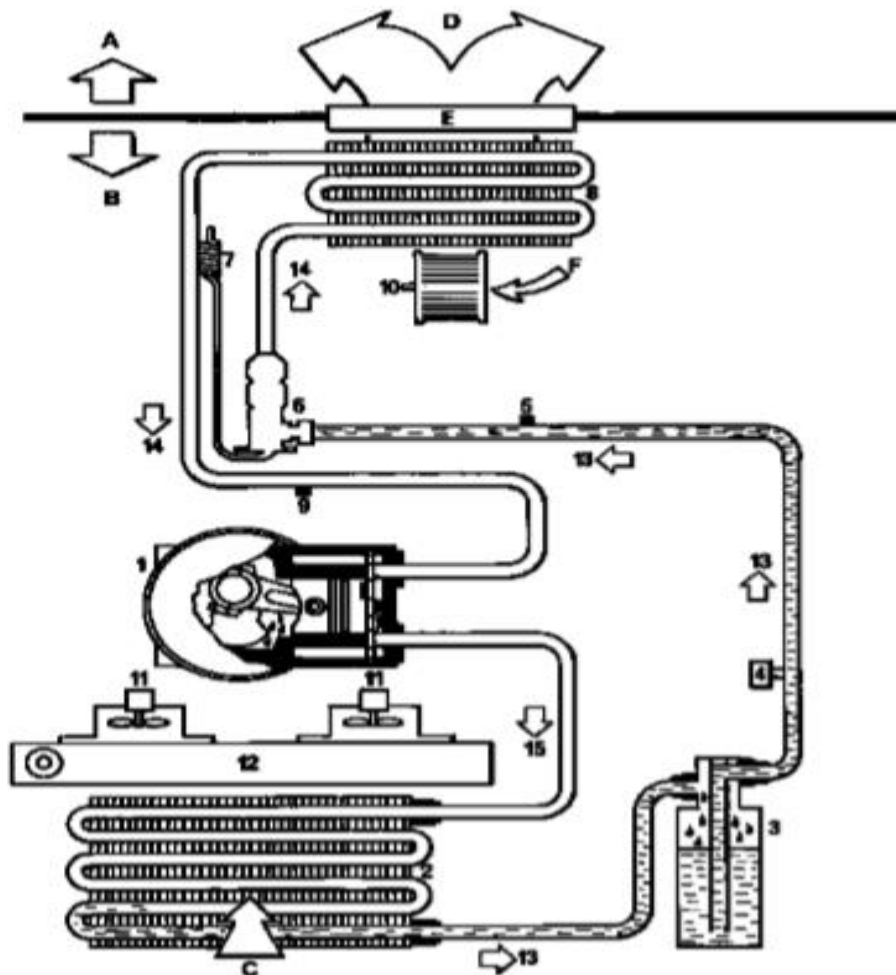
Nota. Se muestra en esta figura los ciclos de refrigeración en un diagrama presión-entalpía (P-h) del refrigerante R-134a con los componentes del ciclo. Tomado del artículo científico “estudio y aplicación de ciclos de refrigeración refrigerantes alternativos” de (Villamil Salcedo, Herwin Marcos, Piamba Tulcan, Oscar Edwin, 2005).

En la figura que antecede podemos observar los cambios en sus propiedades físicas del refrigerante R-134a durante su trabajo, por lo general son basadas en diagramas presión-entalpía (P-h) y temperatura-entropía (T-S), mostrando la condición del refrigerante en cualquier estado termodinámico (Villamil Salcedo, Herwin Marcos, Piamba Tulcan, Oscar Edwin, 2005).

3.3. Descripción del sistema de aire acondicionado Renault Clio

Figura 31.

Diagrama del circuito de aire acondicionado del Renault Clío



Nota. En la presente figura se aprecia el circuito del sistema de aire acondicionado del vehículo RENAULT CLIO, así como sus componentes. Tomado del (MANUAL, 1997).

- A. Habitáculo
- B. Compartimento del motor
- C. Aire exterior
- D. Hacia cajetín de mezcla de aire

- E. Salpicadero de alero
- F. Aire exterior o reciclado
- 1. Compresor
- 2. Condensador
- 3. Botella deshidratante
- 4. Presostato trifunción
- 5. Purga de alta presión
- 6. Expansor
- 7. Regulación termostática del expansor
- 8. Evaporador
- 9. Purga de baja presión
- 10. Moto ventilador de soplado
- 11. Radiador del motor
- 12. Líquido a lata presión
- 13. Vapor a baja presión
- 14. Vapor a alta presión

Prácticamente los componentes que se describen son los que ya hemos mencionado en el capítulo II, sin embargo, describiremos la posición en que se encuentra ubicado en el compartimiento del motor del RENAULT CLIO, características breves al sistema y tipo de componentes del vehículo en estudio.

3.4. Identificación de los componentes de aire acondicionado en el Renault Clio

3.4.1. *Descripción del compresor del Renault Clio*

El compresor se encuentra ubicado en el lado derecho del compartimiento del motor, para su lubricación de sus partes móviles y el circuito en general se utiliza:

- COMPRESOR: SANDEN SD 7V
- REFRIGERANTE R-134a.
- LUBRICACION: SANDEN S10 (P.A.G) 135m³

3.4.2. Descripción del condensador

El condensador del sistema de aire acondicionado instalado en el circuito de aire acondicionado del RENAULT CLIO, se encuentra ubicado en la parte delantera del compartimiento del motor juntamente con el radiador del sistema de refrigeración del motor, ya que el condensador cumple con funciones parecidas al radiador, disipa calor del sistema de aire acondicionado con la ayuda de un ventilador eléctrico, este condensador es de tipo serpentín de tubos con aletas.

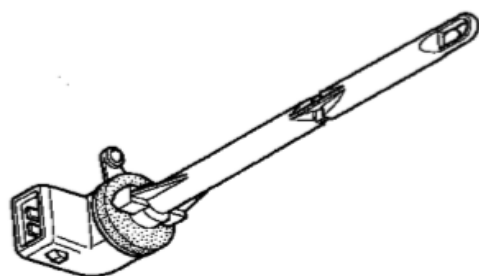
3.4.3. Descripción del evaporador

Este conjunto de dispositivos se encuentra ubicados en el habitáculo del vehículo en el área del salpicadero, para el intercambio de calor se dispone de un motoventilador forzando la salida de aire frío y absorbiendo el aire caliente del habitáculo dando lugar al proceso de intercambio de calor, para disminuir la temperatura del habitáculo.

