



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN:  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTOR: CHARCO USHCA, JUAN MANUEL**

**DIRECTOR: ING. ARELLANO RODRÍGUEZ, LUIS MARCELO**

**LATACUNGA**

**Agosto del 2020**



**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**



## Temario

Objetivos

Alcance

Principios termodinámicos y físicos

Características del aire

Sistema de aire acondicionado y calefacción

Desarrollo del proyecto.

Pruebas de funcionamiento

Conclusiones



## OBJETIVO 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.

## OBJETIVOS 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.



## ALCANCE

El banco de pruebas permitirá diagnosticar y monitorear los parámetros de funcionamiento establecidos del sistema de aire acondicionado, así como también diagnosticar averías presentes y dar soluciones correspondientes a los sistemas con trabajan con refrigerante R-134a.

El a determinado la implementación 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. También permitirá que su transporte de un lugar a otro con facilidad.





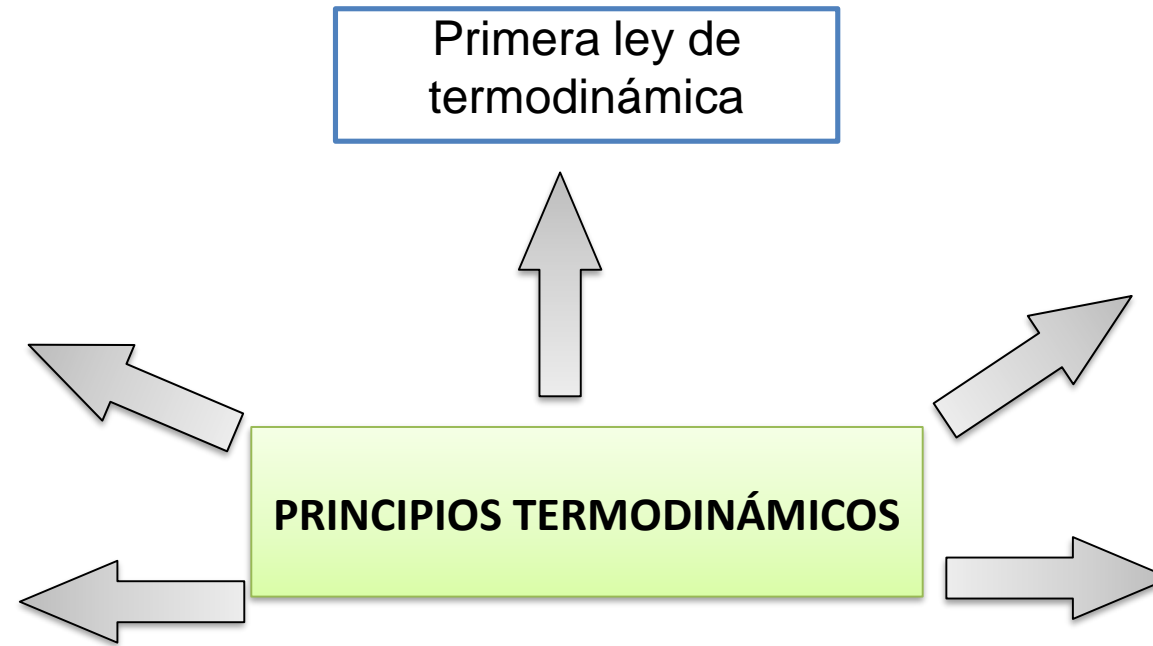
Ley de Charles  
Temperatura-Volumen

Ley de Gay Lussac  
Temperatura-Presión

Primera ley de  
termodinámica

Ley de Boyle  
Presión-Volumen

Principio de Avogadro  
Presión-temperatura-  
Moles



GAS IDEAL-PRECFECTO



**Temperatura:**

Celsius  
*Fahrenheit*  
Kelvin  
Ranquin

**Calor:**

Sensible  
latente



**Presión:**

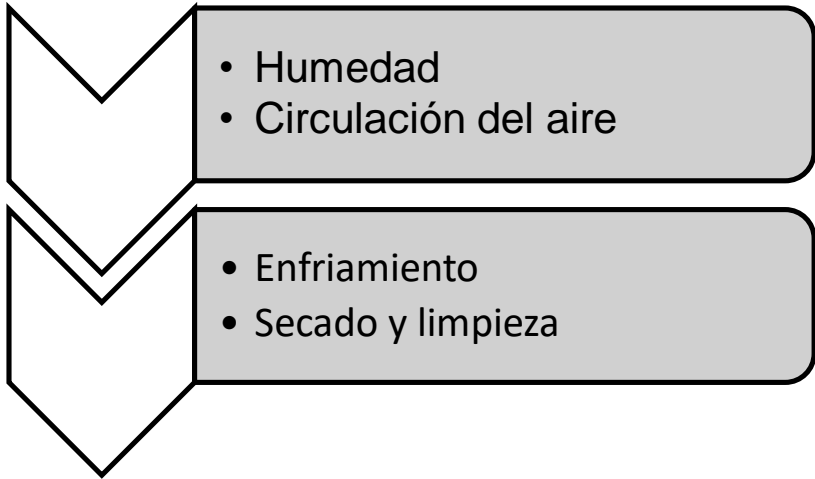
Atmosférica  
Relativa  
Absoluta-Manométrica  
Vacío

