



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA  
EL ESTUDIO Y FUNCIONAMIENTO DEL AIRE  
ACONDICIONADO DEL HYUNDAI ACCENT PARA LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ□**

**FIALLOS SANTAMARÍA MARCO EDUARDO**

## **TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

# **INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-04-14

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**MARCO EDUARDO FIALLOS SANTAMARÍA**

---

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO Y  
FUNCIONAMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO DEL HYUNDAI  
ACCENT PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Andrea Razo Cifuentes  
DIRECTORA DE TESIS

---

Ing. Raúl Cabrera Escobar  
ASESOR DE TESIS

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** MARCO EDUARDO FIALLOS SANTAMARÍA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO Y FUNCIONAMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO DEL HYUNDAI ACCENT PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

**Fecha de Examinación:** 2014-04-17

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Jorge Paucar Guambo (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Andrea Razo Cifuentes (DIRECTORA DE TESIS)			
Ing. Raúl Cabrera Escobar (ASESOR)			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Jorge Paucar Guambo  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Marco Eduardo Fiallos Santamaría

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este proyecto primeramente a mis padres por ser la guía para alcanzar el gran sueño de verme graduado y ser un hombre de bien y profesional.

También quiero dedicar a mi esposa a mi hijo, hermanas, y a toda mi familia, que me han apoyado de una manera sin interés alguno para lograr el único objetivo de ser un buen profesional.

Y por último quiero dedicar esta tesis a todos mis profesores que me enseñaron y fueron la guía para lograr este título.

**Marco Fiallos Santamaría**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por recibirme y darme una oportunidad de alcanzar una profesión y ser un buen profesional.

A Dios por darme la vida, salud y el conocimiento para alcanzar el gran objetivo de ser una persona de bien y útil para la sociedad.

Un agradecimiento especial a mis padres al Sr. Marco Fiallos y Sra. Enma Santamaría, quienes con su esfuerzo y paciencia lograron ubicarme en una buena universidad y obtener el gran anhelado título.

A mis queridas hermanas que siempre me apoyaron moral y económicamente en todo momento y en todo lugar y así alcanzar la felicidad de toda mi familia.

El más sincero agradecimiento a mi directora de tesis a la Ingeniera Andrea Razo por ser la guía y hacer posible esta tesis, a mi asesor Ingeniero Raúl Cabrera por los conocimientos brindados en el desarrollo de este trabajo.

**Marco Fiallos Santamaría**

# CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	2
<b>2. FUNDAMENTO TEÓRICO</b>	
2.1 Sistema de aire acondicionado.....	4
2.2 Compresor.....	5
2.2.1 <i>Función</i> .....	5
2.2.2 <i>Válvulas de admisión y descarga</i> .....	6
2.2.3 <i>Funcionamiento de las válvulas de admisión y descarga</i> .....	6
2.2.4 <i>Clases de compresores</i> .....	7
2.2.4.1 <i>Compresores alternativos con pistones y cigüeñal</i> .....	7
2.2.4.2 <i>Compresores de disco oscilante</i> .....	7
2.2.4.3 <i>Compresores axiales de disco oscilante y cilindrada variable</i> .....	8
2.2.4.4 <i>Compresores axiales dobles de disco oscilante</i> .....	9
2.2.4.5 <i>Compresores rotativos de paletas</i> .....	10
2.2.4.6 <i>Compresores rotativos sistema Wankei</i> .....	10
2.2.4.7 <i>Compresores de espiral</i> .....	11
2.2.4.8 <i>Compresores radiales</i> .....	11
2.2.5 <i>Anomalías y averías de los compresores</i> .....	12
2.2.5.1 <i>Fallas de las válvulas de servicio de admisión y descarga</i> .....	12
2.2.5.2 <i>Falla de la válvula reguladora de capacidad variable</i> .....	12
2.2.5.3 <i>Ruidos interiores</i> .....	12
2.2.5.4 <i>Bloqueo y roturas</i> .....	12
2.2.5.5 <i>Falta de limpieza en las reparaciones</i> .....	12
2.2.6 <i>Embrague magnético</i> .....	12
2.2.7 <i>Cálculo de las RPM en las poleas del compresor y motor eléctrico</i> .....	13
2.2.7.1 <i>Curva de funcionamiento del compresor a 1620 RPM</i> .....	15
2.2.7.2 <i>Curva de funcionamiento del compresor a 1270 RPM</i> .....	17
2.2.8 <i>Lubricante del compresor</i> .....	18
2.3 Evaporador.....	19
2.3.1 <i>Tipos de evaporadores</i> .....	19
2.3.1.1 <i>Serpentín de tubos</i> .....	20
2.3.1.2 <i>Serpentín de tubo plano foliculado</i> .....	20
2.3.1.3 <i>Evaporadores de placas</i> .....	21
2.4 Condensador.....	21
2.4.1 <i>Tipos de condensadores</i> .....	22
2.4.1.1 <i>Serpentín de tubos de cobre y aletas de aluminio multifujo</i> .....	22
2.4.1.2 <i>Serpentín de tubo extrusionado plano</i> .....	22
2.4.1.3 <i>De flujo paralelo y multifujo</i> .....	23
2.4.1.4 <i>Serpentín de flujo paralelo y serpentines</i> .....	23
2.5 Válvulas de expansión.....	23

2.5.1	<i>Función</i> .....	24
2.5.2	<i>Tipos de válvulas de expansión</i> .....	24
2.5.2.1	<i>Válvulas de expansión monobloque</i> .....	24
2.5.2.2	<i>Válvulas de expansión de tubo</i> .....	25
2.5.2.3	<i>Botella deshidratante y reserva</i> .....	25
2.6	<i>Electro Ventilador</i> .....	26
2.6.1	<i>Tipos de ventiladores</i> .....	26
2.6.1.1	<i>Ventiladores de flujo axial</i> .....	26
2.6.1.2	<i>Ventiladores de flujo radial</i> .....	26
2.6.2	<i>Tipos de aspas</i> .....	27
2.6.2.1	<i>Aspas curvas hacia atrás</i> .....	27
2.6.2.2	<i>Aspas curvas hacia adelante</i> .....	27
2.6.3	<i>Presostato</i> .....	27
2.6.4	<i>Presostato de baja o interruptor de baja presión del condensador</i> .....	27
2.6.5	<i>Presostato de baja en el evaporador</i> .....	28
2.7	<i>Filtro deshidratador</i> .....	28
2.7.1	<i>Funciones</i> .....	28
2.7.2	<i>Tipos de filtros deshidratadores</i> .....	28
2.7.2.1	<i>Filtros bidireccionales de línea de líquido sellado</i> .....	28
2.7.2.2	<i>Filtro deshidratador Premium de la línea de succión</i> .....	29
2.8.3	<i>Mantenimiento de los filtros deshidratadores</i> .....	29
2.9	<i>Fundamentos de la Termodinámica</i> .....	30
2.9.1	<i>Ley cero de la Termodinámica</i> .....	30
2.9.2	<i>Segunda ley de la termodinámica</i> .....	31
2.9.3	<i>Materia</i> .....	31
2.10	<i>Cambio de estado de la materia</i> .....	31
2.10.1	<i>Fusión</i> .....	31
2.10.2	<i>Solidificación</i> .....	31
2.10.3	<i>Vaporización y ebullición</i> .....	32
2.10.4	<i>Condensación</i> .....	32
2.10.5	<i>Sublimación</i> .....	32
2.11	<i>Temperatura</i> .....	32
2.11.1	<i>Escalas de temperatura</i> .....	33
2.11.2	<i>Grados Celsius</i> .....	33
2.11.3	<i>Grados Fahrenheit</i> .....	33
2.11.4	<i>Grados Kelvin</i> .....	33
2.12	<i>Calor</i> .....	33
2.13	<i>Transferencia de Calor</i> .....	34
2.13.1	<i>Tipos de transferencia de Calor</i> .....	34
2.14	<i>Concepto de aire acondicionado</i> .....	36
<b>3.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>	
3.1	<i>Descripción del sistema</i> .....	37
3.2	<i>Conceptos básicos del sistema de aire acondicionado</i> .....	39
3.2.1	<i>Acondicionamiento de aire</i> .....	39
3.2.2	<i>Compresor</i> .....	39
3.2.3	<i>Condensador</i> .....	39
3.2.4	<i>Evaporador</i> .....	39

3.2.5	<i>Tubo orificio.....</i>	39
3.2.6	<i>Válvula de expansión.....</i>	39
3.2.7	<i>Serpentín.....</i>	39
3.2.8	<i>Climatizador.....</i>	39
3.2.9	<i>Blower.....</i>	39
3.2.10	<i>Filtro secador.....</i>	39
3.2.11	<i>Refrigerante.....</i>	40
3.3	Precaución para la instalación.....	40
3.4	Implementación y construcción de los elementos <i>en la estructura.....</i>	40
3.5	Acoplamiento de los elementos para el banco de pruebas.....	41
3.5.1	<i>Construcción de la estructura metálica.....</i>	41
3.5.2	<i>Colocación de las planchas de MDF plastificado.....</i>	42
3.6	Selección y adquisición de los componentes.....	43
3.6.1	<i>Selección del compresor.....</i>	43
3.6.2	<i>Selección del evaporador.....</i>	44
3.6.3	<i>Selección del condensador.....</i>	44
3.6.4	<i>Selección del motor eléctrico.....</i>	45
3.6.5	<i>Selección de la válvula de expansión termostática.....</i>	45
3.6.6	<i>Selección de la tubería.....</i>	46
3.7.	Montaje de los componentes.....	46
3.7.1	<i>Colocación del compresor.....</i>	46
3.7.2	<i>Colocación del motor eléctrico.....</i>	47
3.7.3	<i>Colocación del condensador.....</i>	47
3.7.4	<i>Colocación del evaporador.....</i>	47
3.7.5	<i>Colocación de la válvula de expansión.....</i>	48
3.7.6	<i>Colocación de las mangueras.....</i>	48
3.7.7	Colocación del blower.....	49
3.7.8	<i>Colocación de los manómetros e indicadores de alta presión.....</i>	49
3.7.9	<i>Colocación de los manómetros e indicadores de baja presión.....</i>	49
3.7.10	<i>Instalación de las cañerías y termocuplas de los manómetros.....</i>	50
3.7.11	<i>Instalación del cargador de batería.....</i>	50
3.7.12	<i>Instalación de la batería.....</i>	51
3.7.13	<i>Instalación del modulo de control del blower.....</i>	51
3.7.14	<i>Instalación de los mandos de control.....</i>	52
3.7.15	<i>Instalación de los fusibles.....</i>	52
3.7.16	<i>Instalación eléctrica.....</i>	53
3.7.17	<i>Colocación de nombres y señalización.....</i>	53
3.7.18	<i>Tablero terminado.....</i>	54
<b>4.</b>	<b>EVACUACIÓN Y CARGA EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>	
4.1	Evacuación (vacío) del sistema.....	55
4.2	Carga en el circuito de baja.....	55
4.3	Agente refrigerante.....	56
4.3.1	<i>El fluido frigorífico clorofluorcarbono.....</i>	56
4.3.2	<i>El fluido frigorífico hidroflluorucarbono.....</i>	57
4.3.3	<i>Ventajas de la utilización R-134a con respecto al R12.....</i>	57
4.3.4	<i>Aceite frigorífico.....</i>	58
4.4	Accesorios para la carga del refrigerante.....	58

4.4.1	<i>Arboles de carga</i> .....	59
4.4.2	<i>Manómetros de alta y baja presión</i> .....	59
4.4.3	<i>Bomba de vacío</i> .....	59
4.4.4	<i>Botella de nitrógeno seco</i> .....	60
4.4.5	<i>Mangueras y empaquetaduras</i> .....	60
4.4.6	<i>Código de colores utilizado en el manómetro de refrigeración</i> .....	61
4.5	<i>Vacío en el sistema de aire acondicionado</i> .....	61
4.5.1	<i>Determinar si queda refrigerante en el sistema</i> .....	61
4.5.2	<i>Revisar si hay alguna gotera</i> .....	62
4.5.3	<i>Bobinas obstruidas</i> .....	62
4.5.4	<i>Quitar la tapa de la válvula</i> .....	63
4.5.5	<i>Colocar el acople en la válvula</i> .....	63
4.5.6	<i>Purgar el circuito</i> .....	63
4.5.7	<i>Puerto de baja presión</i> .....	64
4.5.8	<i>Comprobación del sistema</i> .....	64
4.5.8.1	<i>Abrir la válvula</i> .....	65
4.5.8.2	<i>Medición del colector</i> .....	65
4.5.8.3	<i>Revisar al puerto de carga</i> .....	66
4.5.8.4	<i>Revisión del circuito</i> .....	66
4.6	<i>Precauciones</i> .....	67
4.7	<i>Desmontaje del juego de medidores múltiples</i> .....	67
4.8	<i>Incidencias y reparaciones</i> .....	68
4.8.1	<i>Fallas en el compresor</i> .....	69
4.8.2	<i>Refrigerante insuficiente</i> .....	70
4.8.3	<i>El refrigerante no circula</i> .....	70
4.8.4	<i>Humedad en el circuito</i> .....	71
4.8.5	<i>Compresor no rinde</i> .....	71
4.8.6	<i>Exceso de refrigerante</i> .....	72
4.8.7	<i>Aire en el circuito</i> .....	72
4.8.8	<i>Válvula de expansión abierta</i> .....	73
4.9	<i>Medidas de seguridad</i> .....	73
<b>5.</b>	<b>COMPROBACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL SISTEMA</b>	
5.1	<i>Descripción del equipo</i> .....	75
5.1.1	<i>Interruptores de perilla</i> .....	75
5.1.2	<i>Luz piloto</i> .....	75
5.1.3	<i>Fusibles</i> .....	76
5.1.4	<i>Relés</i> .....	76
5.1.5	<i>Mandos de control</i> .....	76
5.1.6	<i>Cargador de batería</i> .....	77
5.1.7	<i>Manómetros</i> .....	77
5.1.8	<i>Indicador de temperatura</i> .....	77
5.1.9	<i>Sensor de válvula</i> .....	78
5.2	<i>Funcionamiento del sistema</i> .....	82
5.2.1	<i>Compresión</i> .....	83
5.2.2	<i>Condensación</i> .....	84
5.2.3	<i>Filtrado desecado</i> .....	84
5.2.4	<i>Expansión</i> .....	84
5.2.5	<i>Evaporación</i> .....	85

5.2.6	<i>Control.....</i>	85
5.3	Comprobación de voltajes de componentes del aire acondicionado.....	87
5.3.1	<i>Comprobación de voltaje del circuito de alimentación.....</i>	87
5.3.2	<i>Comprobación de voltaje de alimentación del compresor.....</i>	87
5.3.3	<i>Comprobación del voltaje de alimentación del electroventilador.....</i>	88
5.3.4	<i>Comprobación del voltaje de alimentación del soplador.....</i>	88
5.4	No exceder la potencia de aire acondicionado.....	89
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones.....	90
6.2	Recomendaciones.....	91