3.4.4. Sonda del evaporador

Figura 32.

Sonda del evaporador



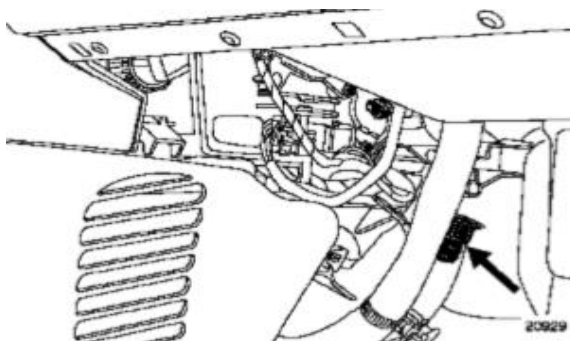
Nota. En la presente figura se muestra la sonda del evaporador el mismo que se encarga de informar la temperatura de salida de aire del evaporador. Tomado del (MANUAL, 1997).

Este dispositivo tiene por objeto sensor la temperatura del aire a la salida del evaporador, consiste en un termistor de coeficiente negativo (NTC).

Se encuentra ubicado en la parte baja del tablero del pasajero, es importante mencionar su localización para su reemplazo o mantenimiento.

Figura 33.

Ubicación de la sonda del evaporador



Nota. En esta figura se especifica la ubicación de la sonda de evaporador para su rápida localización. Tomado del (MANUAL, 1997).

3.4.5. Botella deshidratadora

La botella deshidratadora se encuentra ubicada específicamente al lado izquierdo del condensador, de acuerdo al manual de mantenimiento del RENUALT CLIO nos indica que para su reemplazo se requiere necesariamente un adecuado vacío, y realizar completamiento de lubricante P.A.G SP 10 aproximadamente 15 ml.

3.4.6. Conductos de baja presión

Por los conductos de baja presión fluye refrigerante en estado líquido-gaseoso desde el evaporador hasta el compresor, por la cual fluiría refrigerante en dos estados mencionados con una presión aproximada de 30 a 80 PSI, con temperatura promedio de -7 a -1 grados Celsius, razón por la cual estos conductos deben estar fabricados con

material resistente que proporcione menos fatiga, mayor seguridad para el adecuado funcionamiento.

3.4.7. Conductos de alta presión

Los conductos de alta presión están comprendidos desde el compresor que comprime el fluido refrigerante en estado gaseoso aumentando su presión y temperatura al pasar por el condensador, llegando a la válvula de expansión en estado líquido que con la variación de presión y temperatura en la válvula de expansión el refrigerante da lugar a dos estados tanto líquido como gaseoso.

Para lo cual los conductos deben estar fabricados con material resistente a altas presiones de 200 a 250 PSI aproximadamente y temperatura de 70 grados Celsius, tomando como referencia temperatura ambiente de 20 grados Celsius y 2000 RPM del motor (MANUAL, 1997).

3.4.8. Captador de presión

El captador de presión está situado al lado del condensador en el tubo de alta presión entre la válvula de expansión y botella deshidratante, cabe mencionar que, cualquier operación a efectuarse en este dispositivo no requiere el vaciado del refrigerante.

Este componente sella el circuito por medio de una junta de estanqueidad por lo que es necesario cuando se intervenga en el tener cuidado de no averiarlo, así como también en su montaje lubricar la junta con el lubricante adecuado.

3.5. Componentes del banco de pruebas

- Estructura metálica
- Fuente de alimentación al banco de pruebas
- Manómetros de diagnósticos alta y baja presión.

- Base para la ubicación y almacenamiento del refrigerante R-134a para el vacío y lleno.
- Bomba de vacío
- Circuito comprobador de relés y compresores.
- Comprobador del sistema de calefacción.

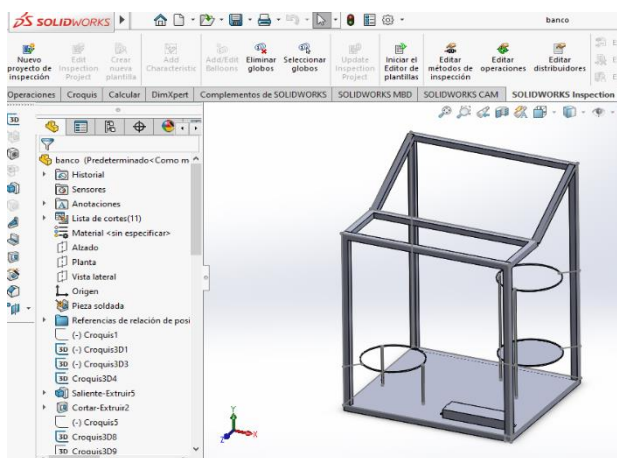
3.5.1. *Implementación de la estructura*

Para la implementación de la estructura, está compuesto de material metálico para proporcionar mayor seguridad al soporte de los equipos que se requieren instalar para el banco de pruebas de aire acondicionado y calefacción.

Como se indicaba en la descripción del presente proyecto el dimensionamiento se considera de acuerdo a las dimensiones de los vehículos tanto en altura y ancho de la estructura con el fin de que se pueda utilizar con todos los tipos de vehículos con sistema de refrigeración con R-134a. Adicional para la optimización de los materiales se realiza previamente un diseño de la estructura en el Software SolidWorks.

Figura 34.

Diseño de la estructura



Nota. En esta figura se utiliza el Software SolidWorks para el previo diseño de la estructura para la optimización de materiales. Autor

La estructura consiste en una base tipo molde para el posicionamiento de los manómetros de refrigeración, bomba de vacío, envase de refrigerante para el llenado, envase de refrigerante para el vaciado, circuito para comprobaciones de relés y compresor.

La estructura metálica se ha materializado de acuerdo al diseño previo tomando como referencia las dimensiones y cantidad de materiales necesarios, para ello también se ha utilizado suelda por arco eléctrico, por este método se realiza el ensamblaje de la base de la bomba de vacío, bases para el posicionamiento de los recipientes del refrigerante R-134a.

Figura 35.