**Energía interna**



## Composición del aire e impurezas

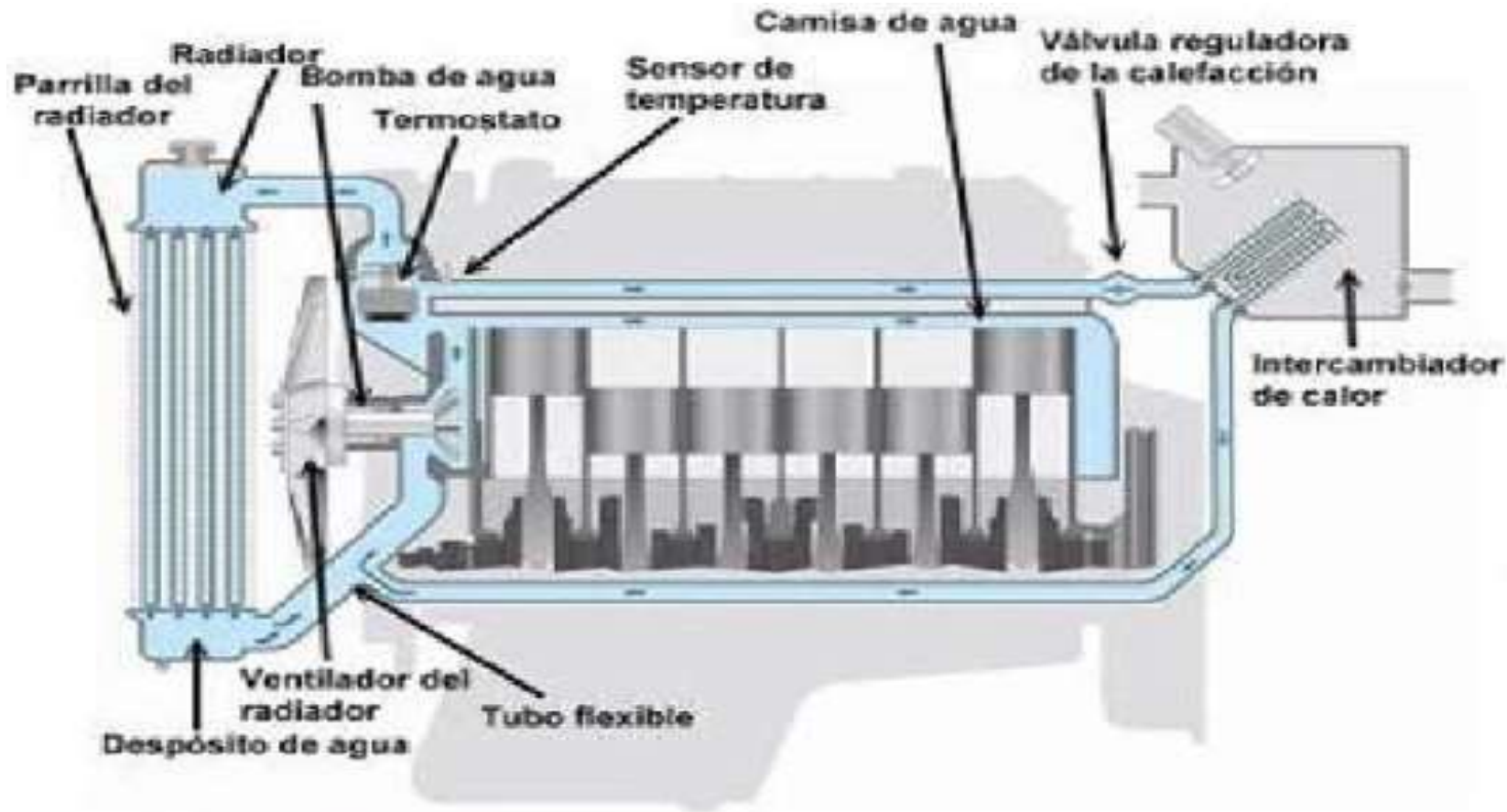
### Características del aire



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

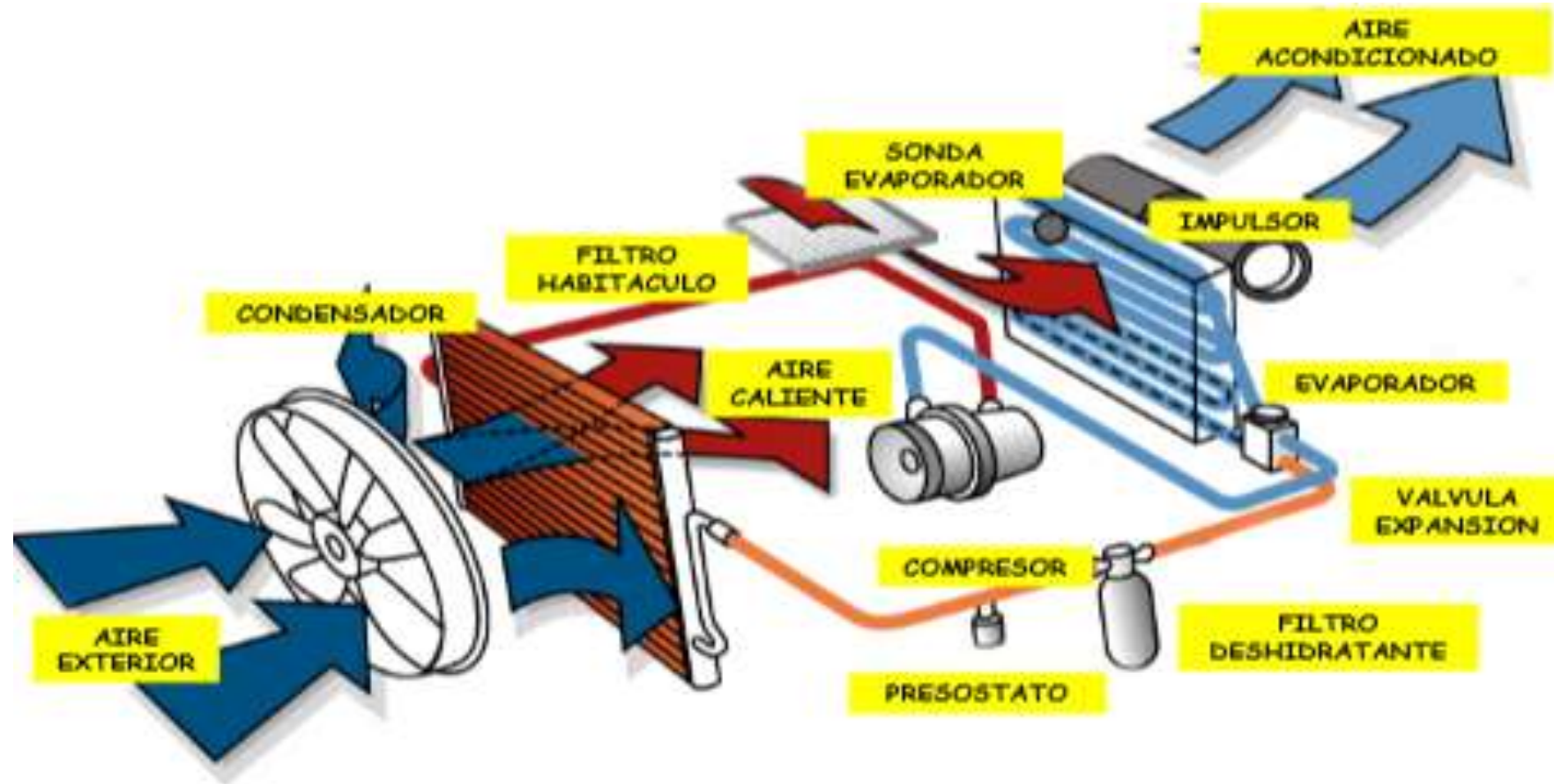


## Calefacción automotriz



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.

## Sistema de aire acondicionado



## Refrigerante R-134a

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  $-26^{\circ}\text{C}$ , además no contiene moléculas de cloro el cual es muy perjudicial para el medio ambiente.



### características

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

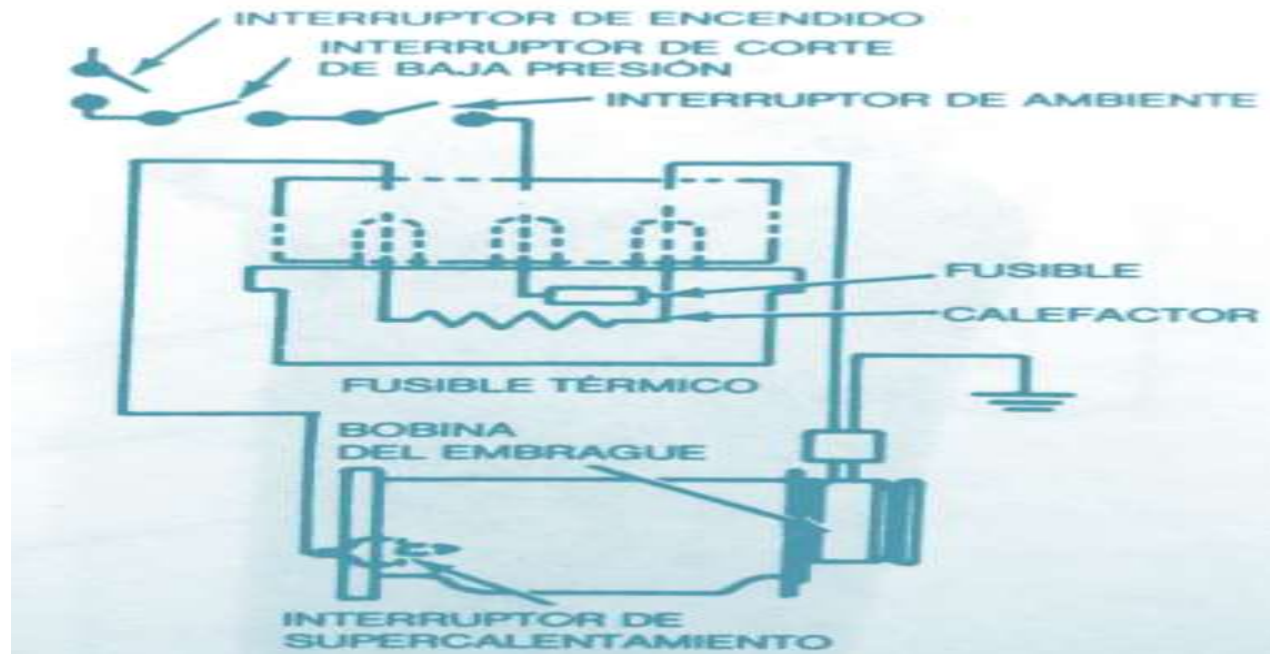
## Lubricante del sistema de aire acondicionado

El tipo de lubricante debe ser específico para el sistema ya que tiene que cumplir con varias funciones durante su funcionamiento de los 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.