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

**PLANOS**

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1 Cálculo de las RPM del compresor.....	13
2 Incidencias y reparaciones.....	68
3 Fallas en el compresor.....	69
4 Refrigerante insuficiente.....	70
5 Refrigerante no circula.....	70
6 Humedad en el circuito.....	71
7 El compresor no rinde.....	71
8 Exceso de refrigerante.....	72
9 Aire en el circuito.....	72
10 Válvula de expansión abierta.....	73

## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Sistema de aire acondicionado .....	4
2	Compresor.....	5
3	Válvula de admisión.....	6
4	Alternativos con pistones y cigüeñal.....	7
5	Compresor de disco oscilante.....	8
6	Compresores axiales de disco oscilante.....	9
7	Compresores axiales dobles de disco oscilante .....	9
8	Compresores rotativos de paletas.....	10
9	Compresores rotativos sistema wankel.....	11
10	Compresores de espiral.....	11
11	Embrague Magnético.....	13
12	Curva de funcionamiento a 1620 rpm.....	15
13	Curva de funcionamiento a 1270 rpm.....	17
14	Lubricante del compresor.....	18
15	Evaporador.....	19
16	Serpentín de tubos.....	20
17	Serpentín de tubo plano foliculado.....	20
18	Generador de impulsos.....	21
19	Condensador.....	21
20	Serpentín de tubos.....	22
21	Serpentín de tubo extrusionado plano.....	22
22	Condensador de flujo paralelo y multiflujo.....	23
23	Condensador de flujo paralelo. ....	23
24	Válvula de expansión.....	24
25	Válvulas de expansión monobloque.....	24
26	Válvulas de expansión de tubo .....	25
27	Botella deshidratante y reserva .....	25
28	Electro ventilador. ....	26
29	Presostato.....	27
30	Filtro deshidratador.....	28
31	Filtros bidireccionales.....	29
32	Filtro deshidratador premium de la línea de succión.....	29
33	Ley cero de la termodinámica.....	30
34	Cambio de estado de la materia.....	31
35	Cambio de estado.....	32
36	Temperatura.....	33
37	Transferencia de calor.....	34
38	Conducción.....	34
39	Convección.....	35
40	Radiación.....	35
41	Circuito de aire acondicionado.....	36
42	Esquema de funcionamiento.....	37
43	Diagrama de temperaturas.....	38
44	Estructura metálica.....	42
45	Colocación de la plancha de MDF .....	42

46	Componentes del sistema.....	43
47	Selección del compresor.....	43
48	Selección del evaporador.....	44
49	Selección del condensador.....	44
50	Selección del motor eléctrico.....	45
51	Selección de la válvula de expansión.....	45
52	Selección de la tubería del sistema.....	46
53	Montaje del compresor.....	46
54	Colocación del motor eléctrico.....	47
55	Colocación del condensador.....	47
56	Colocación del evaporador.....	48
57	Colocación de la válvula de expansión.....	48
58	Colocación de las mangueras.....	48
59	Colocación del blower.....	49
60	Colocación de los manómetros y termómetros de alta presión.....	49
61	Colocación de los manómetros y termómetros de baja presión.....	50
62	Instalación de las cañerías.....	50
63	Instalación del cargador de batería.....	51
64	Instalación de la batería.....	51
65	Instalación del modulo de control .....	52
66	Instalación del mando de control.....	52
67	Instalación de fusibles.....	52
68	Instalación eléctrica.....	53
69	Instalación eléctrica de 110 V.....	53
70	Instalación de nombres y señalización.....	54
71	Tablero terminado.....	54
72	Refrigerante R 12.....	57
73	Refrigerante R 134a.....	58
74	Arboles de carga.....	59
75	Manómetros.....	59
76	Bomba de vacío.....	60
77	Botella de nitrógeno seco.....	60
78	Mangueras y empaquetaduras.....	60
79	Refrigerante en el sistema.....	61
80	Verificación de goteras.....	62
81	Bobinas de condensación.....	62
82	Quitar la tapa del circuito.....	63
83	Colocar la tapa del refrigerante.....	63
84	Purgar la manguera.....	64
85	Puerto de carga.....	64
86	Comprobación del sistema.....	65
87	Abrir la válvula.....	65
88	Medidor de colector.....	66
89	Revisar el puerto de carga.....	66
90	Revisión de aire.....	67
91	Interruptores de perilla.....	75
92	Luz piloto.....	75
93	Fusibles.....	76
94	Relés.....	76

95	Mandos de control.....	76
96	Cargador de batería.....	77
97	Manómetros.....	77
98	Indicador de temperatura.....	77
99	Sensor de válvula.....	78
100	Puntos de prueba.....	79
101	Circuito de alta presión.....	79
102	Circuito de baja presión.....	80
103	Panel frontal.....	80
104	Zona central.....	81
105	Panel inferior.....	81
106	Panel izquierdo.....	82
107	Motor eléctrico.....	82
108	Funcionamiento del sistema.....	83
109	Compresión.....	83
110	Condensación.....	84
111	Expansión.....	84
112	Evaporación.....	85
113	Instalación de baja presión.....	85
114	Instalación de alta presión.....	86
115	Manómetro de baja presión.....	86
116	Comprobación del voltaje.....	87
117	Voltaje del compresor.....	87
118	Voltaje del electroventilador.....	88
119	Voltaje del soplador.....	88

## LISTA DE ABREVIACIONES

AA	Aire acondicionado
ATC	(Control automático de temperatura, por sus siglas en inglés)
MFCV	Mass Flow Compensated Valve
CO	monóxido de carbono
MOP	Presión de Operación Máxima (Maximum Operation Pressure)
HCF	Clorofluorcarbono
CFC	Diclodifluormetano
POE	Aceite poliéster
PAG	Polialcalinlicol
AB	Alquilbencenico

## LISTA DE ANEXOS

- A**      Guías de prácticas
- B**      Manual de mantenimiento
- C**      Manual de usuario

## RESUMEN

La implementación del banco didáctico tiene como objetivo mostrar el funcionamiento de todos los componentes del sistema de aire acondicionado del automóvil Hyundai Accent, y nos permite simular fallas, realizar pruebas en diferentes estados de funcionamiento, cargar y descargar de gas o líquido refrigerante, para lo cual, se ha elaborado guías de práctica y de mantenimiento del equipo.

En base a la información recopilada se construyó el equipo según las dimensiones del compresor, evaporador, y condensador, con una base metálica y MDF, contiene un cargador de batería, batería de 12 voltios, manómetros, una válvula de expansión, un blower, sensores de temperatura, interruptores que simulan las fallas más comunes; y, para el control de todo el sistema se utilizó circuitos eléctricos. Todos sus elementos crean un sistema de aire acondicionado automotriz convencional didáctico real, accionado por un motor eléctrico de 2Hp para remplazar la torsión ejercida por la polea del cigüeñal hacia la polea del compresor por medio de una banda

El principio de funcionamiento de un Aire acondicionado es la compresión y expansión de un gas con unas características especiales: R – 134a o R12. Este gas tiene la peculiaridad de evaporarse a  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$  a presión atmosférica. La presión de funcionamiento del sistema debe estar en estos rangos presión de baja: 20 – 45 psi, presión de alta: 175 – 250 psi.

Esta herramienta de práctica y adiestramiento requiere de mantenimiento preventivo riguroso a los elementos que conforman el tablero según el manual de usuario para que el mismo se encuentre en óptimas condiciones de operación y se alcance un adecuado período de vida útil.

## ABSTRAC

This research work is about the implementation of a didactic bench created in order to show how the components of the air conditioning system work in the Hyundai Accent Automobile. It allows simulating failures, testing different working status, and charging and discharging gas or coolant. Some practice and equipment maintenance guides have been elaborated for this aim.

The equipment was built considering the collected information and according to the compressor, evaporator, and condenser dimensions. It was made with a metallic base and MDF. It contains a battery charger, a 12 volt battery, manometers, an expansion valve, a blower, temperature sensors, switches that simulate the most common failures, and, for the whole system control, electric circuits. All the elements create a conventional air conditioning system for a car that is real and didactic. It works with a 2 HP electric motor to replace the torsion that the crank shaft pulley does towards the compressor pulley by means of a band.

The operating principle of an Air Conditioning system is the compression and expansion of a gas with some special characteristics: R – 134a or R12. The particularity of this gas is that it must be within the low pressure: 20 – 25 psi, and high pressure: 175 – 250 psi.

This practice and training tool requires rigorous preventive maintenance to all the elements of the dash board. It should follow the operator's manual so that it stays in optimal conditions and it reaches an adequate life span.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Generalidades**

Los sistemas de aire acondicionado se crearon por la razón de que en los primeros automóviles que se ensamblaron, los pasajeros tenían que abrigarse en invierno mientras que en verano tenían que refrescarse con la brisa que soplaba cuando el automóvil estaba en movimiento. En sus inicios el sistema de aire acondicionado consistía en colocar una cubeta con hielo en el piso del automóvil y hacer que un ventilador sople aire dentro del habitáculo logrando con esto que los pasajeros se sientan más frescos en época de calor.

Con el pasar de los años el primer vehículo que tenía entre sus características el sistema de aire acondicionado incorporado fue el modelo Packard, que no era más que un evaporador que envolvía todo el interior del auto en forma de una espiral y que era controlado a través de un interruptor.

Por lo que si se quería apagar el aire acondicionado había que apagar primero el vehículo y retirar la banda que unía el compresor con el motor de combustión interna. El mismo Cadillac lanzó una solución para este problema que consistía en integrar controles de aire acondicionado en sus autos, los mismos que iban colocados en los asientos traseros. Por lo que si el conductor deseaba apagar el aire acondicionado debía estirarse, pero era mejor que apagar el vehículo y retirar la banda.

Desde entonces los sistemas de aire acondicionado automotriz han ido evolucionando hasta los tiempos actuales con controles electrónicos y compresores más pequeños pero a la vez más eficientes. Pero así como los componentes del sistema de aire acondicionado evolucionaron, también evolucionaron los agentes refrigerantes ya que uno de los primeros agentes refrigerantes que se usaron fueron los CFC, pero estos contenían cloro que dañaban la capa de ozono por lo que fue necesario remplazarlos por otros agentes refrigerantes como por ejemplo el R-134a, que en su composición química carece de cloro.

Después de algunos años más adelante apareció el compresor como elemento del sistema de aire acondicionado. Estos fueron incluidos en el modelo Cadillac, pero este modelo presentó un gran problema, que era que este compresor no tenía un embrague electromagnético como los modelos actuales por lo que siempre permanecía encendido mientras el vehículo esté en funcionamiento.

## **1.2 Justificación**

El diseño del banco didáctico es un tema que ayuda y puede facilitar al estudiante, al reconocimiento, diagnóstico, funcionamiento y manejo del aire acondicionado, con esto se pretende facilitar el aprendizaje de los futuros ingenieros automotrices y que estén al tanto de las nuevas tecnologías y tengan una formación académica sólida y precisa.

Desde el punto de vista técnico este sistema constituye un nuevo material didáctico eficiente y efectivo para analizar el funcionamiento del aire acondicionado en el automóvil, para que los alumnos tengan una enseñanza tanto teórica como práctica ayudada por el banco didáctico del aire acondicionado, analizando visualmente, presiones, temperaturas y condiciones de trabajo.

Es importante destacar el sistema de aire acondicionado ayuda a la acción de proteger el medio ambiente, utilizando otros gases refrigerantes como el R-134, que no contiene cloro, debido a que son contaminantes, especialmente dañinos para la capa de ozono.

## **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Implementar y construir un banco de pruebas del funcionamiento del sistema de aire acondicionado del Hyundai Accent para el laboratorio de refrigeración de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

**1.3.2** *Objetivos específicos:*

Conocer el funcionamiento del aire acondicionado del automóvil Hyundai Accent.

Construir un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado.

Investigar el sistema de aire acondicionado utilizado en el automóvil.

Construir de forma didáctica un modelo de funcionamiento de aire acondicionado.

Elaborar la instalación del sistema de aire acondicionado y sus elementos.

Crear un manual del usuario y guías prácticas del sistema de aire acondicionado para los estudiantes de la escuela de ingeniería automotriz.

## CAPÍTULO II

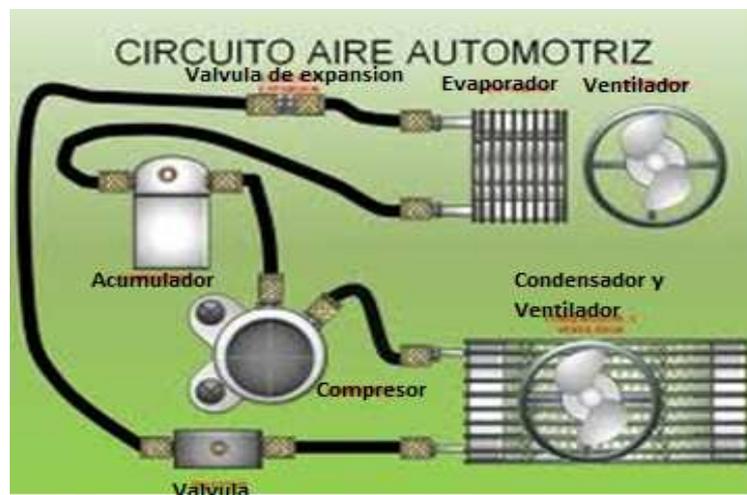
### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 Sistema de aire acondicionado

El sistema de aire acondicionado es una sección fundamental de un sistema que proporciona muchas ventajas como el filtrado de aire, calentamiento, enfriamiento y el control de la humedad para el confort del conductor y sus ocupantes y la seguridad del vehículo. MARTÍNEZ Hermógenes dice lo siguiente.

El aire acondicionado de los autos nos ayuda a enfriar el aire dentro del vehículo. En algunos casos estos funcionan absorbiendo el aire. El aire frío se genera por la generación de aire acondicionado y es enviado de vuelta al interior del vehículo por medio de un blower.

Figura 1. Sistema de aire acondicionado



Fuente: [http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire%20acondicionado)

Básicamente el circuito de refrigeración para que se genere el aire frío en el banco didáctico tiene 4 elementos fundamentales que son: un compresor, un evaporador, un condensador, y válvula de expansión para la regulación del gas refrigerante en todo el circuito y para proteger el mismo.

Los elementos que están compuestos el aire acondicionado son partes que utiliza la industria automotriz. Como el funcionamiento similar a la de un refrigerador casero de aire que utiliza un blower de tres etapas y está compuesto de unas salidas de aire típicas. (MARTINEZ, 2001)

## 2.2 Compresor

Es el elemento más importante del sistema también considerado el corazón del equipo, este elemento es el que comprime el gas o refrigerante y lo hace circular, para su funcionamiento toma la potencia del motor de combustión por medio de una banda. MEDINA Diego dice lo siguiente.

Los sistemas de aire acondicionado están divididos en dos partes, parte de alta presión y parte de baja presión; también denominados descargas y succión respectivamente.