Estructura metálica materializada



Nota. En la presente figura se muestra el diseño materializado de la base para el almacenamiento del envase ya se encuentre lleno o vacío. Autor

También se ha utilizado madera MDF para cubrir la estructura con el fin de mejorar la presentación del banco de pruebas. Se ha incorporado mecanismos para poder transportar (ruedas) de un lugar a otro para proporcionar facilidad de su uso, de tal manera que cumpla con los objetivos planteados para el que fue implementado.

Figura 36.

Estructura colocada la cubierta de madera



Nota. En esta figura se muestra la estructura con cubierta de madera para una mejor presentación. Autor

3.5.2. Fuente de alimentación al banco de pruebas

Figura 37.

Fuente de alimentación



Nota. En la presente figura se aprecia la manera que se energizan los circuitos de pruebas.

El banco de pruebas requiere de una alimentación de 110 y 12 voltios, que se necesitan para la bomba de vacío y circuitos comprobadores respectivamente, se satisface la necesidad de 110 voltios desde una conexión domestica a través de una extensión y la alimentación de 12 voltios se aprovecha desde la batería del vehículo en mantenimiento.

3.5.3. **Manómetros de diagnóstico de alta y baja presión**

Están considerados dentro de equipos e instrumentos de medición, los mismos que son primordiales para trabajos en sistemas de aire acondicionado, estos se denominan manómetros, y permiten obtener medidas de presión con exactitud.

Figura 38.

Componentes del grupo manómetro



Nota. En la presente figura se muestra el conjunto del manómetro de diagnóstico.

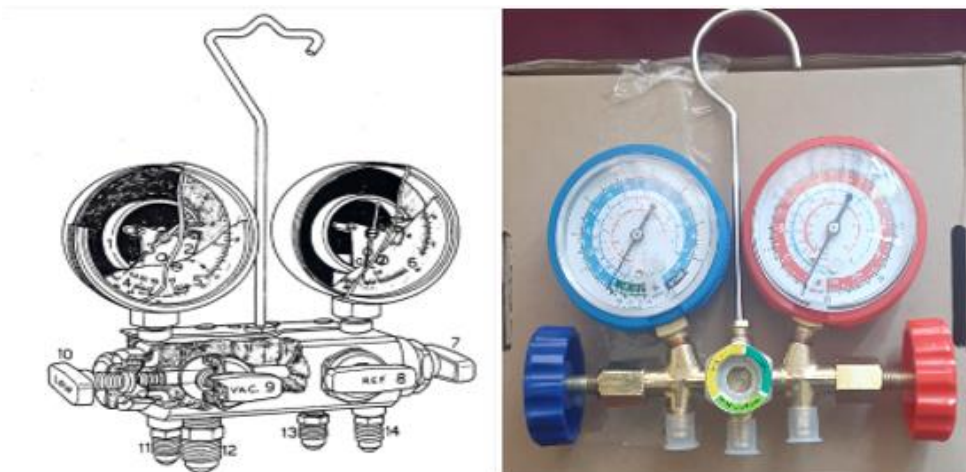
Esta herramienta se caracteriza por disponer de medidas de alta y baja presión, como se describe, el manómetro de alta generalmente de color rojo permite tomar medidas de presión alta de condensación que esta graduada de 0 a 500 *PSI* con escala de 5 *PSI* y $35 \frac{kg}{cm^2}$

La manguera de color azul de baja presión (presiones de succión) que generalmente está graduada de 0 a 250 PSI ó de 0 a 17.5 kg/cm^2 , también en este lado existe para procesos de vacío del sistema que comprende de -30 PSI ó 76 in.Hg permitiendo medir presiones por debajo del cero absoluto y sobre la presión atmosférica.

Conocido también como manifold de manómetros que se utiliza para la verificación de presiones del sistema, realizar el vaciado o llenado de refrigerante, completamiento de aceite lubricante, derivaciones del compresor, operaciones de purgado de sustancias no condensables sin realizar ningún cambio de manómetros.

Figura 39.

Descripción del grupo manómetro



Nota. En estas figuras se describen partes que componen el grupo de manómetros utilizados para los procesos de diagnóstico y mantenimiento del sistema de aire acondicionado, podemos ver al cuerpo de válvula en corte con las que realmente se van a incorporar al banco. Tomado de (Procedimiento de Carga de un Gas Refrigerante, 2006).

1. Elemento sensible.
2. Sistema de transmisión de la señal.
3. Índice.

4. Escalas de las depresiones o del vacío.
5. Escala de las presiones de manovacuómetro.
6. Escala del manómetro de alta presión.
7. Llave de lata presión.
8. Llave del refrigerante.
9. Llave de conexión de la bomba de vacío.
10. Llave de baja presión.
11. Unión para la conexión de la bomba de vacío.
12. Unión para la conexión con la baja presión de la instalación.
13. Unión para el refrigerante.
14. Unión para la conexión con la alta presión.

El conjunto de manómetro incorporado al banco de pruebas es compatible con los refrigerantes R-134a, R-12, R-22 y R-502, a continuación, la tabla de rango de presiones muestra que los sistemas de aire acondicionado están en adecuadas presiones, pero si existe variaciones de presión ya sea por encima o por debajo en cada parámetro se puede determinar que el circuito requiere de servicio de mantenimiento.

Tabla 7.

Rango de presiones

Temperatura Celsius	Baja presión (Psi)	Alta presión (Psi)
18	25-35	135-155
21	35-40	145-160
23	35-45	150-170
26	40-50	175-210
29	45-55	225-250
32	45-55	250-270

Temperatura Celsius	Baja presión (Psi)	Alta presión (Psi)
35	50-55	175-300
37	50-55	315-325
40	50-55	330-335
43	50-55	340-345

Nota. Con la presente tabla podemos considerar las presiones del óptimas de sistemas de aire acondicionado considerando pueden variar de acuerdo al valor de la temperatura que se tenga durante su uso. Tomado del Manual de Operación del Cuerpo de Manómetros.

3.5.4. Base para la ubicación y almacenamiento del refrigerante R-134a

El circuito de aire acondicionado el RENAULT CLIO contiene el gas R-134a, que sustituye al R-12a partir del año 2001, que se encarga de transmitir calor absorbiendo al evaporarse a bajas temperaturas y cediendo calor a altas temperaturas.