## Dispositivos de seguridad en el sistema de aire acondicionado

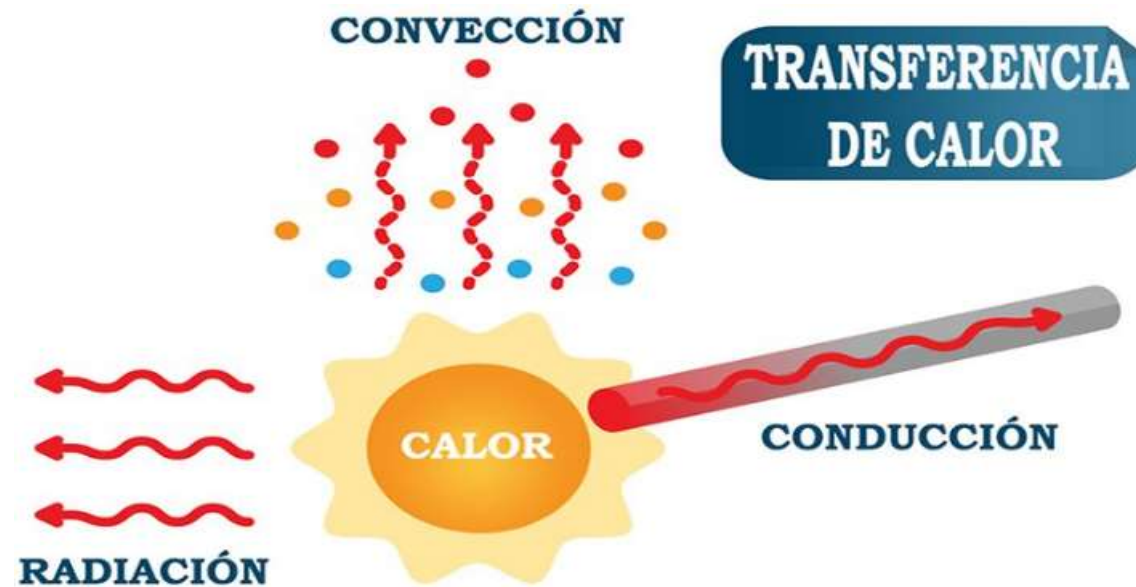
En la mayoría de los sistemas se implementan, un interruptor o termostato de ambiente, un limitador térmico y un interruptor de sobrecalentamiento, un interruptor de corte de baja presión y una válvula de seguridad de alta presión





## Transferencia de calor

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.



## Bomba de vacío

Básicamente es un equipo diseñado para absorber gases y con ello generar vacío dentro de un circuito extrayendo gases 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.





## Datos técnicos

DETALLE	OBSERVACIÓN
Marca	Everwell
País de Origen	P.R.C
Modelo	1 LVP-1.5
Flujo de aire	2.0 CFM
Voltaje de trabajo	110-220 V @ 50- 60 Hz
Motor eléctrico	¼ HP
Capacidad lubricante	240 ml
Puerto de entrada	¼" SAE
Dimensiones	240x93x200
Peso	4.3 Kg.
Temperatura de funcionamiento	5-40° Celsius
Vacío final	20 Pa
Micrones	150

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

- Capacidad de la bomba de vacío: 2CFM-57L/min.
- Cantidad de refrigerante a evacuar 0,68 L.