Figura 2. Compresor



Fuente:[http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado)

**2.2.1 Función.** La función más importante del compresor es la circulación del refrigerante comprimirlo, elevando la presión y la temperatura. También es el encargado de enviar el refrigerante al condensador. El motor del auto que utiliza carburante para crear la potencia adecuada y así obtener el movimiento del automóvil.

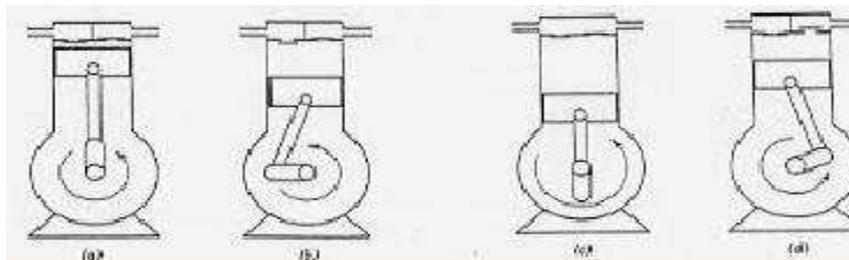
El compresor del aire acondicionado consume la misma potencia del motor por medio de una banda, para que pueda producir la compresión del refrigerante que servirá para crear y obtener la potencia frigorífica. El compresor aspira el refrigerante, obteniendo la potencia del cigüeñal con una polea y recibe el movimiento del motor, el cigüeñal va unido a las bielas, pistones que se mueven en sus respectivos cilindros situados en el compresor.

El compresor tiene unos pistones está van ubicados en el plato de válvulas, estos pistones tiene dos funciones principales en cada uno la de admisión y la de descarga. En la parte superior tiene una tapa o culata que contiene un conducto de aspiración y un conducto de descarga, también posee unos canales que unen la aspiración con ambos cilindros y un canal de descarga que une l ambos con el conducto de salida.

La base del compresor se cierra por otra tapa en esta tapa va incorporado el aceite lubricante. En los pistones va acoplados, un aro de teflón que no se unen dejando una apertura entre puntas, para que pueda pasar el gas refrigerante que se va al cárter durante la compresión, el aceite se disuelve que junto con el gas pasan a la cámara de compresión durante la aspiración para luego circular por todo el circuito. (MEDINA, 2000)

**2.2.2** *Válvulas de admisión y descarga.* Las válvulas de admisión van colocadas en las placas que separan los cilindros de compresión y las cámaras de llegada del compresor PELÁEZ Alonso dice lo siguiente.

Figura 3. Válvula de admisión



Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2581/1/CD-3265.pdf>.

**2.2.3** *Funcionamiento de las válvulas de admisión y descarga.* La función principal de estas válvulas se produce por el descenso del pistón ayudado además de eso es ayudado por la presión de retorno del refrigerante esto hace que la válvula de admisión se abra y permite el llenado del cilindro esto se produce hasta que el pistón llegue al punto muerto inferior.

Al pasar el punto muerto inferior ahí comienza la compresión hasta acercarse al punto muerto superior, la presión se eleva para vencer la fuerza que se produce en la válvula de descarga autorizando la salida del refrigerante a una alta presión y una alta temperatura.

Al llegar el pistón al punto muerto superior se deja de comprimir para que la válvula de descarga vuelva a cerrarse y empiece otro ciclo de funcionamiento. La lubricación de las válvulas se produce por la mezcla del gas y el aceite con esta lubricación ayuda a las válvulas a cerrarse perfectamente y así lograr una película de lubricante para que el plato de válvulas tenga un buen funcionamiento después de muchas aperturas. Se puede evitar que el pistón golpee al plato de válvulas cuando este llegue al punto muerto superior, el diseño de los compresores ayudan a crear un espacio entre el pistón y el plato de válvulas este espacio es denominado claro. (PELAEZ, 2004)

#### **2.2.4 Clases de compresores**

**2.2.4.1 Alternativos con pistones y cigüeñal.** Los pistones alternativos con pistones son los más usados por su gran rendimiento y excelente desempeño, la característica principal de estos compresores es la de consumir menos potencia del motor del automóvil. MEDINA Diego dice lo siguiente.

Figura 4. Pistones alternativos con pistones y cigüeñal



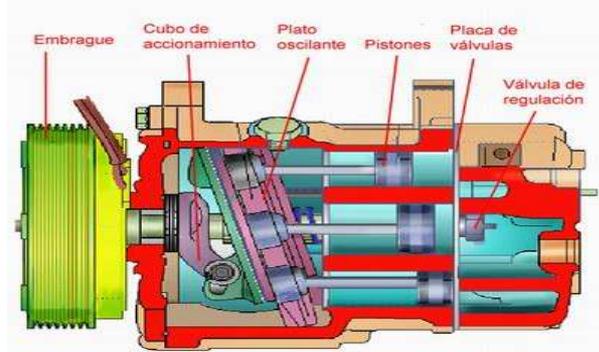
Fuente: <http://www.howstuffworks.com>

Los compresores alternativos pueden ser de uno a tres cilindros, están compuestos y fabricados en aluminio, pueden ser con uno o dos rines con bielas de acero un cigüeñal de acero, poseen un plato de válvulas de acero y una tapa superior con válvulas manuales o automáticas.

**2.2.4.2 Compresores de disco oscilante.** La característica principal de estos compresores es la de tener el plato acoplados la biela en forma de bola y a la vez acoplados al pistón. Este incorpora en la parte frontal un piñón que ayudara a no tener movimientos radiales durante su funcionamiento.

En el lado contrario posee una pista con un cojinete axial que ayudara al piñón de forma cónica y donde ira alojado el embrague magnético que hará funcionar el compresor cuando entre en funcionamiento el aire acondicionado.

Figura 5. Compresor de disco oscilante



Fuente:[http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado)

Al entrar en funcionamiento el embrague del compresor este a su vez hará girar el plato cónico este es el encargado de hacer girar en sentido horizontal y hacer trabajar a los pistones. En la culata tendrá acoplamiento para la instalación de las mangueras.

**2.2.4.3 Compresores axiales de disco oscilante y cilindrada variable.** Estos pistones tiene una característica especial de crear una cilindrada variable que puede estar entre el 10% y el 99% de su cilindrada total de 160 cm<sup>3</sup>. El funcionamiento de estos compresores es similar al compresor de cilindrada fija y poseer un plato de pistones con giratorio cónico, otra característica de estos compresores es la de tener pistones de ángulo variable y varía según la presión de retorno del refrigerante

Estos compresores tienen una válvula automática (MFCV) que va a controlar la presión de descarga que produce el compresor y esta activara la posición de la leva. Esta válvula trabajara según su la diferencia de presión en todo el circuito tanto en el circuito de baja presión como en el circuito de alta presión, la válvula además indicara la presión que existe dentro del cárter del compresor.

La función de esta válvula es muy importante porque ésta controlará la inclinación del plato y sea variable y para generar el caudal que sea necesario para cada condición de trabajo del compresor ya sea en alto rendimiento o bajo rendimiento.

Figura 6. Compresores axiales de disco oscilante Fuente

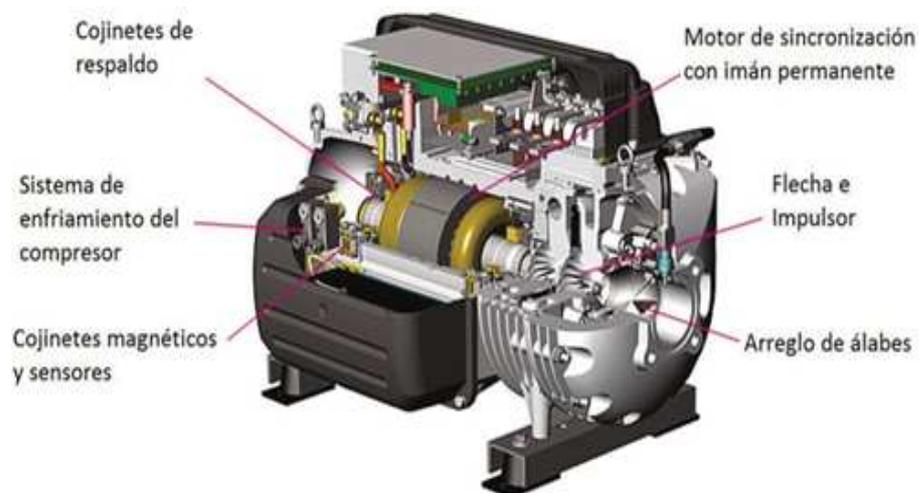


Fuente:[http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado)

**2.2.4.4 Compresores axiales dobles de disco oscilante.** Los compresores axiales están compuestos de 3 a 5 pistones opuestos en forma recta un pistón en cada punta o esquina ahí se alojara el disco oscilante. El disco oscilante hará girar el eje que moverá los pistones en forma perpendicular para tener dos funciones el uno aspira y el otro comprime.

Estos compresores poseen dos cilindros uno por cada disco oscilante y al otro lado posee los platos de válvulas. En las culatas frontal y posterior además de tener unos conductos de aspiración también tienen la función de descargar aire, y estar unidos entre sí por unos conductos laterales a la admisión.

Figura 7. Compresores axiales dobles de disco oscilante

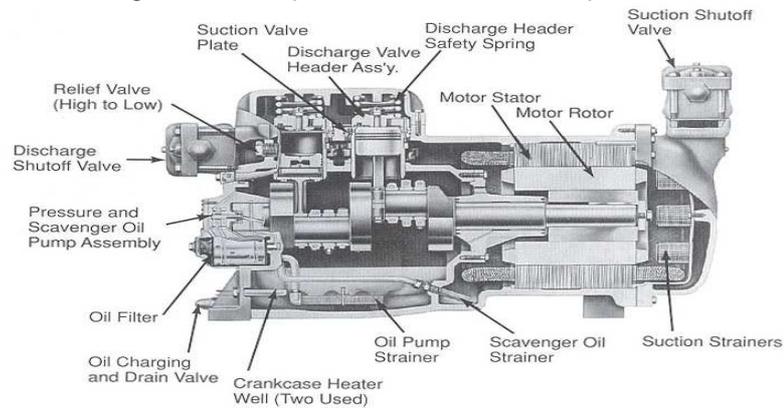


Fuente:[http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado)

**2.2.4.5 Compresores Rotativos de paletas.** El funcionamiento de estos pistones se da por la fuerza centrífuga que produce el mismo compresor, este compresor posee unas ranuras longitudinales inclinadas ahí van alojadas las paletas. El rotor tiene otra función principal la de producir el barrido del gas refrigerante y además comprimirlo.

Este produce un giro excéntrico, además de aspirar el gas en la parte más ancha y lo comprime hasta darle salida en la parte más ancha máxima.

Figura 8. Compresores Rotativos de paletas



Fuente: [http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado)

El compresor van acopladas las lumbreras de admisión y las válvulas de descarga que por unos respectivos conductos van conectadas a los colectores de admisión y descarga de la tapa.

Los compresores poseen un buen rendimiento a diferentes velocidades, pueden ser medias y altas, por la gran necesidad de tener una buena tolerancia de dilatación longitudinal no se pueden ajustar totalmente y así permitir escapar solo una parte del refrigerante comprimido.

**2.2.4.6 Compresores rotativos sistema Wankel.** El compresor de este tipo posee un rotor semitriangular para recibir el movimiento del cigüeñal excéntrico y tiene una cámara doble. Contiene dos lumbreras una de admisión y dos válvulas de descarga ubicadas en la parte lateral del compresor. Tiene una característica especial de alcanzar giros de hasta 10000 rpm con rendimientos volumétricos altos.

Figura 9. Compresores rotativos sistema Wankel



Fuente:[http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado)

**2.2.4.7 Compresores de espiral.** Este compresor es de tipo rotativo sin paletas posee un gran rendimiento, para su funcionamiento utiliza un sistema de espirales puede ser móvil o fija y la característica principal es la de ser muy silencioso.

Figura 10. Compresores de espiral



Fuente:[http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado)

**2.2.4.8 Compresores radiales.** La ventaja de estos compresores es la de tener un buen rendimiento volumétrico, pero una gran desventaja es la de su gran peso, y por ende consume una gran potencia y baja el rendimiento del motor de combustión interna en este momento se desarrolla los turbo compresores y los de membrana magnética (MEDINA, 2000).

**2.2.5 Anomalías y averías de los compresores.** Las averías de los compresores se da porque es el elemento más importante del sistema de aire acondicionado, y las averías más frecuentes son causadas por los otros elementos y su mal funcionamiento. FUENTES Luis dice lo siguiente.

**2.2.5.1 Fallas de válvulas de servicio de admisión y descarga.** La falla más común que se da en estas válvulas se produce en el interior del compresor y puede causarse por el gas en forma líquida y se produce la deformación o rotura. Otra causa de falla puede producirse por suciedad en el circuito.

**2.2.5.2 Falla de la válvula reguladora de capacidad variable.** La principal falla en esta válvula es la de poseer una capacidad variable de presión del gas refrigerante. La otra falla es la de evitar que el evaporador no se congele, cuando la válvula falla el compresor deja de funcionar y se convierte en fijo. La falla puede ocasionarse por la limalla y el roce de los pistones.

**2.2.5.3 Ruidos interiores.** Estos ruidos suelen producirse por falla de los componentes mecánicos de todo el sistema y casi siempre por la falla del compresor por lo que será necesario sustituirlo por uno nuevo y de la misma capacidad.

**2.2.5.4 Bloqueo y roturas.** Se producen por el gas refrigerante que retorna en forma líquida al compresor la principal causa es la falla del termostato o la válvula electrónica del evaporador y no encender el compresor cuando empieza a congelarse.

**2.2.5.5 Falta de limpieza en las reparaciones.** Cuando se repara un compresor, aunque solo sea un cambio de reten, debe hacerse con sumo cuidado para que no queden impurezas y nunca poner grasa en los retenes (solo unas gotas de aceite del mismo compresor). (FUENTES, 2013)

**2.2.5.6 Embrague Magnético.** La función principal del embrague magnético es la de acoplar y desacoplar el compresor cuando entre en funcionamiento y el conductor necesite el aire acondicionado este es unida mediante una banda hacia el motor, está formado por 3 partes principales que son: una polea, un plato de acoplamiento y una bobina. PELÁEZ Alonso dice lo siguiente.

El eje del cigüeñal va junto al plato de acoplamiento va montado en el eje cónico y a través de chavetas va fijado firmemente mediante pernos. El plato de acoplamiento está compuesto por una parte frontal y un disco de acoplamiento unidos con remaches o pernos de acero.