El refrigerante que se utiliza cumple con las siguientes necesidades:

- Baja temperatura de ebullición.
- Fácilmente manejable en estado líquido.
- Calor latente de vaporización alta.
- No inflamable, no toxico, no explosivo, no corrosivo.
- Químicamente estable.
- Presiones de trabajo moderadas.
- Detección y localización de perdidas fáciles.
- Inocuo para aceites lubricantes.
- Bajo punto de congelación.
- Alta temperatura critica.
- Moderado volumen de especifico de motor.
- Costos bajos del refrigerante.

Para trabajos de diagnóstico y mantenimiento en los que consiste procesos de vacío y llenado se requieren bases de almacenamiento de refrigerante que utiliza para su funcionamiento.

La base de almacenamiento para el refrigerante R-134a de carga se posiciona a una altura de 15 cm de la base de la estructura, esta adecuación mejora el asentamiento del recipiente del refrigerante de tal manera que evita caídas, malas posiciones minimizando y mejorando el espacio de trabajo de diagnóstico y mantenimiento.

Figura 40.

Estructura de las bases de los procesos de vacío y llenado



Nota. En la presente figura mostramos las bases para cada uno de los procesos. Autor

Para el vaciado del sistema de aire acondicionado se realiza una base también de metal, de tal forma que se pueda apoyar la bomba de vacío en la estructura y a alcance de su manipulación durante su uso.

3.5.5. Bomba de vacío

Básicamente es un equipo diseñado para absorber gases y con ello generar vacío dentro de un circuito extrayendo aire y humedad, estas bombas son generalmente

accionadas por motores eléctricos para su funcionamiento, que es parecida al de un compresor que en lugar de comprimir aspira el gas

Figura 41.

Estructura base y ubicación de la bomba de vacío



Nota. Observamos la bomba de vacío ubicada en la estructura.

a. Selección de bomba de vacío

Para la selección de la bomba de vacío requerida para el proceso de vaciado en el sistema de aire acondicionado del RENAULT CLIO partiremos de la fórmula proporcionado por (Yanez, 2020) que, por cada CMF (pies cúbicos por minuto) se puede

Figura 42.

Bomba de vacío



Nota. En la presente figura se puede apreciar la placa de identificación y sus características de la bomba de vacío, establecidos por el fabricante.

evacuar de una forma eficiente 7 toneladas de refrigeración de un sistema, por ello, la formula seria:

$$\frac{\text{Cantidad de refrigeración en Ton.}}{7 \text{ Ton}} = \text{CMF (requerido)}$$

Datos:

- Capacidad de la bomba de vacío: 2CFM-57L/min. (Everwell, 2020)
- Cantidad de refrigerante a evacuar 0,68 L. (MANUAL, 1997)

Con los datos que se obtienen se puede determinar que para los requerimientos de vacío de los sistemas de aire acondicionado la bomba de vacío posee una sobre dimensión, para el proceso de vacío se establece que dura entre 6 a 7 minutos, pero es recomendable que se mantenga durante 20 a 30 minutos para extraer mayor cantidad de impurezas, humedad y gases no condensables que afectan el rendimiento.

b. Características de la bomba de vacío

La bomba de vacío incorporado al banco de pruebas para los procesos de vacío del sistema de aire acondicionado presenta las siguientes características:

Tabla 8.

Características de la bomba de vacío

ORDEN	DETALLE	OBSERVACIÓN
1	Marca	Everwell
2	País de origen	P.R.C
3	Modelo	1 LVP-1.5
4	Flujo de aire	2.0 CFM
5	Voltaje de trabajo	110-220 V @ 50- 60 Hz
6	Motor eléctrico	¼ HP

ORDEN	DETALLE	OBSERVACIÓN
7	Capacidad lubricante	240 ml
8	Puerto de entrada	¼" SAE
9	Dimensiones	240x93x200
10	Peso	4.3 Kg.
11	Temperatura de funcionamiento	5-40° Celsius
12	Vacío final	20 Pa
13	Micrones	150

Nota. Se puede apreciar la capacidad, funcionalidad de la bomba de vacío. Tomado de (Everwell, 2020)

3.5.6. *Proceso de vacío.*

En los sistemas de aire acondicionado automotriz y en general todo tipo de refrigeración es muy importante el proceso de vacío del sistema, por ello, este proceso se debe ejecutar de la forma adecuada, ya que su proceso inadecuado puede generar daños serios en los componentes y afectar a su funcionamiento.

La presencia de la humedad o aire en el sistema es uno de los grandes problemas ya que disminuye la eficiencia en su funcionamiento, también la condensación del agua puede ocasionar la congelación en el sistema de aire acondicionado, corroen sus componentes y conductos y, precisamente el proceso de vacío ayuda a la evaporación de la humedad, presencia de aire y agua del circuito.

a. Averías que se generan por falta o proceso inadecuado de vacío.

- Se eleva la temperatura en la alta presión del sistema de aire acondicionado.
- La válvula de descarga del compresor se recaliente más de lo habitual.
- Se forman partículas sólidas en el compresor que termine averiándolo.
- Presencia de humedad ya que las gotas de humedad no son compresibles.

- Congelación de agua dentro del circuito.
- Se genera la hidrólisis química por presencia de aire y humedad conjuntamente con el refrigerante, dando lugar a las formaciones de ácidos fluorhídricos y lodos que son dañinos para compresores herméticos.
- Se tape los elementos de control del tubo capilar y válvula de expansión.
- Suministro insuficiente de gas refrigerante de la válvula de expansión cuando de trabe la válvula estando cerrada.
- Sobre calentamiento del sistema alto.
- Presión de succión será más baja de lo normal.
- Suministro demasiado de gas refrigerante de la válvula de expansión, cuando se trabe la válvula estando abierta.
- Retorno de refrigerante líquido al compresor.
- El sobre calentamiento será bajo.
- La presión de succión será demasiada alta.

b. Vaciado.

- Conectamos la manguera amarilla o de servicio a la bomba de vacío, la manguera azul a la línea de baja presión y la manguera roja a la línea de alta presión.
- Abrimos las válvulas de alta y baja presión para un vacío de todo el circuito de aire acondicionado.
- Encendemos la bomba de vacío, dejamos trabajando por 20 a 25 minutos y alcanzar una presión de vacío de 30 Hg.
- Cerramos las válvulas de alta y baja presión y mantenemos en observación por aproximadamente 30 minutos. Para un diagnóstico más efectivo de fugas lo realizamos con nitrógeno.