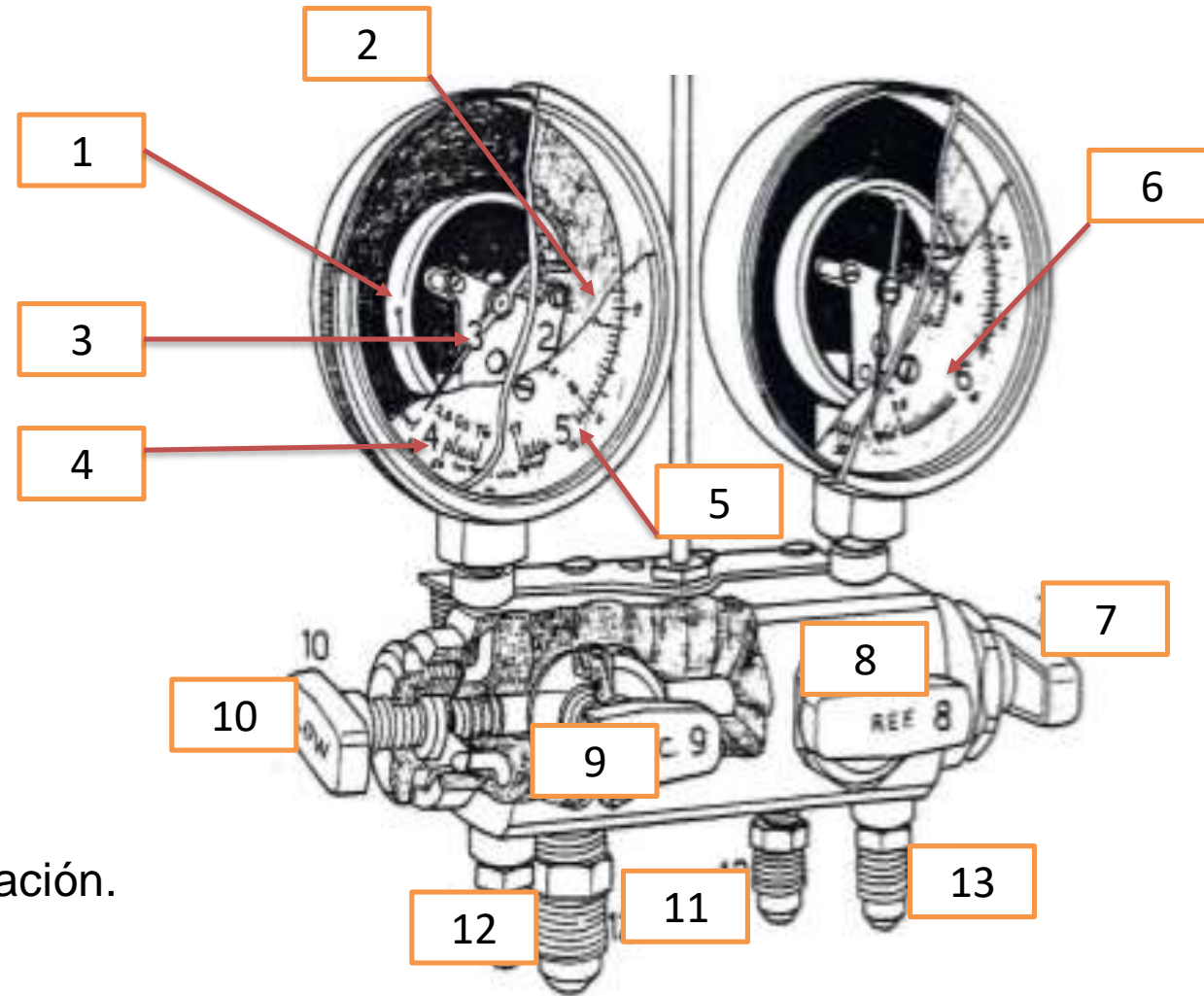
## Grupo manómetro

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.



## Grupo manómetro

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 manovacúómetro.
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 la conexión con la alta presión.