Figura 11. Embrague Magnético



Fuente: <http://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla>

En la armadura del embrague magnético va acoplada una polea y un cojinete de pistas dobles, En la parte de afuera van montadas dos gargantillas para el alojamiento de las bandas y el funcionamiento del compresor, en el interior de este va incorporado una bobina magnética sujeta con pernos o remaches, esta bobina recibe una corriente y crea un potente campo magnético y actúa sobre la platina de la polea.. (PELAEZ, 2004)

### 2.2.7 Cálculo de las Rpm en las poleas del compresor y motor eléctrico

Tabla 1 Cálculo de las RPM del compresor

<b>Motor eléctrico a 1700 RPM</b>	
Diámetro # 1 de la polea del motor eléctrico	113.0 mm
Diámetro # 4 de la polea del motor eléctrico	120.0 mm
<b>Compresor del sistema A/C</b>	
Diámetro # 2 de la polea del compresor	125.0 mm
Diámetro # 3 de la polea del compresor	130.0 mm

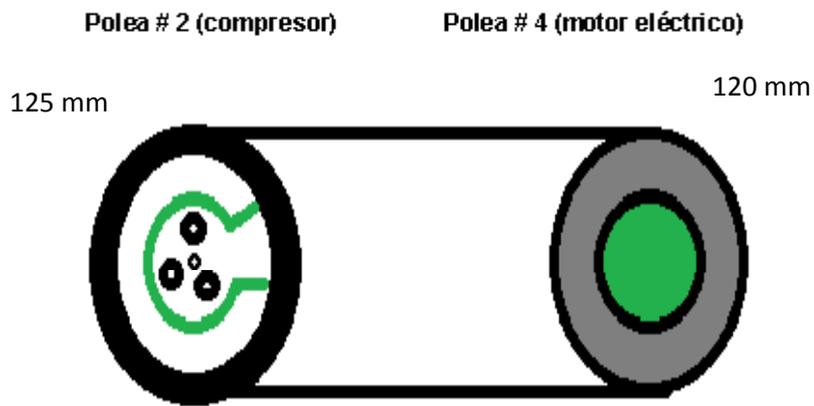
Fuente: Propia del autor

**RPM de la polea # 2 del motor eléctrico y polea # 4 del compresor**

$$d1 \times N1 = d2 \times N2 \quad (1)$$

Donde

- d1 = Ø1
- N1 = RPM de la polea
- d2 = Ø2
- N2 = RPM de la polea 2



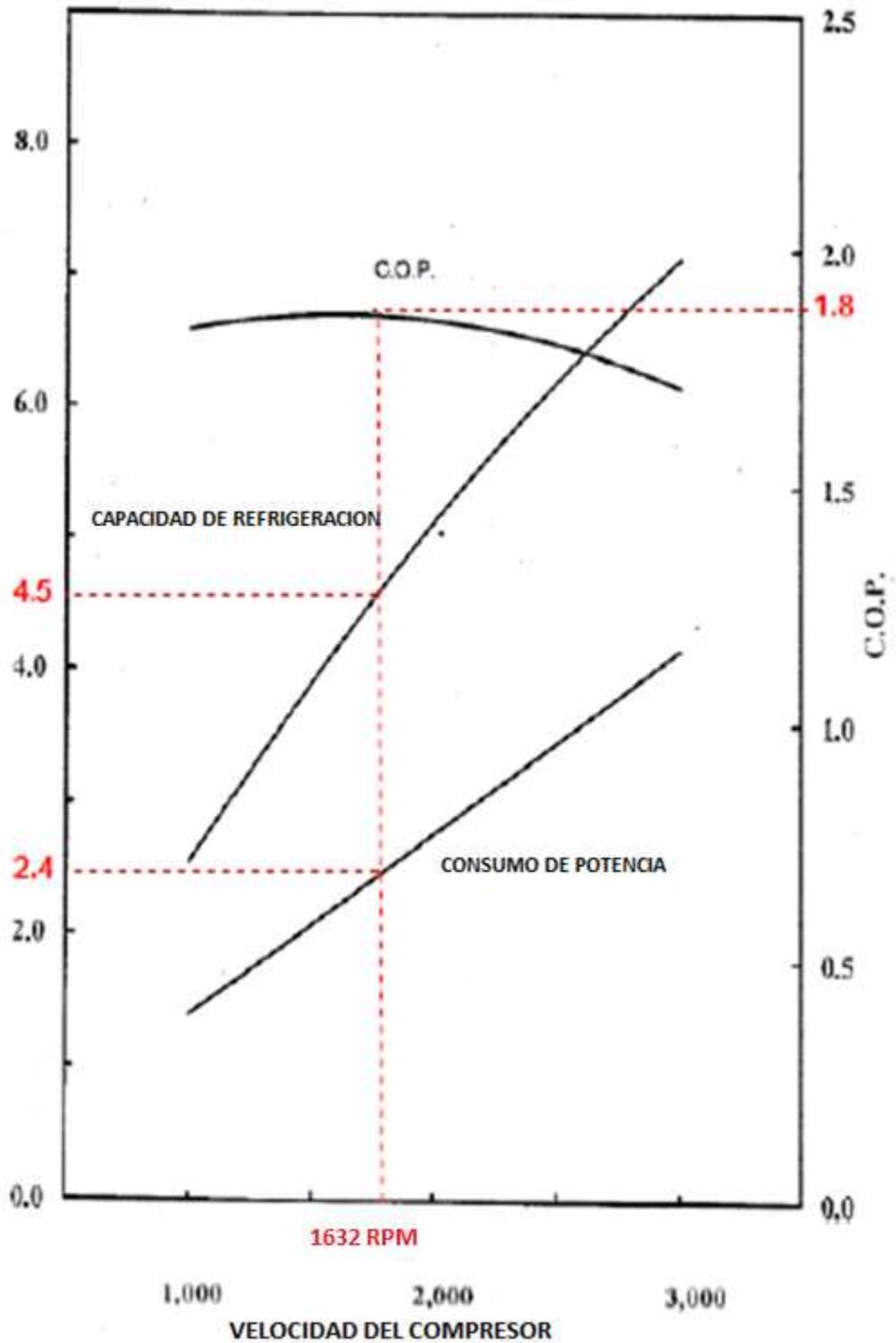
$$\varnothing. \text{ motor} \times N \text{ motor} = \varnothing. \text{ compresor} \times N. \text{ compresor}$$

$$N^{\circ} \text{comp.} = \frac{\varnothing \text{ motor}}{\varnothing \text{ Comp.}} = \frac{120}{125} \times 1700 \quad (2)$$

N°comp.= 1632 RPM

2.2.7.1 Curva de funcionamiento del compresor a 1632 rpm.

Figura 12. Curva de funcionamiento a 1632 rpm



Fuente: V. Carvajal, W. Cando, M. Valenzuela. Construcción de un sistema de aire acondicionado Automotriz.

**A 1632 RPM**

**Capacidad frigorífica: 4.5 kW**

**Potencia consumida: 2.4 kW**

$$4.5 \text{ kW} \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ kW}} = 4500 \text{ W}$$

$$2.4 \text{ kW} \frac{1.34 \text{ HP}}{1 \text{ kW}} = 3.22 \text{ HP}$$

$$4500 \text{ W} \frac{0.86 \text{ Kcal/h}}{1 \text{ W}} = 3870 \text{ Kcal/h}$$

$$3870 \text{ Kcal/h} \frac{3.97 \text{ BTU}}{1 \text{ Kcal/h}} = 15363.9 \text{ BTU/h}$$

**RPM de la polea # 1 del motor eléctrico y polea # 3 del compresor**

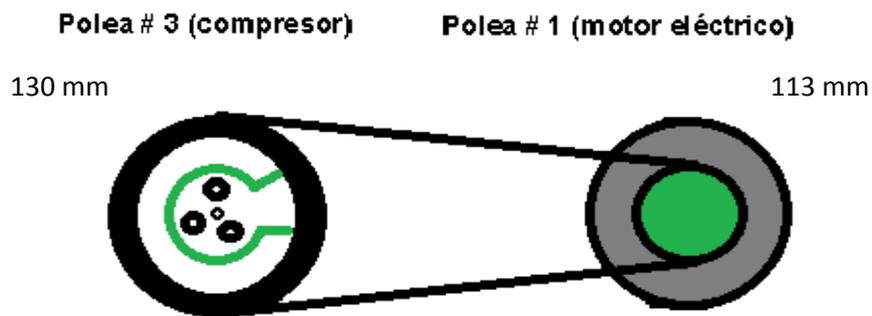
$$d1 = \varnothing 1$$

$$N1 = \text{RPM de la polea 1}$$

$$d2 = \varnothing 2$$

$$N2 = \text{RPM de la polea 2}$$

Cálculo



$\varnothing$ . motor

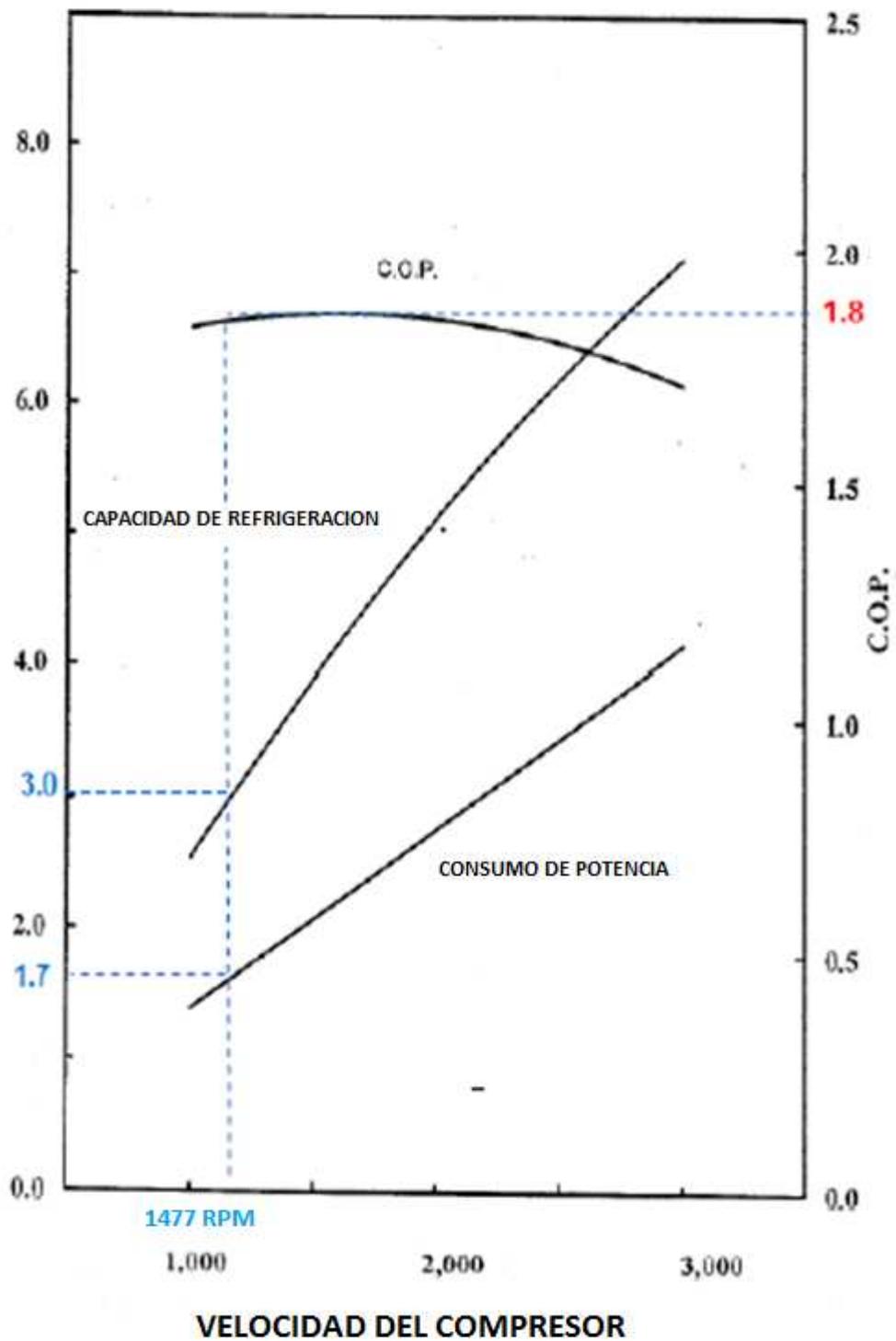
$x N$ . motor =

$\varnothing$ . compresor  $x N$ . compresor

$$N^{\circ} \text{comp.} = \frac{\varnothing \text{ motor}}{\varnothing \text{ Comp.}} = \frac{113}{130} \times 1700 = 1477 \text{ rpm} \quad (3)$$

2.2.7.2 Curva de funcionamiento del compresor a 1477 rpm.

Figura 13. Curva de funcionamiento a 1477 rpm



Fuente: V. Carvajal, W. Cando, M. Valenzuela. Construcción de un sistema de aire acondicionado Automotriz.

A 1477 RPM

Capacidad frigorífica: 3.0 kW

Potencia consumida: 1.7 kW

$$3.0 \text{ kW} \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ kW}} = 3000 \text{ W}$$

$$1.7 \text{ kW} \frac{1.34 \text{ HP}}{1 \text{ kW}} = 2.28 \text{ HP}$$

$$3000 \text{ W} \frac{0.86 \text{ Kcal/h}}{1 \text{ W}} = 2580 \text{ Kcal/h}$$

$$2580 \text{ Kcal/h} \frac{3.97 \text{ BTU}}{1 \text{ Kcal/h}} = 10242.6 \text{ BTU/h}$$

**2.2.8 Lubricante del compresor.** Todo elemento mecánico necesita de lubricación y más el compresor que es un elemento que tiene movimiento, la lubricación se da por el gas y el aceite refrigerante. PRENTICE Hall dice lo siguiente.

Los refrigerantes tienen que tener algunas cualidades ya que estos están sometidos a varios cambios de temperatura y cambios de presión, los refrigerantes no son corrosivos pero si se combinan con el agua son muy perjudiciales y muy corrosivos para el sistema.

Figura 14. Lubricante del compresor



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

Para la revisión del aceite en los compresores es preferible, que falte aceite y no sobre. El aceite lubricante tiene una característica principal que es bajo punto de fluidez y un alto índice de viscosidad. (PRENTICE, 1987)

## 2.3 Evaporador

La función del evaporador es la de garantizar la evaporación total del agente refrigerante, pasando de la fase de vapor a la fase de estado gaseoso, antes de su retorno al compresor. PELÁEZ Alonso dice lo siguiente.

Cuando el sistema de aire acondicionado está encendido, el aire exterior que pasa entre los paneles del evaporador se refrigera, condensándose en él con la humedad del aire. Cuando el aire entra en contacto con las superficies húmedas del evaporador, las partículas de polvo son retenidas y, junto con el agua que fue condensada, son expulsadas hasta el exterior.

La temperatura de funcionamiento ideal del evaporador es  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El refrigerante entra por el fondo del evaporador como líquido a baja presión.

Figura 15. Evaporador



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

Hay varios componentes del sistema de aire acondicionado que trabajan con el evaporador, estos controles son para mantener la presión baja, y la temperatura.