- Observar si el vacío se mantenido o a se ha reducido, y en caso de pérdida de vacío tomar en cuenta el tiempo que se necesitó para perder parcial o totalmente el vacío.
- Hay fugas que mínimas que requieren mayor precisión para su detección, en este caso el gas nitrógeno o su vez el refrigerante con colorante para detección de fugas nos disminuirá tiempo en la detección de fugas para su posterior reparación o reemplazo del componente averiado.
- Para culminar el proceso de vacío, luego del proceso de detección de fugas se requiere nuevamente realizar el vacío para estar seguros de que ya no existan más fugas, y que el sistema se encuentre en condiciones de recibir carga de refrigerante.

Nota:

El proceso de vacío se debe realizar siempre con un elemento auxiliar externo (bomba de vacío), no es recomendable realizar con el mismo compresor del sistema debido a que se pueden generar las siguientes averías:

- Averiar al aislante del compresor, los devanados del motor se calientan.
- Las bobinas eléctricas producen arcos eléctricos, por el hecho de que circule corriente eléctrica a través de ellas se encuentran en una condición de vacío (Yanez, 2020).

3.5.7. *Proceso de llenado*

Para entrar en proceso de llenado es necesario que se haya realizado un correcto vacío del sistema de aire acondicionado, de tal manera que inmediatamente luego del llenado el sistema empiece su funcionamiento eficientemente.

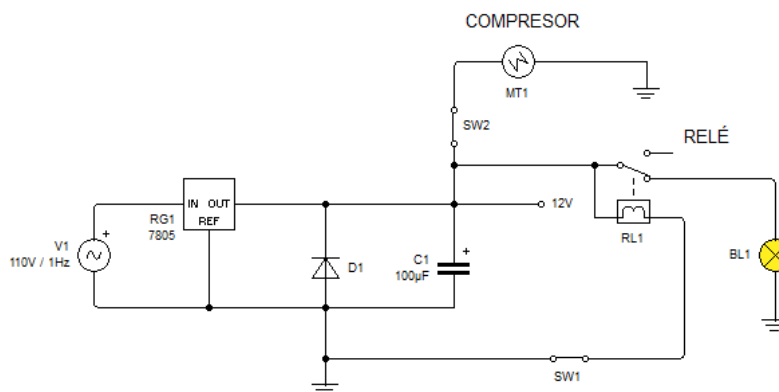
- Realizamos conexiones, la manguera de color azul en baja presión por lo general esta válvula se encuentra en los conductos menos diámetro, la manguera de color rojo en la válvula de alta presión los conductos comúnmente son de mayor diámetro y la manguera de servicio (color amarillo) al recipiente de gas refrigerante.
- Se debe poner el lubricante SP 10 P.A.G 135 cm³ de acuerdo al manual de usuario (CLIO, 1998-2006).
- Encendemos el vehículo luego el sistema de aire acondicionado en su máxima posición.
- Abrimos la llave de gas refrigerante para la succión del gas refrigerante, luego abrimos la válvula de baja presión para cargar de gas al sistema de aire acondicionado.
- Mantenemos cargando, la cantidad del fluido refrigerante que debe ser suministrado es 650 gramos con un rango de tolerancia de 35 gramos. Aproximadamente 23 onzas de refrigerante.
- Aumentamos a 2500 rpm para obtener máximas presiones de trabajo.
- Cerramos las llaves de baja y refrigerante
- Observamos el funcionamiento adecuado del sistema.

3.5.8. Circuito para pruebas de relés y compresores

Los relés prácticamente son activados por medio de un electroimán, que está compuesto de un núcleo que está rodeado de cables de cobre, que al fluir corriente por ellos se magnetiza por el efecto del campo magnético que se genera por el bobinado que dependen directamente de la intensidad de corriente que fluya y número de vueltas del bobinado.

Figura 43.

Circuito comprobación de relés



Nota. Con el presente diagrama se puede realizar pruebas rápidas del relé para descargar posibles averías en este dispositivo. Elaboración propia.

Para un diagnóstico más práctico se ha implementado un circuito que de tal manera se pueda extraer los relés comprometidos con el funcionamiento del aire acondicionado e insertar en el circuito materializado realizando una prueba rápida de su estado.

El procedimiento consistirá extraer el dispositivo de la caja de relés de los vehículos e introducir en el porta relé del banco de pruebas debidamente alimentado con 12 voltios que de tal manera que una vez que se introduzca si se encuentra en buenas condiciones se encenderá la luz testigo caso contrario lo cerrara el circuito para tal objetivo.

Con el mismo proceso similar tendremos un interruptor de dos posiciones (on-off) para la comprobación de compresores de una forma rápida. Con el diagrama materializado se evitan utilizar cables, pinzas, fuentes que pueden ocasionar mayores complicaciones, considerando que los cables son conductores de corriente, ya que

conectados a la fuente pueden aumentar la tensión, con ello calentamiento de los cables, o a su vez algún contacto con dispositivos electrónicos y generar corto circuitos.

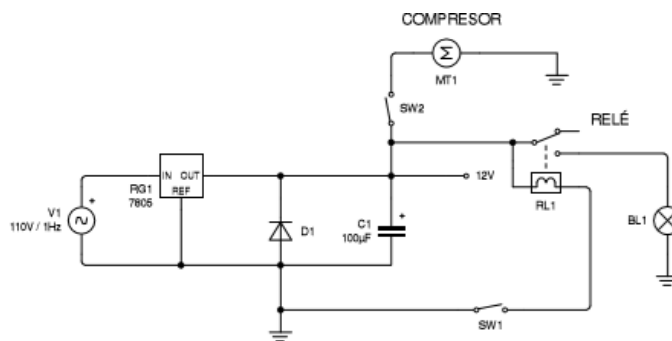
Para la materializar estos circuitos para comprobaciones se utilizan los siguientes materiales:

- Cables
- Porta relés
- Interruptor dos posiciones (02)
- Bombilla de 12 voltios (02)
- Regulador de voltaje o fuente de 12 voltios

3.5.9. Comprobador de funcionamiento del sistema de calefacción

Figura 44.

Circuito para comprobación de compresores



Nota. En el presente diagrama también se encuentra conexiones para comprobación de compresores extraídos del sistema. Elaboración propia.