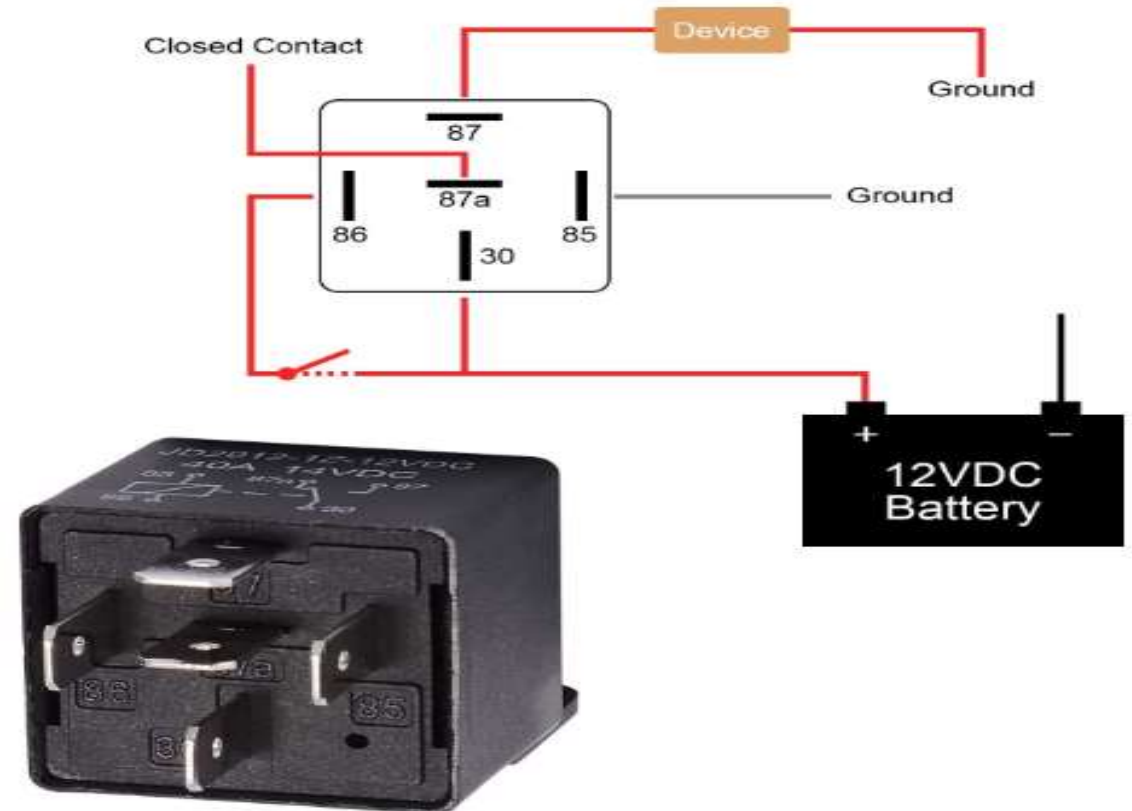


## Tabla de presiones

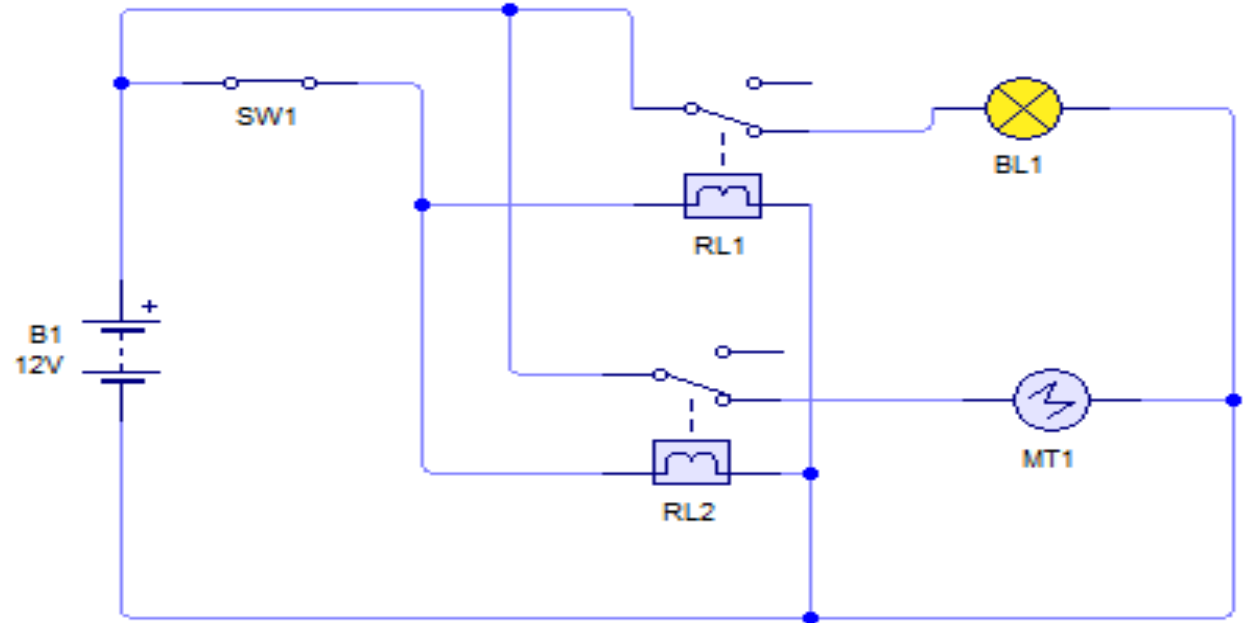
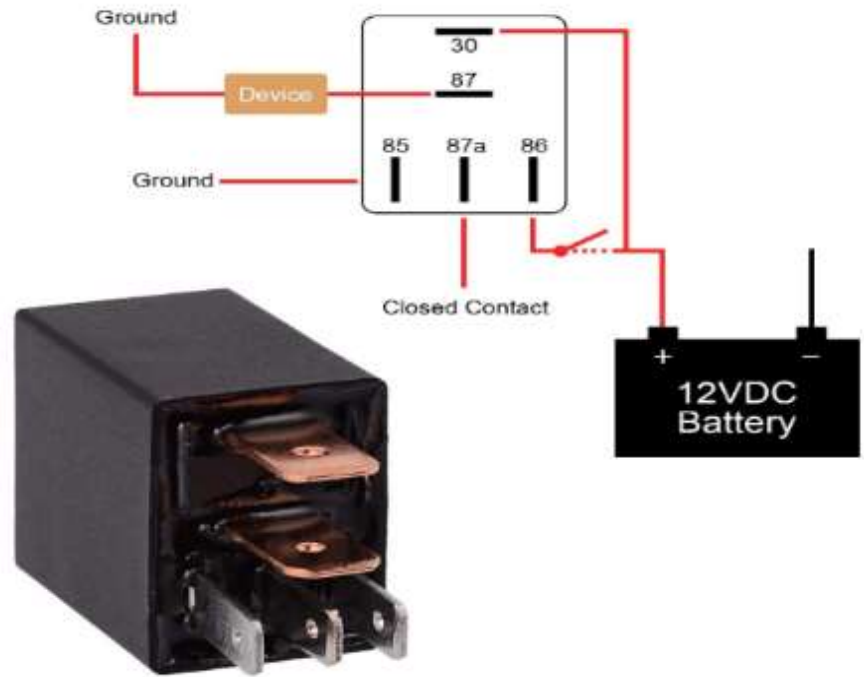
Temperatura Celsius	Baja presión (Psi)	Alta presión (Psi)
18	25-35	135-155
21	35-40	145-160
23	35-45	150-170
26	40-50	175-210
29	45-55	225-250
32	45-55	250-270
35	50-55	175-300
37	50-55	315-325
40	50-55	330-335
43	50-55	340-345

## Relé

Permite controlar tensiones operando con una tensión pequeña. Se trata de instrumentos que brindan una mayor seguridad en distintos dispositivos que funcionan con el uso de energía eléctrica, ya que sus contactos permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos.



## Simulación del circuito comprobador





## IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

### Modelado y materialización de la estructura

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, y el envase vacío, circuito para comprobaciones de relés y compresor.





Implementación de circuito comprobador, bomba de vacío, manómetros, fuente de alimentación del banco de pruebas.  
Para ello se pone una cubierta de madera dando una mejor presentación





Banco de pruebas del sistema de aire acondicionado materializado para realizar pruebas de funcionamiento.

El proceso de pruebas de funcionamiento de la fuente de alimentación, circuito comprobador, manómetros de presión, bomba de vacío se realizan en los vehículos con sistema de aire acondicionado.





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  $35 \text{ kg/cm}^2$

La manguera de color azul de baja presión (presiones de succión) que generalmente está graduada de 0 a 250 *PSI* ó de 0 a  $17.5 \text{ kg/cm}^2$ , 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 y sobre la presión atmosférica.



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.
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.