**2.3.1 Tipos de evaporadores.** Los evaporadores más utilizados en los autos pueden ser de varios tipos:

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

**2.3.1.1** *Serpentín de tubos.* Está construido de tubos de aluminio y cobre en forma de horquilla por varias aletas.

Figura 16. Serpentín de tubos



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

Los tubos deben de tener la misma longitud con la finalidad de que el gas ingrese en la misma cantidad exacta al circuito.

**2.3.1.2** *Serpentín de tubo plano foliculado.* La ventaja de este evaporador es la de tener una buena efectividad de funcionamiento y la desventaja es la de ser muy pesado por tener las celdas y tubos muy gruesos.

Las celdas son las encargadas de repartir el paso del refrigerante y sea el adecuado, pero el rendimiento no es el mismo porque las celdas del medio no reciben el aire suficiente y no rinden en su efectividad.

Figura 17. Serpentín de tubo plano foliculado



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

**2.3.1.3 Evaporador de placas.** Esta construido por finas placas y soldadas al horno por un sistema de inducción también posee dos tubos uno de entrada y uno de salida. La ventaja de este evaporador es la de poder remplazar las celdas porque son individuales y no puedan alterar su funcionamiento. (PELAEZ, 2004 pág. 175 a185).

Figura 18. Evaporador de placas



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

## 2.4 Condensador

La función principal del condensador no es otra que la de liberar calor del vapor a alta presión que viene del compresor. Para lograr este fin el condensador debe de transferir el calor y condensar el vapor. PELÁEZ Alonso dice lo siguiente.

Este proceso comienza cuando el calor del vapor a alta presión entra por la parte superior del condensador, entonces el vapor caliente circula a través del serpentín y las aletas. Mientras esto sucede, las aletas transfieren el calor hacia el aire exterior que atraviesa las aletas.

Figura 19. Condensador

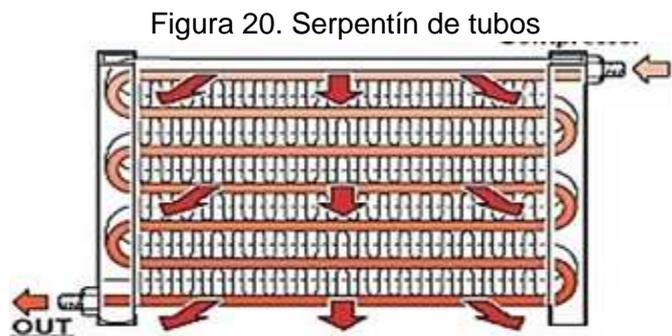


Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

Pueden presentarse presiones excesivas en el interior del sistema de aire acondicionado si el paso de aire a través de las aletas del condensador no es suficiente provocado por la presencia de suciedad en el condensador o a que tenga las laminillas aplastadas.

#### 2.4.1 Tipos de condensadores

**2.4.1.1 Serpentín de tubos de cobre y aletas de aluminio.** Estos condensadores están constituidos por unos circuitos de tubo de cobre. Los tubos de los condensadores son soldados en forma de horquilla y posee dos tubos uno de entrada y uno de salida. Este tipo de condensadores usa la tecnología de serpentín de aluminio, y se los utilizaba en circuitos de R12. Una precaución que se debe tener es la de tener cuidado en usar agua a mucha presión porque podría dañar las celdas del condensador.



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

**2.4.2.2 Serpentín de tubo extrusionado plano.** La ventaja de este condensador es la de poseer un alto rendimiento y su precio no es muy caro. El condensador está compuesto por un tubo plano y aletas de aluminio y se encuentran soldadas con los tubos.

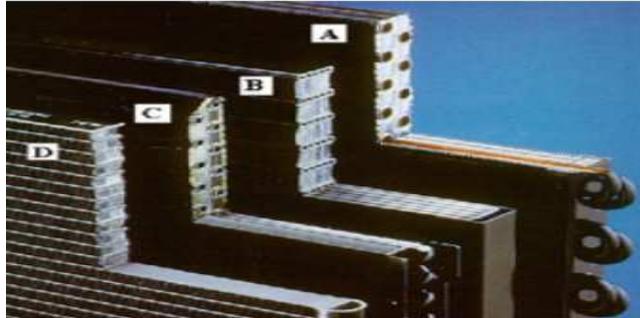
Figura 21. Serpentín de tubo extrusionado plano



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

**2.4.2.3** *De flujo paralelo y multiflujo.* Este es el de mayor rendimiento, está constituido y es parecido a la de un radiador tiene 2 colectores laterales unidos por tubo sección muy delgada. Este condensador fue diseñado para trabajar con el nuevo refrigerante que es el R 134a.

Figura 22. Condensador de flujo paralelo y multiflujo



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

**2.4.2.4** *Flujo paralelo y serpentines.* También posee un gran rendimiento es similar a la de flujo paralelo. La única diferencia es de no tener los tubos rectos si no en forma de S mejorando las dilataciones producidas por el calentamiento y enfriamiento brusco. (PELAEZ, 2004 pág. 150 a 160)

Figura 23 Condensador de flujo paralelo.



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

## 2.5 Válvulas de expansión

La válvula de expansión controla el caudal de agente refrigerante en función del recalentamiento, y alimenta regularmente al evaporador, independientemente de las variaciones de r.p.m. del compresor. De esta manera solo se inyectará la cantidad de fluido necesario para una evaporación completa. PELÁEZ Alonso dice lo siguiente

Figura 24. Válvula de expansión



Fuente: [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm)

**2.5.1 Función.** La válvula de expansión tiene la finalidad de regular el flujo del refrigerante ya puede ser en la compresión o expansión según la presión del sistema, Su función es que a medida que se contrae el refrigerante fluye menos en las bobinas del evaporador.

#### **2.5.2 Tipos de Válvulas de expansión**

**2.5.2.1 Válvulas de expansión monobloque.** Esta válvula efectúa la compensación necesaria para recargar el gas en la membrana, en la actualidad se usan estas válvulas por no poseer un bulbo externo. Posee un platillo para apoyar la membrana esta también comunica al gas contenido en su cámara superior.

Figura 25. Válvulas de expansión monobloque



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:>

**2.5.2.2 Válvulas de expansión de tubo.** En varias instalaciones de aire acondicionado y en algunos modelos de autos se utilizan las llamadas válvulas de tubo, por lo general están ubicadas en el tubo de entrada del evaporador y porque en su interior llevan un tubo calibrado y también según las necesidades y la cantidad de gas.

Figura 26. Válvulas de expansión de tubo



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

Esta válvulas tiene una característica principal y es de plástico y su color puede variar puede ser naranja, Blanco, Rojo, negro. (PELÁEZ, 2004 pág. 180 a 185)

**2.5.2.3 Botella deshidratante y reserva.** En el tablero de aire acondicionado Automotriz esté elemento va estar situado en el lado de alta presión del sistema específicamente junto al condensador. La función del depósito secador, será separar el gas y el líquido, además de eliminar la humedad y filtrar las impurezas. PELÁEZ Alonso dice lo siguiente.

Figura 27. Botella deshidratante y reserva



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es>

El depósito secador normalmente posee un vidrio de nivel, que esta ubicado en la parte superior, este particularmente se utiliza para cargar el sistema; en condiciones normales. (PELAEZ, 2004 pág. 186)

## **2.6 Electro ventilador**

Su función es la de enfriar el condensador forzando que el aire atraviese a través de él, para que el vapor a alta presión se transforme en líquido a alta presión por medio de la transferencia de calor. Ya que si no enfriamos el condensador, éste subirá su temperatura y con ello aumentará excesivamente la presión interna del sistema.



Fuente: <http://www.aireacondicionadomexico.com.mx/mantenimiento.html#axzz>

Estos son maquinas eléctricas que pueden mover cantidades de aire, y lo más importante para extraer el calor del condensador.

### **2.6.1 Tipos de ventiladores**

**2.6.1.1 De flujo axial.** Su construcción es de tubo axial y poder producir un impulso giratorio.

**2.6.1.2 De flujo radial.** Su constitución es de una carcasa y una polea giratoria. Los electroventiladores por lo general tienen dos tipos de presiones. Una presión estática que servirá para lograr vencer unas fuerzas que lo encuentra el flujo en su trayectoria. Y la presión dinámica dará el movimiento al flujo, la suma de ambas presiones dará el movimiento al electroventilador. Los ventiladores están formadas por aletas que darán la guía al aire o gas

## 2.6.2 Tipos de aspas

**2.6.2.1** *Aspas curvas hacia atrás.* Este produce el sentido contrario a las agujas del reloj, la ventaja es la de producir un flujo radial.

**2.6.2.2** *Aspas curvas hacia adelante.* La rotación de estas aspas es de sentido contrario a las agujas del reloj produce un giro inducido.

**2.6.3** *Presostato.* También conocido como presóstato. Es un elemento que abre o cierra un contacto eléctrico por acción de la presión que existe dentro del sistema de aire acondicionado y de esta manera desconectar el embrague eléctrico del compresor. PELÁEZ Alonso dice lo siguiente.

Tienen otro nombre y son llamados interruptores de presión, en la mayoría de los autos se instala un interruptor de baja presión y también un interruptor de alta presión, este puede ser localizado en la botella deshidratadora.

**2.6.4** *Presostato de baja o interruptor de baja presión del condensador.* Está ubicado en la botella deshidratante, o también en la tubería que lleva el refrigerante hacia la válvula de expansión termostática. Según David Alonso Peláez dice lo siguiente.

Figura 29. Presostato



Fuente: <http://www.aireacondicionadomexico.com.mx/mantenimiento.html#axzz0qfb>

El presostato actúa como un interruptor y corta la corriente eléctrica que va hacia el embrague eléctrico y desconecta el compresor se activa también cuando en la tubería de baja presión falta refrigerante y no llega al condensador.

**2.6.5 Presostato de baja en el evaporador.** En sistemas actuales de aire acondicionado se instalan un presostato o interruptor de baja presión en el evaporador. Este interruptor corta la corriente del embrague del compresor, cuando baja la presión del evaporador hasta producirse escarcha en el.

## 2.7 Filtro deshidratador

Es de una construcción y de formas muy diversas, son de tubo de acero sin ninguna soldadura y una tapa superior y otra inferior. También posee un tubo y una sonda, también está formado por un disco, y una capa.

Figura 30. Filtro deshidratador



Fuente: <http://www.google.com.ec/search?q=tipos+de+filtros+deshidratador&client=firef>

### 2.7.1 Funciones

- Retiene partículas
- Retiene humedad
- Retiene partículas ácidas
- Actúa como contenedor de gas líquido
- Algunos disponen de mirilla, control de calidad de condensación.

### 2.7.2 Tipos de filtros deshidratadores

**2.7.2.1 Filtros bidireccionales de línea de líquido sellado.** Tiene una gran capacidad para remover la humedad y acidez y está diseñado para trabajar con aceites refrigerantes como el R22, R12 y otros

Figura 31. Filtros bidireccionales



Fuente:<https://www.google.com.ec/search?q=tipos+de+filtros+deshidratador&client=fir>

**2.7.2.3 Filtro deshidratador premium de la línea de succión.** Contiene un elemento filtrante y es ideal para la eliminación de la humedad y posee unas grandes características que son:

- Sirve para algunos refrigerantes
- Su filtrado llega a (40 micrones).
- Son más compatibles con los aceites PAG, POE.
- Tiene una doble válvula.

Figura 32. Filtro deshidratador premium de la línea de succión



Fuente:<https://www.google.com.ec/search?q=tipos+de+filtros+deshidratador&client=fir>

**2.8.3 Mantenimiento de filtros deshidratadores.** Un sistema de aire acondicionado debe llevar un cuidadoso mantenimiento, la mayor parte de los equipos traen incorporados filtros, ya sean lavables o desechables éstos pueden ser de un material cerda o la mayoría de cartón.

El mantenimiento de los filtros se lo debe hacer cada 6 meses o según el kilometraje recomendado por cada fabricante, el mantenimiento de estos filtros es muy sencilla se los puede hacer por medio de aire o agua en caso que los filtros sean lavables. En la actualidad existen filtros electrónicos ya que son muy eficientes pero tiene una gran desventaja cuando se pierde o disminuye el voltaje este deja de funcionar y permitirá el paso de polvo y demás impurezas (PELAEZ, 2004 pág. 181 a 186)

En la actualidad existe un método de purificación de aire que se denomina ozonización, estos equipos purifican el aire, elimina olores, bacterias y otros. (WANG, 2013)

## 2.9 Fundamentos de la termodinámica

La termodinámica proviene de las palabras griegas termo que significa calor, y dinámica que significa movimiento. La termodinámica es una rama de la ciencia Física, que relaciona la energía mecánica y la térmica con el trabajo externo realizado por un sistema. TIPPENS Paul dice lo siguiente.

**2.9.1 Ley cero de la termodinámica.** La definición correcta de temperatura se puede observar de la ley cero, que propone 2 sistemas C y D y estas pueden estar en equilibrio térmico, y además puede agregar un tercer sistema E, ahí los otros sistemas entran en equilibrio.

Figura 33. Ley cero de la termodinámica



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

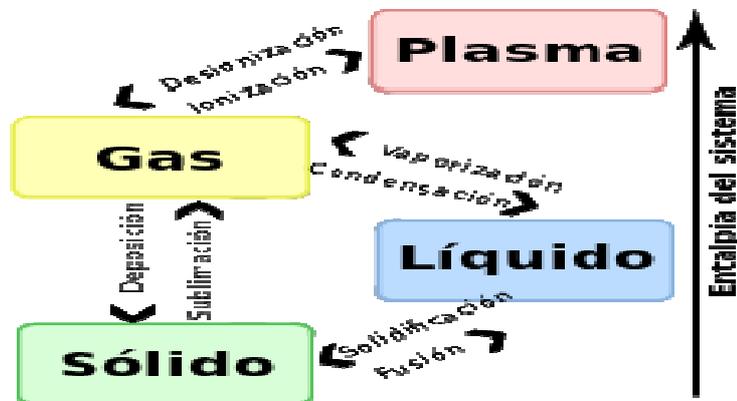
**2.9.2 Segunda ley de la termodinámica.** Se puede definir la temperatura en términos según la segunda ley de la termodinámica, en la cual menciona la entropía de algunos sistemas, esto puede aplicarse al universo entero como un sistema termodinámico. (TIPPENS, 1992)

**2.9.3 Materia.** Es la localización espacial y posee una cierta cantidad de energía, y también está sujeto a cambios con el tiempo y con aparatos de medida. TIPPENS Paul dice lo siguiente.

## 2.10 Cambio de estado de la materia

La materia no siempre estará en un solo estado esta puede variar según su estado puede ser con la substracción y adición del calor. En algunas materias como por ejemplo en química y física estas se denominan cambio de estado o evolución de la materia, hay varios estados de agregación sin que ocurra un cambio en su composición.

Figura 34. Cambio de estado de la materia.