Para este procedimiento es necesario una herramienta que nos permita medir la temperatura de salida de aire (termómetro) en el momento que se pone en funcionamiento el sistema de calefacción, para proporcionar mayor servicio de

diagnóstico se incorpora un multímetro como reemplazo del termómetro ya que con un multímetro también tenemos ese servicio de poder medir la temperatura.

El multímetro como una herramienta es muy necesario para diagnóstico y mantenimiento del sistema de aire acondicionado automotriz, esta herramienta nos permitirá realizar pruebas como:

- Comprobar continuidad
- Comprobar resistencia
- Medir voltaje
- Tomar medidas de temperatura

3.6. Comprobaciones y pruebas de funcionamiento

3.6.1. *Banco de pruebas en proceso de diagnóstico*

Para verificar su correcto funcionamiento del banco de pruebas se procede al diagnóstico del sistema de aire acondicionado, de tal manera que, nos pueda mostrar en qué condiciones se encuentra el sistema, se determinará su estado de acuerdo a la tabla de rango de presiones, también se determinará si requiere un servicio de mantenimiento.

Figura 45.

Banco de pruebas del sistema de aire acondicionado



Nota. Con el presente banco se realizará trabajos de diagnóstico y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado.

3.6.2. *Funcionamiento de la bomba de vacío*

Para este proceso realizaremos el vacío del sistema, aquello nos mostrara su funcionamiento, se desarrolla los procesos secuenciales como se determina en el apartado del proceso de vaciado.

3.6.3. *Manómetros en diagnóstico, carga, vacío*

Con los métodos anteriores realizados se podrá diferenciar su funcionamiento, ya que en diagnóstico se mostrarán presiones diferentes al vacío, y al llenado, con ello se determinará su correcto funcionamiento.

En este proceso se realiza trabajos de diagnóstico con diferentes vehículos sistemas de aire acondicionado obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9.

Lectura de presiones del sistema de aire acondicionado

Condición del sistema	Baja presión	Alta presión	Observación
Sistema de A/C desactivado (vehículo 1)	70 psi	70psi	Equilibrio en presiones de alta y baja.
Sistema de A/C activado máximo capacidad, motor en ralentí (vehículo 1)	30 psi	135 psi	Condiciones normales de funcionamiento
Sistema de A/C activado a 2500rpm (vehículo 1)	40 psi	140 psi	Se encuentra de posibles presiones normales de trabajo.

Sistema de A/C desactivado (vehículo 2)	70 psi	70 psi	Equilibrio en presiones de alta y baja.
Condición del sistema	Baja presión	Alta presión	Observación
Sistema de A/C activado máximo capacidad, motor en ralentí (vehículo 2)	25 psi	140 psi	Condiciones normales de funcionamiento
Sistema de A/C activado a 2500rpm (vehículo 2)	30 psi	150 psi	Se encuentra de posibles presiones normales de trabajo.

Nota. En esta tabla se pueden visualizar presiones normales de trabajo del sistema de aire acondicionado.

En las observaciones de la tabla de la lectura de presiones del aire acondicionado se determinan de acuerdo al Anexo 2, que muestra parámetros de funcionamiento del sistema de aire acondicionado con refrigerante R-134a, considerando la temperatura ambiente y al tipo de compresor que se encuentre instalado en el sistema, con ello podemos observar cuales son las presiones mínimas y máximas en alta y baja presión, concluyendo que los vehículos utilizados de acuerdo a la temperatura de la Ciudad de Latacunga se encuentran en condiciones óptimas.

Figura 46.

Grupo manómetro en funcionamiento

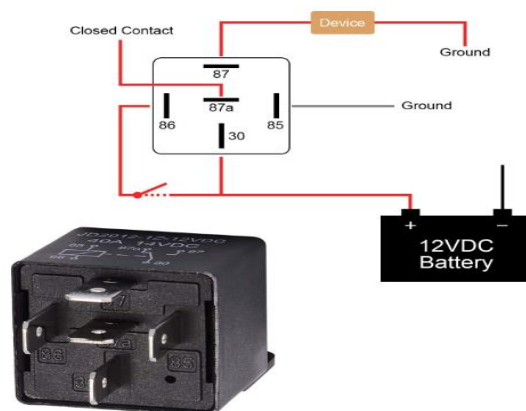


Nota. En esta figura se puede observar el trabajo de los manómetros conectados con el sistema apagado.

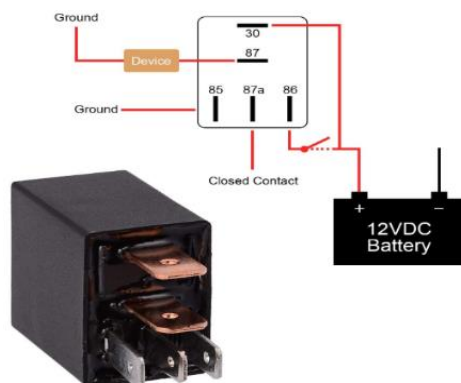
3.6.4. Circuito en prueba de relés y compresor

Se mostrarán los circuitos en plena prueba diferenciando relés y compresores en buenas condiciones, así como también con desperfectos.

Para la prueba se implantado para dos tipos de relés que normalmente se encuentra en los sistemas de aire acondicionado de los automotores. Estas pruebas se pueden realizar a todos los vehículos que posean estos tipos de relés.

Figura 47.*Relé de cinco pines tipo A*

Nota. En la presente figura se muestra relés antiguos o que en la actualidad son utilizados cuando son implementados los sistemas de aire acondicionado.

Figura 48.*Relé de cinco pines tipo B*

Nota. En esta figura se muestran los tipos de relé que vienen en los sistemas de aire acondicionado en los vehículos actuales.

Una vez materializado el circuito comprobador en la estructura del banco de pruebas se procede a verificar su funcionamiento con los dos tipos de relé que se utilizan en los sistemas de aires acondicionados.

Figura 49.*Comprobación de circuitos*

Nota. En la presente figura se muestra el funcionamiento de los circuitos con los dos tipos de relé para los que fue implementado.

3.7. Diagnóstico de averías y posibles soluciones

Se elabora cuadros para la localización de averías y los procedimientos para soluciones a las mismas, de acuerdo al (MANUAL, 1997) y los efectos de los usuarios con los problemas que se presentan comúnmente en el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado y calefacción del vehículo RENOULT CLIO.