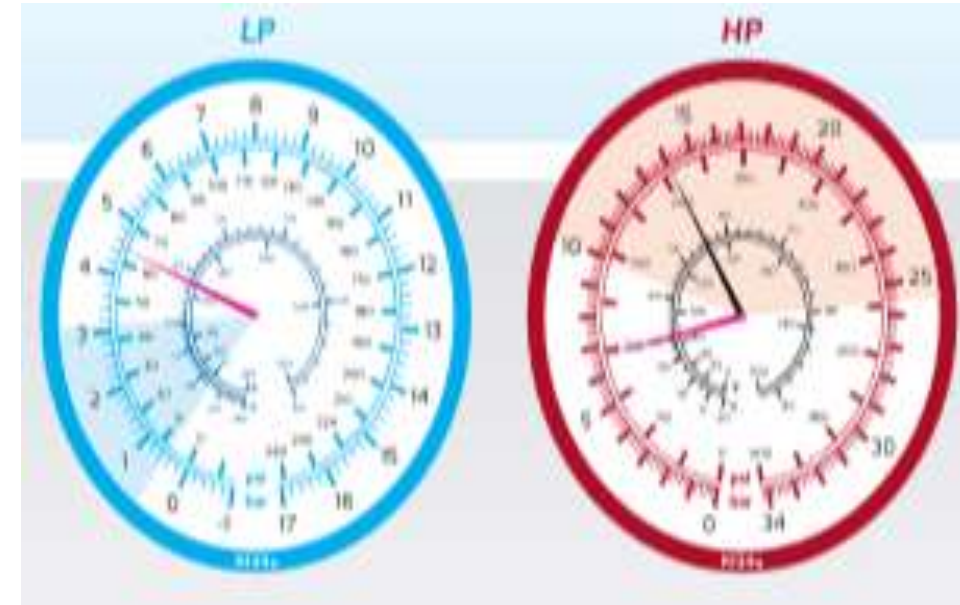
## Tabla de interpretación de manómetros

°T Ambiente	Compresor variable				Compresor fijo			
	Baja presión psi		Alta presión		Baja presión		Alta presión	
	Min	Max.	Min	Max.	Min.	Max.	Min	Max
15.5 °C	22	33	138	188	8	44	138	188
21.0 °C	22	33	180	254	8	44	181	254
26.5	22	33	203	297	8	44	203	297
32.0 °C	22	36	232	348	8	51	232	348
38.8 °C	22	36	232	370	8	51	268	370
43.0 °C	22	36	319	406	8	51	319	406

## DIAGNÓSTICO

**Baja presión: Demasiada alta**  
**Alta presión: Normal o muy baja**

- Conexión incorrecta de las líneas de succión y descarga con el compresor.
- El embrague no se del compresor no se acopla.
- Válvula de expansión bloqueada en posición abierta.
- El compresor no funciona correctamente.
- Carga de refrigerante demasiado baja.
- Error en la alimentación del embrague del compresor.





## DIAGNÓSTICO

**Baja presión: Demasiada baja**  
**Alta presión: Normal o muy alto**

- Válvula de presión termostática defectuosa.
- Válvula de expansión cerrada (bloqueado).
- Restricción entre la línea de refrigerante entre el filtro secador y válvula de expansión.
- Válvula de succión del compresor bloqueado que no permite flujo de alto volumen.
- Obstruido el secador.
- Vacío incorrecto humedad en le sistema.
- Refrigerante contaminado.

## DIAGNÓSTICO

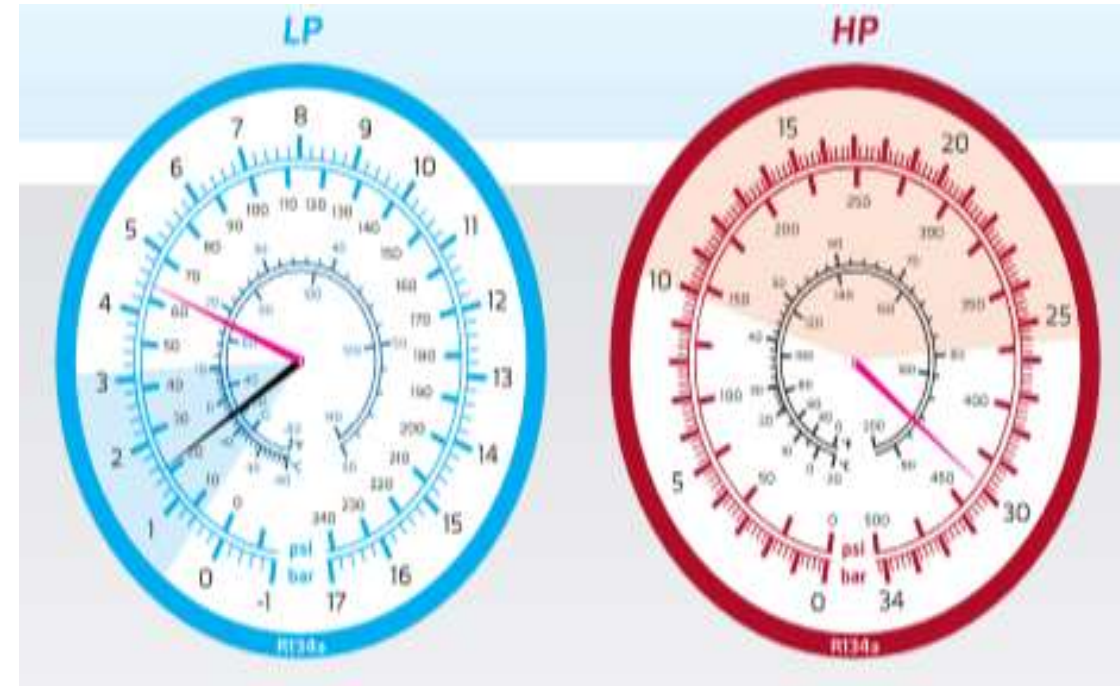
**Baja presión: Normal o demasiada baja**  
**Alta presión: Normal**

- Entrada de aire caliente al evaporador compartimento.
- El radiador del calefactor no deja de calentarse.
- Evaporador congelado, por mal funcionamiento de la sonda termostática en el evaporador.
- Mal funcionamiento del ventilador interior.
- Posibles problemas con mecanismos de recirculación de aire en el interior.