Fuente: <http://www.autocli más.com>

**2.10.1 Fusión.** Es el cambio de estado sólido a un estado líquido por medio del calor; durante este proceso la temperatura permanece constante, este proceso se llama endotérmico, proceso que absorbe energía para llevarse a cabo este cambio.

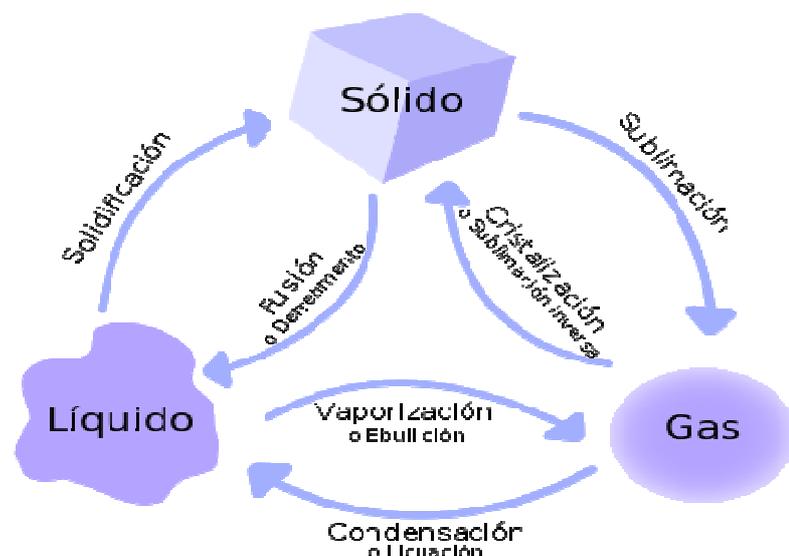
**2.10.2 Solidificación.** Es el cambio que se produce de un estado líquido a sólido por medio del enfriamiento.

**2.10.3 Vaporización y ebullición.** Son 2 procesos físicos un líquido pasa a estado gaseoso. Si este se realiza cuando la temperatura de la totalidad del líquido iguala al punto de ebullición del líquido a esa presión continua calentándose el líquido, éste absorbe el calor, pero sin aumentar la temperatura.

**2.10.4 Condensación.** Es un proceso inverso a la vaporación. el estado gaseoso pasa a estado líquido de manera directa, el proceso es llamado sublimación inversa. Si se produce un paso del estado líquido a sólido se denomina solidificación.

**2.10.5 Sublimación.** Es un proceso en el que se produce el cambio de estado de la materia sólida al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. Al proceso inverso se le denomina Sublimación inversa. Lo más importante es hacer notar que las transformaciones de fase no se transforman en otras sustancias, solo cambian su estado. (TIPPENS, 1992)

Figura 35. Cambios de estado

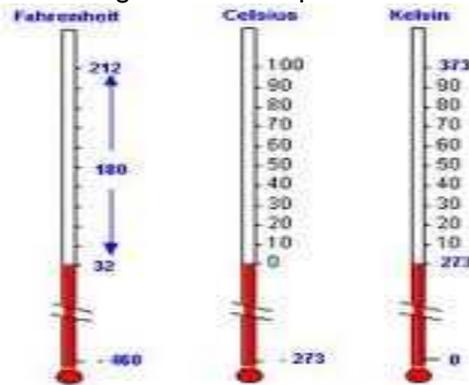


Fuente: <http://www.autocli más.com>

## 2.11 Temperatura

Se podría definir como temperatura de un cuerpo a la cantidad de energía que contiene su unidad de masa. La temperatura no depende del tamaño de la masa ni del tipo de masa. TIPPENS dice lo siguiente.

Figura 36. Temperatura



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**2.11.1 Escalas de temperatura.** Las temperaturas más importantes son 3 y son Grados Kelvin, grados Celsius y grados Fahrenheit, también existen otras escalas de temperatura pero en la actualidad están en desuso o se emplean muy poco estas escalas son Newton, Leiden temperaturas Réaumur.

**2.11.2 Grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).** La escala Celsius fue inventada por Celsius Anders ésta escala asigna en forma arbitraria una temperatura de cero grados hasta el punto de congelación y 100 grados centígrados hasta su punto de ebullición.

**2.11.3 Grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ).** Esta escala fue inventada por Daniel Fahrenheit su escala escoge un punto fijo a la temperatura de una solución congelada de agua sal y se le dio el número cero y el punto fijo a la temperatura del cuerpo humano.

**2.11.4 Grados Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).** Esta escala fue inventada por William Kelvin, la temperatura mínima de esta escala es cero, tiene un punto triple que son el punto de equilibrio en estado sólido y líquido.

## 2.12 Calor

Se define como calor una transferencia de dos cuerpos diferentes o a la vez en un mismo cuerpo estos cuerpos se encuentran a diferentes temperaturas, la transferencia se da desde el cuerpo que posee más temperatura o calor al de menos temperatura hasta equilibrarse o tener la misma temperatura los dos cuerpos también llamada equilibrio térmico.

Las unidades de calor se mide en varios sistemas en el sistema internacional se mide en Joule, en el sistema ingles su medida es el Kilojoule (kJ) y el Megajoule (MJ), el sistema MKS utiliza la unidad y es la caloría. BOLES Cengel dice lo siguiente.

## 2.13 Transferencia de Calor

La transferencia de calor no es más que el paso de energía de un cuerpo de mayor temperatura a otro cuerpo de menor temperatura, cuando los dos cuerpos están a una diferente temperatura y puedan alcanzar su equilibrio térmico. (BOLES, 2011).

Figura 37. Transferencia de calor



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

### 2.13.1 Tipos de transferencia de calor

**Conducción.** Es un proceso que se produce por dos o más objetos o sustancias donde se transfiere la energía que posee más partículas energéticas hacia la de menos partículas energéticas BOLES Cengel dice lo siguiente

Figura 38. Conducción

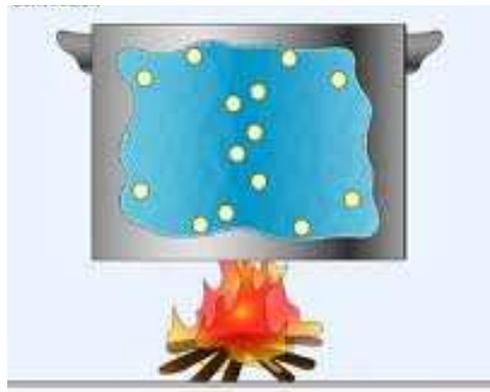


Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

*Convección.* La convección es el proceso que se transmite la energía térmica de un lado a otro mediante un fluido en movimiento este puede ser un gas o un líquido.

La convección solo se produce por medio de fluidos. Y se llama convección al transporte de calor por medio del movimiento del fluido. La convección en la atmósfera es muy importante porque genera varios fenómenos como el viento y la formación de las nubes y las precipitaciones

Figura 39. Convección



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

*Radiación.* Es un proceso cuando la energía se transmite en forma de ondas electromagnéticas y cambia su configuración electrónica tanto de átomos, también se da la transferencia de calor por medio de dos superficies pero de diferentes temperaturas. (BOLES, 2011)

Figura 40. Radiación

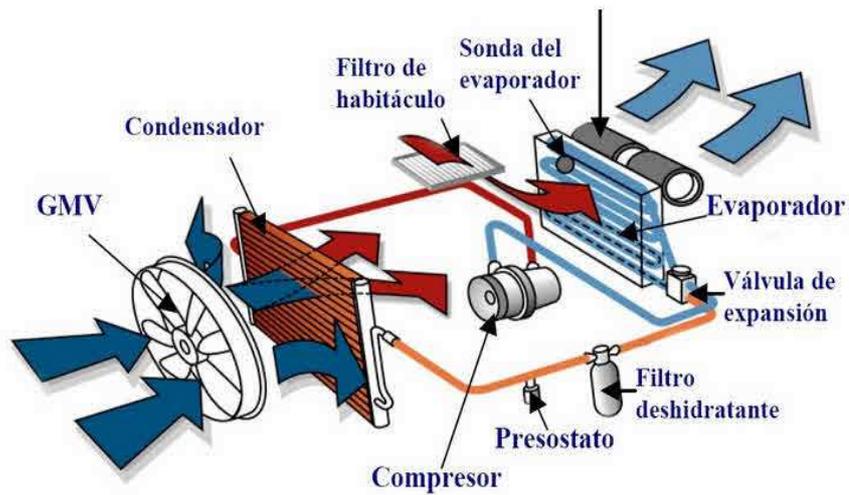


Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

## 2.14 Concepto de aire acondicionado

Son principios fundamentales que estudian los componentes, sustancias de un equipo de aire acondicionado, además estudia su funcionamiento, mantenimiento y reparación de todos sus componentes.

Figura 41. Circuito del aire acondicionado



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com>

La mayoría de los autos en la actualidad traen incorporado el sistema de aire acondicionado desde la fábrica, este sistema no solo refresca el habitáculo también elimina impurezas el polvo y el polen.

## CAPÍTULO III

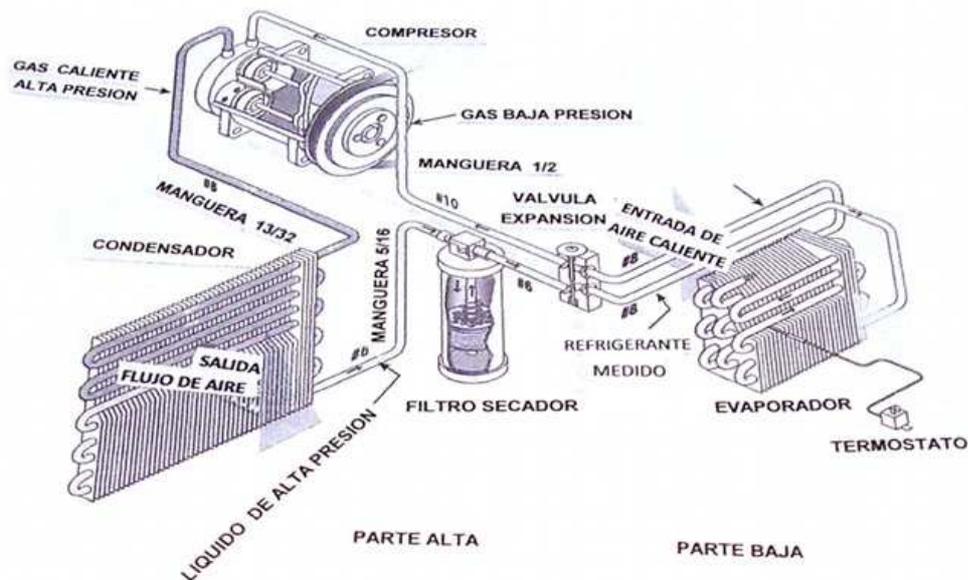
### 3. IMPLEMENTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

#### 3.1 Descripción del sistema

El sistema de aire acondicionado es un sistema importante el cual está compuesto que proporciona muchas ventajas como el filtrado de aire, controla la humedad, la eliminación de la neblina para la seguridad del conductor y sus ocupantes. HERNÁNDEZ Eudis dice lo siguiente.

El funcionamiento de un aire acondicionado de un automóvil es igual o similar a la de un refrigerador casero, ese a vez contiene un compresor que comprime y descomprime un gas para lograr el enfriamiento. La única diferencia es la utilización de mangueras de caucho por las grandes vibraciones del motor y para evitar las fugas del gas

Figura 42. Esquema de funcionamiento

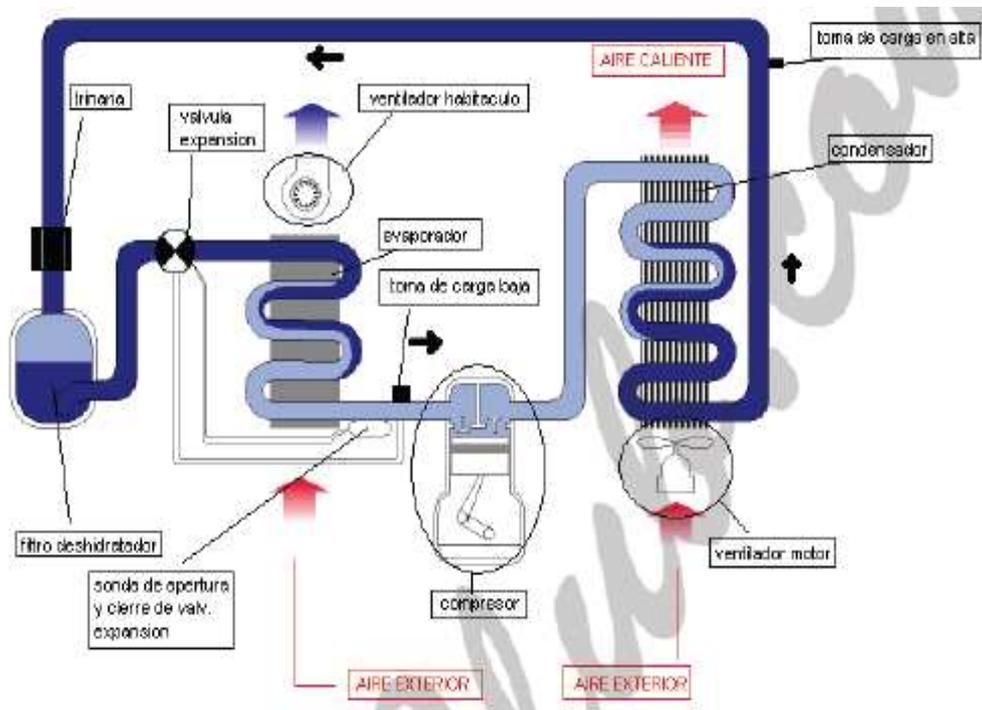


Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com>

La característica más importante del aire acondicionado es la compresión y expansión de un gas refrigerante, el que utilizaremos en este proyecto es el R 134a que según las normativas del medio ambiente no es perjudicial para la capa de ozono por no contener un gramo de cloro. Gracias al compresor aumentamos su punto de evaporización al someterlo a presión (cualquier fluido sometido a presión aumenta su punto de evaporización).

La mayoría de los sistemas de aire acondicionado emplea 4 elementos básicos éstos son: un evaporador, un condensador, una válvula de expansión y un compresor que funcionara con un motor eléctrico de 2 HP para simular al de combustión interna por medio de una banda (HERNANDEZ, 1975)

Figura 43. Diagrama de temperaturas



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com>

En la figura observamos el circuito de alta y baja presión y por donde circula el refrigerante.

*Azul oscuro.* Circuito de alta presión (entre 10 a 12 bares según la carga)

*Azul claro.* Circuito de baja presión (entre 1 a 3 bares).

## **3.2 Conceptos básicos del sistema de aire acondicionado**

**3.2.1** *Acondicionamiento de aire.* Consiste en regular la temperatura puede ser refrigeración o calefacción además de eliminar la humedad, filtrado del aire y el movimiento dentro del vehículo. MEDINA Diego dice lo siguiente.