Para el diagnóstico de los sistemas en estudio se puede utilizar el banco de pruebas, pero también es muy importante los efectos o la información que nos pueda proporcionar el usuario, de manera que se puedan minimizar los tiempos de servicio de diagnóstico y mantenimiento.

Cuadro de averías y posibles soluciones

No hay calefacción	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar si es problema de caudal de aire, si es el caso tomar acciones por falta de eficiencia de calefacción. • Verificar el nivel de agua del sistema de refrigeración. • Verificar si los conductos hacia el núcleo calefactor no estén obstruidos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar el núcleo calefactor limpiar o reemplazar.
Exceso de calefacción	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el recorrido de la trampilla de la mezcla de aire. • Verificar el funcionamiento de la trampilla de reciclaje de aire. • Verificar el funcionamiento del termostato.
Falta de eficiencia en el desempañado	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar limpieza de cristales en el interior. • Verificar que los repartidores de aires no estén obstruidos. • Asegurarse que no exista fugas de agua en el habitáculo lo que aumenta la tasa higrométrica. • Verificar las acciones acerca de eficacia del calefactor.
Falta de eficiencia de ventilación	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el caudal de la salida de aire. • Verificar filtro de partículas del habitáculo. • Verificar el desplazamiento completo de la trampilla de la mezcla de aire. • Verificar el reglaje del cable.
Ventilador de habitáculo no funciona	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar fusibles, batería, contactos y luz piloto, de ser posible reemplazar. • Con el contacto accionado y A/C solicitado poner el ventilador en diferentes velocidades. • Verificar la llegada de 12 voltios en todas las velocidades si no existe voltaje cambiar cuadro de mandos. (conectores A1, B1, B4, B5). • Verificar el módulo resistivo del GMV en las diferentes velocidades en las vías 3, 4, 5, 12 que corresponden a las velocidades del ventilador, de no existir reparar cableado entre el cuadro de mando y módulo GMV. • Verificar en el motor resistivo GMV 0 voltios en las vías 14 y 15 caso contrario reparar cableado. • Si solo funciona en determinadas velocidades se debe reemplazar el módulo resistivo. • Si el problema persiste cambia el GMV.

Problemas de A/C no hay frio	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurarse que el ventilador del habitáculo funcione correctamente. • Verificar los fusibles, batería de tal manera que se encienda el sistema de A/C. • Verificar si hay 122 voltios en la vía 5 del conector de 15 vías en el calculador de A/C. • Verificar si hay 12 voltios en la vía 1 del conector de 30 vías del calculador de A/C. • Conectar al Scanner y activar el ventilador. • Verificar conexiones entre calculador 9 y A captador, aire 10 y B presión, acondicionado 11 y C fluido. • Verificar la carga del refrigerante reemplazar si es posible. • El A/C en máximo verificar que la temperatura del evaporador permanezca en -1° C, si no es así cambiar sonda de evaporador. • Con el Scanner activar el embrague del compresor. • Conectar directo al compresor caso contrario cambiar de compresor. • Si en directo se prende el compresor cambiar de calculador.
Exceso de frio	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar presiones en el circuito de A/C con los manómetros de presión. • El GMV activado está en 20 bares y desactivado en 15 bares en línea de alta presión si están en normales cambiar de captador de presiones.
Falta de eficiencia de aire acondicionado	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la tensión de la correa del compresor, embrague del compresor. • Verificar que la trampilla de reciclaje este en posición de reciclaje de A/C reciclado. • Verificar el recorrido de la trampilla sea completa caso contrario solucionar el reglaje. • Medir presiones con vehículo con 650 @ 700 rpm y A/C a máximo si la presión es mayor a 28 bares tiene exceso de refrigerante.

	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento del condensador, GMV, puede haber calentamiento del motor. • El GMV activado está en 20 bares y desactivado en 15 bares en línea de alta presión para observar el funcionamiento del GMV. • Limpiar el circuito y rehacer la carga del fluido. • El GMV debe estar activado a una presión ≥ 10 bares y desactivado a una presión ≥ 7 bares si no es así cambiar de captador de presión.
El motoventilador de refrigeración no funciona	
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si el compresor funciona. • Verificar estado de los fusibles. • Verificar presiones el GMV debe estar activado a una presión ≥ 10 bares y desactivado a una presión ≥ 7 bares si no es así cambiar de captador de presión. • Verificar conexiones entre calculador 9 y 1 conector, aire 10 y 4 captador de presión, acondicionado 11 y 5 conector. • Verificar relés de velocidades lenta y rápida. • Verificar si en el GMV existe 12 y 0 voltios. • Verificar si funciona con alimentación directa, funciona cambiar el calculador caso contrario el GMV.

Nota. En el presente cuadro se puede guiar para dar posibles soluciones a las averías que se puedan presentar. Tomado del (MANUAL, 1997).

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se ha realizado una búsqueda de información amplia para su selección, clasificación de definiciones, ideas, criterios de manera que contribuyen considerablemente en el presente trabajo de titulación.
- Para el dimensionamiento y construcción se ha considerado las dimensiones de los vehículos livianos, para estandarizar su uso con aquellos tipos de automotores, así mismo para evitar el desperdicio de material se ha realizado un diseño de estructura en el Software SolidWorks.
- El grupo manómetro y la bomba de vacío son idóneos para trabajos con refrigerante R-134a que se usan en la mayoría de los automotores en Ecuador, así mismo los circuitos comprobadores se han adecuado para los dos tipos de relé que se utilizan en sistemas de aire acondicionado.
- Al banco de pruebas implementado se ha realizado pruebas de funcionamiento con dos diferentes marcas y modelos de vehículos con A/C cumpliendo satisfactoriamente para el que fue implementado.

4.2. Recomendaciones

- Para el uso del presente banco de pruebas se debe utilizar con el tipo de refrigerante para el que esta apto el grupo manómetro R-134a, R-12, R-22 y R-502 de acuerdo al manual del usuario.
- Utilizar la tabla n° 6, para determinar de manera precisa el diagnóstico del sistema de aire acondicionado ya que los valores de las presiones varían con la

temperatura ambiente al instante del diagnóstico, en el Anexo 2, también se consideren el tipo de compresor instalado en el sistema y el refrigerante R-134a.