## DIAGNÓSTICO

**Baja presión: normal o demasiada alta**  
**Alta presión: demasiado alta**

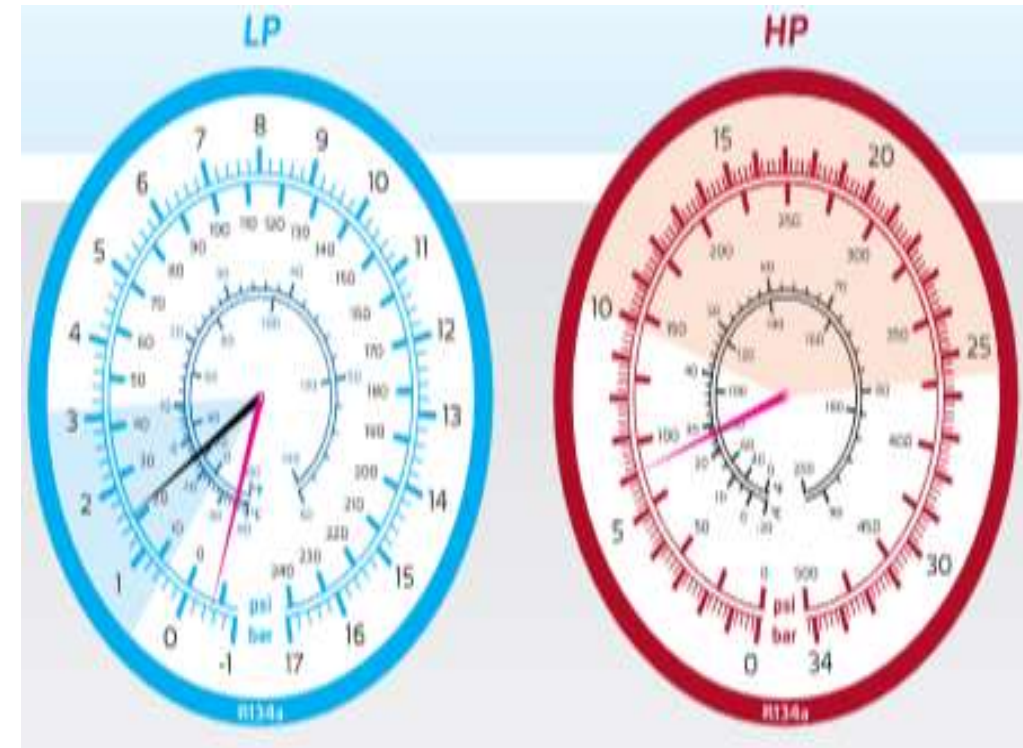
- Sobrecarga del sistema.
- Obstrucción del condensador, contaminado.
- Lado de alta presión obstruido.
- Temperatura ambiente sobre los 40°C.
- Filtro secador sucio.



## DIAGNÓSTICO

**Baja presión: normal o demasiada baja**  
**Alta presión: demasiado baja**

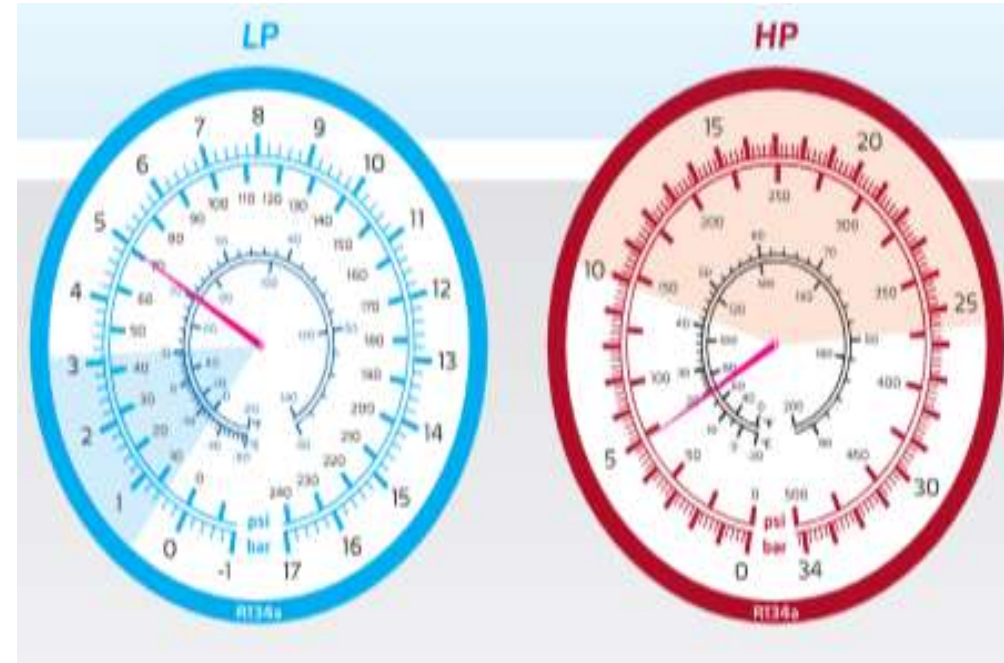
- Nivel de refrigerante demasiada baja.
- Falla de válvula de expansión obstruida o bloqueada.
- Obstrucción del sistema del sistema entre el secador y evaporador.
- Obstrucción lado de alta presión.
- Temperatura ambiente por debajo de 5°C.



## DIAGNÓSTICO

### Poca presión en baja y alta

- Fallo del compresor.
- Funcionamiento defectuoso del embrague del compresor.
- Funcionamiento defectuoso de la correa del compresor.
- Válvula de succión defectuosa en el compresor.



- 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 realizaron pruebas de funcionamiento con dos diferentes marcas y modelos de vehículos con A/C cumpliendo satisfactoriamente para el que fue implementado.





1922  
ECUADOR