**3.2.2** *Compresor.* Es la parte principal del sistema porque eleva la presión del refrigerante, además absorbe el refrigerante del evaporador a una presión baja y este lo comprime para enviarlo al condensador.

**3.2.3** *Condensador.* El condensador es el encargado de convertir el gas en líquido, recibe el refrigerante del compresor a altas temperaturas y altas presiones.

**3.2.4** *Evaporador.* Es una unidad enfriadora encargado de absorber el calor y de convertir el líquido en gas

**3.2.5** *Tubo orificio.* Es un dispositivo que regula la presión en todo el sistema, está ubicado en la entrada del evaporador o en las cañerías entre el condensador y el evaporador. Es muy fácil saber donde está este dispositivo por las temperaturas de las cañerías.

**3.2.6** *Válvula de expansión.* Es un regulador de presión para regular la cantidad de fluido dentro del evaporador.

**3.2.7** *Serpentín.* Son tubos dispuestos en forma horizontal conectados entre sí para poder disipar el calor.

**3.2.8** *Climatizador.* Es un control o un interruptor que puede controlar la ventilación y la calefacción.

**3.2.9** *Blower.* Es un ventilador que envía el aire frío hacia el habitáculo.

**3.2.10** *Filtro secador.* Tiene una función principal de filtrar o retener cualquier impureza para evitar daños en los otros elementos además remueve la humedad del sistema de refrigeración.

**3.2.11 Refrigerante.** Tiene una característica principal la de transformarse en líquido y otra vez en gas. (MEDINA, 2000)

### **3.3 Precaución para la instalación**

- Los componentes de aire acondicionado serán acoplados en el tablero y deben apretarse al par especificados empleando los pernos, mangueras y acoples suministrados en el juego.
- Cuando se instalen las cañerías y los cables eléctricos del sistema de aire acondicionado, deben dirigirse correctamente para que no deben obstruir con las partes móviles.
- Las partes de sujeción de las cañerías deben apretarse o aflojarse utilizando dos llaves, de forma que estén sujetas en forma uniforme mientras se aprieta o se afloja.
- No retirar los tapones de los elementos para evitar que ingrese humedad, tierra o polvo.
- Para usar o manipular el gas refrigerante 134a usar guantes y gafas para evitar que toque la piel.

### **3.4 Implementación y construcción de los diferentes circuitos y elementos en la estructura metálica.**

Para la elaboración e implementación del banco didáctico se utilizaron los siguientes componentes:

- Una plancha de MDF con recubrimiento blanco.
- Estructura metálica.
- Garruchas.
- Compresor.
- Evaporador.
- Condensador.
- Soplador o blower
- Motor eléctrico de 2 Hp.
- Válvula de expansión.
- Mangueras de alta y baja presión.

- Termómetros con visores.
- Manómetros de alta y baja presión.
- Refrigerante R134a
- Banda de caucho
- Cañería de cobre.
- Válvulas de acople.
- Cargador de batería.
- Batería de 12 V.
- Interruptores de perilla.
- Interruptores de palanca.
- Luz piloto (rojos y verdes).
- Pernos, tuercas
- Abrazaderas
- correas plásticas.
- Relés
- Fusibles, cables.

### **3.5 Acoplamiento de los elementos del sistema de aire acondicionado para el banco de pruebas**

**3.5.1 Construcción de la estructura metálica.** En la construcción de la estructura metálica se tomó en cuenta las dimensiones de los elementos y tuberías que van a ser ubicados y distribuidos en el banco didáctico del sistema de aire acondicionado para un mejor funcionamiento y comodidad del profesor y los estudiantes, y para que cumpla con las características necesarias y pueda soportar los elementos para poder tener una fácil visualización y manejo.

Para la construcción de la estructura metálica empezamos con la selección del tubo y el material necesario

*Tubo rectangular.*  $1 \frac{1}{2} \times 3 / 4 \times 1/ 16$  in

*Tubo cuadrado.*  $1 \frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{2} \times 1/16$  in

Para la unión de los tubos se utilizó electrodos AGA6011, herramientas y equipos.

Figura 44. Estructura metálica



Fuente: Propia del autor

**3.5.2** *Colocación de las planchas de MDF plastificado.* Para una mejor visualización se colocó en toda la estructura metálica planchas de MDF que será la base de todos los sistemas y la plataforma que servirá como soporte para todos los elementos e instrumentos del sistema de aire acondicionado.

Figura 45. Colocación de la plancha de MDF



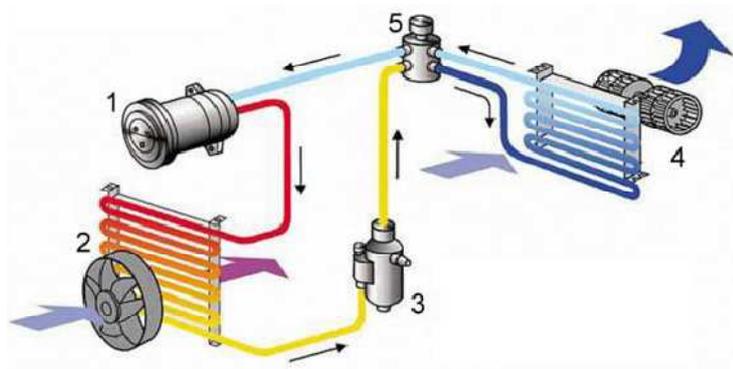
Fuente: Propia del autor

### 3.6 Selección y adquisición de los componentes

Para adquirir los diferentes componentes debemos elegir en función de los siguientes parámetros:

- Refrigerante a utilizar: R – 134a
- Capacidad frigorífica requerida: 19540,09[Btu/h]
- Temperatura ambiente: 36,7 °C
- Temperatura habitáculo: 26,1 °C

Figura 46. Componentes del sistema



Fuente: Propia del autor

**3.6.1 Selección del compresor.** Para la selección del compresor son necesarios los siguientes parámetros:

- **Marca:** Sanden
- **Lub:** ZXL100PG 147 cm<sup>3</sup>
- **Modelo:** INTL-XZC391

Figura 47. Selección del compresor



Fuente: Propia del autor

**3.6.2 Selección del evaporador.** Para la selección del evaporador son necesarios los siguientes parámetros:

- **Marca:** Omega
- **Modelo:** 27-20303-C
- **Tecnología:** Environmental

Figura 48. Selección del evaporador



Fuente: Propia del autor

**3.6.3 Selección del condensador.** Para la selección del condensador son necesarios los siguientes parámetros:

- **Marca:** Omega
- **Tecnología:** Environmental
- **Modelo:** CN20005C

Figura 49. Selección del condensador



Fuente: Propia del Autor

**3.6.4 Selección del motor eléctrico.** Para la selección del motor eléctrico son necesarios los siguientes parámetros:

- 2 Hp
- Polos 4
- Velocidad nominal R.P.M.: 1730/1710
- Volts 120/220
- Corriente (A) 18.2/9.6
- Peso KG 15.1

Figura 50. Selección del motor eléctrico



Fuente: Propia del autor

**3.6.5 Selección de la válvula de expansión termostática.** Para la selección de la válvula de expansión son necesarios los siguientes parámetros:

- Modelo: Ex9441
- Auto regulable
- Tipo Monobloc
- R 134<sup>a</sup>

Figura 51. Selección de la válvula de expansión



Fuente: Propia del autor

**3.6.6 Selección de la tubería.** Para la selección de las tuberías hay que tener los siguientes parámetros:

- Diámetro de la tubería ½ in, baja presión.
- Diámetro de la tubería 3/8 in, soporta alta presión.
- Diámetro de la tubería 5/16 in, soporta alta presión.

Según estos parámetros se ha seleccionado mangueras de caucho reforzadas con malla metálica tipo SAE R1AT/DIN, de 3/8, 5/16, ½ in.

Figura 52. Selección de la tubería del sistema



Fuente: Propia del autor

### 3.7 Montaje de los componentes

**3.7.1 Colocación del compresor.** Colocamos el compresor y sus accesorios en una base con tubos cuadrados sujeta con pernos a la plancha de MDF.

El accionamiento del compresor se efectúa mediante una banda elástica de ranuras que se une a un motor eléctrico estos deben estar a una distancia adecuada para que no exista roce con las mangueras de alta y baja presión además deben estar bien alineados para un mejor funcionamiento y no exista mucha vibración.

Figura 53. Montaje del compresor



Fuente: Propia del autor

**3.7.2 Colocación del motor eléctrico.** Luego colocamos el motor eléctrico a una distancia y a nivel adecuado para el movimiento de las poleas y accionar el embrague del compresor.

Figura 54. Colocación del motor eléctrico



Fuente: Propia del autor

**3.7.3 Instalación del condensador.** Luego colocamos el condensador en la parte inferior del tablero sobre la plancha de MDF y la estructura metálica bien sujeta porque va incorporado el electroventilador con sus respectivas cañerías.

Figura 55. Colocación del condensador



Fuente: Propia del autor

**3.7.4 Colocación del evaporador.** El evaporador se lo coloca en la parte frontal, en la parte superior de la estructura metálica con platinas y tornillos de sujeción en este va incorporado la válvula de expansión con 2 cañerías entrada del condensador y salida al compresor.

Figura 56. Colocación del evaporador



Fuente: Propia del autor

**3.7.5** *Colocación de la válvula de expansión.* La válvula de expansión fue ubicada en el interior de la caja del soplador, va acoplada a la entrada del evaporador con pernos y mediante agujeros para las conexiones de las tuberías y mangueras.

Figura 57. Colocación de la válvula de expansión



Fuente: Propia del autor

**3.7.6** *Colocación de las mangueras.* Se acopla todas las mangueras y cañerías según la ubicación de los elementos del sistema de aire acondicionado en el tablero para lograr esto se aumentó manguera para tener mayor movilidad para el acople.

Figura 58. Colocación de las mangueras



Fuente: Propia del autor

**3.7.7** *Colocación del blower.* El blower se colocó en el interior del tablero, junto al evaporador, también posee una resistencia para obtener las velocidades controladas por el módulo de control, este es el encargado de empujar el aire frío del evaporador.

Figura 59. Colocación del blower



Fuente: Propia del autor

**3.7.8** *Colocación de manómetros e indicadores de temperatura de alta presión.* Se colocaron 2 manómetros y dos indicadores en la parte frontal del tablero para verificar la presión y temperatura del compresor al condensador y del condensador al evaporador y se los distingue con el color rojo.

Figura 60. Colocación de manómetros e indicadores de alta presión



Fuente: Propia del autor

**3.7.9** *Colocación de manómetros e indicadores de temperatura de baja presión.* Se colocó un manómetro y un indicador en la parte frontal del tablero para verificar la presión y temperatura del evaporador al compresor se lo distingue con el color azul.

Figura 61. Colocación de manómetros e indicadores de baja presión



Fuente: Propia del autor

**3.7.10** *Instalación de las cañerías y de las termocuplas de los manómetros e indicadores de temperatura.* Se colocó en la parte interior del tablero 3 cañerías y 3 termocuplas para la tubería de los componentes del sistema de aire acondicionado de alta y baja presión

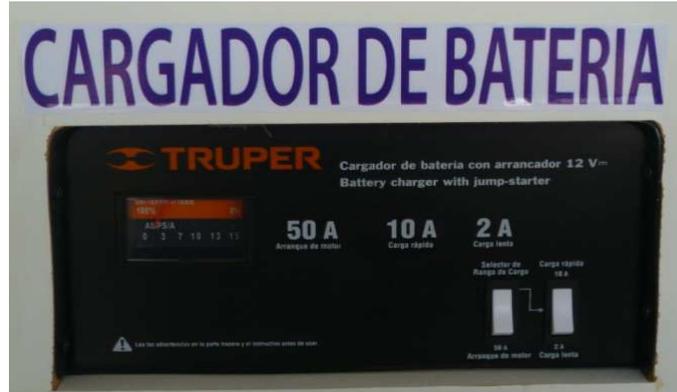
Figura 62. Instalación de las cañerías



Fuente: Propia del autor

**3.7.11** *Instalación del cargador de batería.* Se colocó en la parte frontal del tablero para poder elegir la velocidad de carga y el amperaje, este va mantener siempre cargada la batería de 12 voltios, nos ayuda para el funcionamiento del electroventilador, el compresor y soplador, luz piloto y todos los componentes que funcionan con 12 voltios . El cargador de batería va a funcionar con 110 voltios y lo transforma a 12 voltios.

Figura 63. Instalación del cargador de batería



Fuente: Propia del autor

**3.7.12 Instalación de la batería.** Se colocó una batería adicional al cargador en el interior del tablero para tener más tiempo de prueba y por el gran amperaje que consume, la batería es de 12 voltios y esto dará un mejor funcionamiento al electroventilador, el blower y el compresor y para un mejor funcionamiento del tablero.

Figura 64. Instalación de la batería



Fuente: Elaboración Propia

**3.7.13 Instalación del módulo de control del soplador.** Esta colocado en la parte frontal del tablero este modulo nos dará un funcionamiento correcto del blower o soplador, para funcionar este modulo necesitara una resistencia de calefacción para obtener las cuatro velocidades según la necesidad del estudiante y del profesor, tiene un interruptor de seguridad para proteger el blower, este funciona con 12 voltios.

Figura 65. Instalación del módulo de control



Fuente: Propia del autor

**3.7.14** *Instalación de los mandos de control.* Se instalaron interruptores de perilla, y luz piloto que controlan el electroventilador, compresor, cargador de batería, motor eléctrico, y dos relés para un mejor funcionamiento del compresor y el electroventilador.

Figura 66. Instalación de mandos de control



Fuente: Propia del autor

**3.7.15** *Instalación de fusibles.* Nos sirven para proteger el compresor y el electroventilador por consumir un alto amperaje y por el gran costo de estos equipos.

Figura 67. Instalación de fusibles



Fuente: Propia del autor

**3.7.16 Instalación eléctrica.** Se realizó la conexión de todos los elementos eléctricos mediante fusibles, relés, borneras, interruptores y para verificar el encendido luz pilotos, estas instalaciones se lo hizo mediante cable número 16, 18, y 10 no por el voltaje si no por el amperaje que consumen cada uno de ellos.

Figura 68. Instalación eléctrica



Fuente: Propia del autor

Además se colocó una instalación eléctrica de 110 voltios para que funcione el motor eléctrico y el cargador de batería.

Figura 69. Instalación eléctrica de 110 V



Fuente: Propia del autor

**3.7.17 Colocación de nombres y señalización.** Procedemos a la colocación de los nombres de todos los elementos y la señalización de las cañerías en la parte frontal del tablero, que ilustra el funcionamiento y los circuitos de baja y alta presión del sistema de aire acondicionado.

Figura 70. Colocación de nombres y señalización



Fuente: Propia del autor

**3.7.18 Tablero terminado.** Se observa el tablero terminado con todos los componentes listos para el estudio del funcionamiento del aire acondicionado del Hyundai Accent.