4.3. Bibliografía

- Aire Acondicionado. (2016). *Tipos de Compresores*. Obtenido de http://www.aire-acondicionado.com.es/tipos-de-compresores_de_aire_acondicionado/
- Aire Acondicionado. (2017). Obtenido de <https://tuaireacondicionado.net/como-funciona-un-aire-acondicionado/>
- Alegria Luis, Masapanta Cristian. (2012). *Diseño y Construcción de un Entrenador de Aire Acondicionado con Climatizador para Simulación de Fallas en el Sistema*. Latacunga: ESPEL.
- Algis Berrios. (08 de junio de 2009). *Monografias.com*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos71/bombas-agua-radiador/bombas-agua-radiador2.shtml>
- Cabrera, R. (23007). *Temperatura*. Obtenido de Ley de Fourier: https://ricuti.com.ar/no_me_salien/TERMO/TEOR_conduccion.html
- Carreño Paul; Jadan Carlos. (2013). *Comportamiento Termodinámico de Refrigerante R-134a*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Carvajal Victor, C. W. (2011). *Construcción de un Sistema de Aire Acondicionado Agregando un Habitáculo*. Guayaquil: ESPL.
- Cengel Yanus, Ghajar Afshin. (2011). *Transferencia de Calor y Masa*. México: McGRAW-HILL.
- Choca, A. (s.f.). *slideshare*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/armandochoca/convertidor-de-par-63069453>

- CLIO, R. (1998-2006). *Manual de Usuario*. Argentina.
- CONALEP. (s.f.). *SlideShare*. Obtenido de Mantenimiento de sistemas de aire acondicionado: www.mecanicoautomotriz.org
- Crouse William, D. A. (1998). *Aire Acondicionado en el Automóvil*. Barcelona: ALFAOMEGA.
- Fernandez José, S. C. (2014). *Fundamentos de Transmisión de Calor*. Madrid: ISBN.
- Fiallos, M. (2014). *Implementación de un Banco de Pruebas del Sistema de Aire Acondicionado*. Riobamba: ESPOCH.
- García, C. (1998). *Leyes de la Termodinámica*. Obtenido de http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2781/497_03.pdf?sequence=1
- Holman, J. P. (1992). *Transferencia de Calor*. México: ISBN.
- Huircán, J. I. (s.f.). *Acomee.com*. Obtenido de Reguladores de Voltaje: <https://www.acomee.com.mx/clasificaciones/REGULADORES%20DE%20VOLTAGE.pdf>
- Ingeniarg SA. (22 de mayo de 2017). *Articulos Ingeniarg Blog*. Obtenido de <http://www.ingeniarg.com/blog/45-presiones-relativas-o-absolutas-cual-es-la-diferencia>
- Instituto los Andes. (16 de 04 de 2012). *SlideShare*. Obtenido de https://es.slideshare.net/Luis_Reveco/sistema-de-calefaccin-12563467
- Johnson, Willian; Whitman Willian. (2009). *Tecnología de la Refrigeracion y Aire Acondicionado*. España: Paraninfo.
- Kenneth Wark, D. E. (2001). *Termodinámica*. Madrid: McGRAW-HILL.

MANUAL, R. (1997). *Manual de Reparacion del Ranualt Clio*.

Nuñez Tomas. (05 de 06 de 2018). *ETOOLS*. Obtenido de Transferencia de Calor:
<https://www.electrontools.com/Home/WP/2018/06/05/la-transferencia-de-calor/>

Paucar, H. (2017). *Análisis de la Eficiencia Energética del Sistema de Climatización en los Vehículos*. Latacunga: ESPEL.

Perez, F. (2016). *Academia*. Obtenido de Transmisiones:
<https://www.academia.edu/28971190/Transmisiones.pdf>

Peugeot. (17 de 12 de 2010). *SlideShare*. Obtenido de Climatizacion Peugeot:
<https://es.slideshare.net/joaquinin1/climatizacion-peugeot-manual-del-alumno-76-pag-interesante>

Pita, E. G. (1997). *Acondicionamiento de Aire "Principios y Sistemas"*. México: Continental S.A.

PNUMA. (2016). Obtenido de <http://ozone.unep.org> y <http://montreal-protocol.org>
Procedimeinto de Carga de un Gas Refrigerante. (16 de 02 de 2006). Obtenido de
<http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/02/16/06.pdf>

SOLVAY. (08 de agosto de 2006). *DocPlayer*. Obtenido de
<https://docplayer.es/13274923-Ficha-tecnica-r134-a.html>

stanley. (2002). *stanley*. Obtenido de <http://www.stanleytools.com.ec/en/herramientas-manuales/automotrices.html>

Torres Enrique, C. B. (2018). *Caraterizacion de Eficiencia Energetica de los Sistemas de Refrigeracion Aplicados en el Area Automtoriz*. Latacunga: UTC.

Toyocostanoticia. (16 de marzo de 2020). *Toyota.com*. Obtenido de
<http://www.toyocosta.com/blog/el-termostato-del-motor/>

Trinidad Diego. (11 de marzo de 2016). *SlideShare*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/dtrinidad/aire-acondicionado-automotriz-59439550>

Victor Izquierdo. (28 de 10 de 2017). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/izquierdo82/manual-aireacondicionado>

Villamil Salcedo, Herwin Marcos, Piamba Tulcan, Oscar Edwin. (2005). *REDILYC.ORG*. Obtenido de Sistema de Informacion Cientifica: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231117496005>

Villamil, M. (2004). *Estudio y Aplicacion de Ciclos de Refrigeración y Refrigerantes Alternativos*. Bogotá: EIDINAR.

Yanez, G. (07 de junio de 2020). *Tecnicas de Vacío*. Obtenido de <https://www.gildardoyanez.com/tips/vacio/>

Yunes Cengel, M. B. (s.f.). *Termodinámica*.

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el Señor CHARCO USHCA,
JUAN MANUEL.

En la ciudad de Latacunga a los 10 días del mes de agosto del 2020.

Aprobado por:

Ing. Arellano Rodríguez, Luis Marcelo
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Vélez Salazar, Jonathan Samuel
DIRECTOR DE CARRERA

Abg. Plaza Carillo, Sarita Johana
SECRETARIA ACADÉMICA