Figura. 71 Tablero terminado



Fuente: Propia del autor

## **CAPÍTULO V**

### **4. EVACUACIÓN Y CARGA EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

#### **4.1 Evacuación (vacío) del sistema**

Si se hace alguna reparación en el banco didáctico de aire acondicionado y antes de comenzar hacer la carga del refrigerante es imprescindible someter a la instalación al vacío que se produce por una bomba de vacío o de depresión. Para realizar el vacío se deben acoplar las mangueras de baja y alta presión, abrir las llaves de paso y poner en funcionamiento la bomba de vacío. LESUR Luis dice lo siguiente.

El vacío se lo debe hacer durante unos 10 minutos durante ese se puede comprobar si existe alguna fuga en el circuito, para saber si hay alguna fuga basta cerrar la llave de paso y comprobar con los manómetros si no hay un descenso de la presión, en el caso que la presión disminuya esto indica que existe alguna fuga en el sistema. Si ha ingresado aire o humedad en el circuito hay que tener la bomba de vacío por más tiempo puede ser de una hora o más hasta tener el circuito completamente seco.

#### **4.2 Carga en el circuito de baja**

La carga siempre se lo hace por el circuito de baja presión esta carga se lo debe hacer de forma gaseosa por la razón que en esta parte del circuito el refrigerante circula en forma gaseosa, si se hace la recarga en forma líquida podemos provocar daños en los componentes especialmente en el compresor.

Si en un caso la recarga se la realiza por el puerto de baja presión esta se lo debe hacer con la instalación de aire acondicionado parada o apagada, y para hacer circular el refrigerante encender el equipo, para la cantidad del refrigerante hay que revisar el manual del auto, para nuestro caso la cantidad que debemos poner es (575-625 g) (140-160 ml). (LESUR, 2007).

### 4.3 Agente refrigerante

La principal función del refrigerante es la de atraer el calor del aire y cambiar su estado ya puede ser en estado líquido a gas o viceversa. Los más utilizados en los autos son dos principales el primero que lo conocemos como clorofluorcarbono o fluido frigorífico y el hidrofleurcarbono. NAVARRO Luis dice lo siguiente.

#### 4.3.1 *El fluido frigorífico clorofluorcarbono*

Son compuestos orgánicos combinados con varios elementos como son el cloro el flúor y el carbono el nombre de freón nace porque contiene cloro y flúor. Este gas fue usado en los primeros sistemas de aire acondicionado, en la actualidad se los dejó de usar por el daño que produce a la capa de ozono y al medio ambiente.

Las características principales del diclodifluormetano o llamado también R12 son:

- Está compuesta por un átomo de carbono y dos átomos de cloro y 2 átomos flúor, su formula química es  $CCl_2F_2$ .
- Tiene una temperatura de evaporación que es de cero grados a una presión de 4 bares, sin que se produzca la congelación del condensador.
- Tiene una temperatura de condensación que es de 70 grados centígrados a una presión bajo una presión de 18 bares (que permite una subrefrigeración para temperaturas ambientales elevadas).
- La densidad de 1.4 en estado líquido a una temperatura de 0 grados centígrados.

El refrigerante R12 tiene varias características y es inodoro, incoloro, no es inflamable ni explosivo, otra característica es miscible con el refrigerante una desventaja es que ataca a los materiales orgánicos a excepción del teflón. Y con los rayos ultravioletas o con la generación de calor se convierte en un gas tóxico.

En la actualidad el R 12 se prohibió la utilización de este refrigerante por razones ecológicas y es perjudicial para el medio ambiente, y por eso es aconsejable sustituir este refrigerante con el HFC o llamado también R 134a ya que este refrigerante no contiene ningún átomo de cloro y no es perjudicial para el medio ambiente y la capa de ozono.

Figura: 72 Refrigerante R12



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

#### **4.3.2** *El fluido frigorífico hidroflocurocarbono*

Fue inventado por Dupont como reemplazante del R12 y tiene muchas aplicaciones como en los sistemas de aire acondicionado. El refrigerante R134a puede usarse en varias aplicaciones y los que usaban el refrigerante R12, solo en algunos casos hay que cambiar el diseño del equipo para lograr un mejor desempeño del R134a. éste refrigerante también se lo puede usar en equipos domésticos como en el refrigerador o también en equipos estacionarios gracias a las propiedades termodinámicas.

La presencia de humedad en el interior del sistema de aire acondicionado puede provocar o ocasionar oxidaciones, corrosión de los equipos y mangueras y la formación de hielo dentro del circuito y por eso puede causar la disminución del caudal del refrigerante o, en algunos casos extremos puede provocar el daño del equipo en su totalidad. Por eso cuando se trabaje en equipos de aire acondicionado de autos no permitir el ingreso de humedad ni aire dentro del sistema.

En los sistemas actuales de aire acondicionado, si se produce la mezcla de refrigerante y de aceite debe ser igual a cualquier temperatura de utilización con esto se evitara la corrosión de las tuberías y de los equipos.

#### **4.3.3** *Ventajas de la utilización de R-134a con respecto al R-12*

- Siempre tendrá una temperatura baja al final compresión.
- Se usarán las mis más cañerías por donde circulará el refrigerante.

- Es incoloro
- No es explosivo
- No es corrosivo
- No es inflamable

Figura 73. Refrigerante R 134a



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

#### 4.3.4 Aceite frigorífico

El aceite frigorífico tiene la función de lubricar los mecanismos internos del compresor cuando este funcionando, lograr estanqueidad de todas las conexiones.

El gas refrigerante circula con el en todo el interior del sistema de aire acondicionado. La mezcla del aceite con el refrigerante depende de muchos factores que son los siguientes: presión, temperatura, composición del aceite y composición del refrigerante.

El aceite debe ser perfectamente miscible con todas las temperaturas de funcionamiento del sistema de aire acondicionado, para que vuelva fácilmente al compresor sin acumularse en el evaporador. El compresor es un elemento que en su interior tiene muchos mecanismos en movimiento y para evitar daños en estos mecanismos es necesario lubricarlos y así reducir la fricción por el movimiento de estas piezas. (NAVARRO, 1991)

#### 4.4 Accesorios para la carga del refrigerante

Existen muchos accesorios para la carga o el vacío del sistema de aire acondicionado para ello explicaré algunos de ellos.

**4.4.1** *Arboles de carga para refrigerante R134a.* Estos son manómetros que servirán para saber si existe o no fugas en el circuito de baja y alta presión.

Figura 74. Arboles de carga



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.4.2** *Manómetros de alta y baja presión.* Son instrumentos utilizados para la medición de la presión de alta y baja en los fluidos, generalmente identificados por dos colores azul baja presión y rojo alta presión.

Figura 75. Manómetros



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.4.3** *Bomba de Vacío.* La función principal es de poder realizar vacío en las cañerías instaladas en el circuito, así extrae el aire en todo el sistema y la otra función principal de esta bomba es de eliminar el exceso de humedad y aire que se encuentra dentro de todo el sistema, ya que esta humedad podría provocar un daño irreparable al compresor.

Figura 76. Bomba de vacío



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.4.4** *Botella de nitrógeno seco.* Son usados para realizar una limpieza del agua dentro del sistema de aire acondicionado.

Figura 77. Botellas de nitrógeno seco



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.4.5** *Mangueras y Empaquetaduras* Son los componentes que van unir todos los elementos del sistema, son de un material flexible, y también son los encargados de transportar el refrigerante y hacerlo circular por los elementos.

Figura 78. Mangueras y empaquetaduras



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

#### 4.4.6 Código de colores utilizado en el manómetro de refrigeración

*Azul.* Este color identifica el circuito y el manómetro de baja presión esto se da para no equivocarse al momento de conectar alguna cañería o la misma bomba de vacío y así poder proteger el manómetro y las mangueras. PELAEZ Alonso dice lo siguiente.

*Rojo.* Este color podremos identificar el manómetro y la cañería de alta presión es de gran utilidad ya que podemos determinar si existen presiones elevadas que estén perjudicando el aire acondicionado, con estos manómetros podremos comprobar tanto la presión de alta como la de baja

*Amarillo:* Este Identificara la cañería de servicio con este color, en esta manguera se conectara la bomba de vacío y la de gas refrigerante y puede ser la entrada o salida de un manómetro. (PELAEZ, 2004)

#### 4.5 Vacío del sistema de aire acondicionado FUENTES Luis dice lo siguiente.

4.5.1 *Determinar si queda refrigerante en el sistema.* Se necesita hacer lo siguiente:

- Colocar la manguera de carga en el circuito de baja presión.
- Si el sistema ha estado descargado proceder hacer el vacío y extraer toda la humedad del sistema o si no la carga no resultara satisfactoria.
- El sistema debe cargarse usando una bomba de vacío para evacuar cualquier humedad.
- Usar la protección adecuada especialmente para los ojos.

Figura 79. Determinar si queda refrigerante en el sistema



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.5.2** *Revisar si hay alguna fuga.* Si observamos que el sistema ha perdido mucho refrigerante y ha dejado de funcionar existe alguna fuga. Las fugas pueden ser pequeñas y no pueden ser visibles y pueden tardarse en eliminarse así el refrigerante tardara en evacuarse y así el sistema de aire acondicionado no enfriará.

Las fugas se puede localizar en tubos, mangueras y en otros elementos, una forma fácil de verificar si existen fugas es con agua jabonosa y verificar si hay burbujas.

Manguera de carga de alta presión  $\Rightarrow$  Manguera entrada del compresor.

Manguera de carga de baja presión  $\Rightarrow$  Manguera de succión del compresor.

Figura 80. Verificación de fugas



Fuente: Propia del autor

**4.5.3** *Bobinas obstruidas.* Verificar si las bobinas de condensación del compresor no se encuentren tapadas u obstruidas con piedras u otros elementos y verificar si el compresor esté funcionando correctamente.

Figura 81. Bobinas de condensación



Fuente: Propia del autor

**4.5.4** *Quitar la tapa de la válvula.* Se debe realizar un agujero a la tapa de la válvula, para extraer el seguro hacia el cuerpo de la válvula. Si no procedemos hacer esto se producirá un agujero en la tapa y cuando se haga la carga del refrigerante existirá una fuga.

Figura 2. Quitar la tapa del circuito



Fuente: Propia del autor

**4.5.5** *Colocar el acople en la válvula.* Esto conduce al pasador a la parte superior de la tapa, lo que hace posible liberar el refrigerante cuando se abra la válvula.

Figura 83. Colocar la tapa del refrigerante



Fuente: Propia del autor

**4.5.6** *Purgar el circuito.* Purgar el circuito significa extraer todo el aire esto se logra abriendo la válvula hasta escuchar que el refrigerante se está llenando, luego ir aflojando poco a poco la llave que conecta la manguera a la válvula, para esto debemos tener mucho cuidado de no derramar refrigerante en nuestra ropa o piel.

Figura 84. Purgar la manguera



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.5.7** *Puerto de baja presión.* Es muy fácil encontrar la cañería de baja presión por el color de la válvula o por estar más cerca del acumulador, esto se debe hacer rápido y asegurarse que no existan fugas.

Figura 85. Puerto de carga

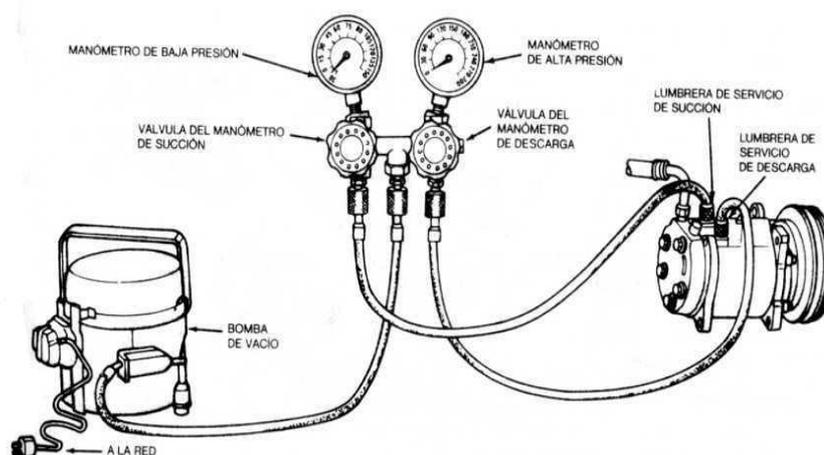


Fuente: Propia del autor

#### **4.5.8** *Comprobación del sistema*

- Prender el motor eléctrico
- Encender el interruptor del aire acondicionado a la velocidad más alta.
- Observar en los manómetros si la presión se mantiene fija.
- La presión de los manómetros deben estar en estos rangos la presión de baja (20 – 45 psi), y la presión de alta (175 – 250 psi).
- Si esta presión no se encuentra en este rango cargar el sistema siguiendo los pasos correspondientes hasta lograr el rango recomendado.

Figura 86. Comprobación del sistema



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.5.8.1** *Abrir la válvula.* Escuchar detenidamente si el refrigerante pasa a través de las cañerías.

Figura 87. Abrir la válvula



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.5.8.2** *Medición del colector.* Por lo general se demorara por lo menos de 2 a 8 minutos. Este tiempo también varía según la temperatura del exterior si la temperatura es mayor la carga será más rápida. Como recomendación siempre tener el tanque hacia arriba para que el refrigerante gaseoso no pase al lado de aspiración del sistema, esto podría provocar daños severos en el compresor y puede dejar de funcionar.

No sobrecargar, Un medidor de colector debe ser usado para medir tanto la presión alta y la baja.

Figura 88. Medidor de colector



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.5.8.3** *Revisar el puerto de carga.* Cerrar la válvula completamente y desconectar la cañería cuando el tanque este vacío o ya no se escuche la descarga, Comprobar el puerto de carga y observar que no exista fugas, y volver a colocar la tapa de plástico.

Figura 89. Revisar el puerto de carga



Fuente: <http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento>

**4.5.8.4** *Revisión del circuito.* Palpar si el aire de salida del evaporador es completamente frio, este aire debe estar entre unos 5 a15 grados centígrados, si no es así volver a cargar el sistema y usar más gas refrigerante, o si no revisar si no existe alguna fuga por algún elemento. (FUENTES, 2013)

Figura 90. Revisión de aire



Fuente: Propia del autor

#### 4.6 Precauciones

- Nunca cargar en el circuito de alta presión del sistema de aire acondicionado.
- Hacer la carga siempre a través del circuito de baja presión.
- No realizar la carga cuando el compresor está caliente.
- Utilizar manómetros durante el proceso de carga.
- Vaciar completamente el tanque de refrigerante antes de votarlo.

#### 4.7 Desmontaje del juego de medidores múltiples

- Cerrar la válvula de baja presión de los manómetros múltiples (la válvula de alta presión siempre mantenerla cerrada durante el proceso de carga)
- Cerrar la válvula del tanque del refrigerante.
- Apagar el motor.
- Sacar rápidamente las mangueras de las válvulas.
- Colocar las tapas en todas las válvulas.
- Protegerse los ojos y la piel en el circuito de alta presión.
- Nunca mezclar el refrigerante R-12 y el R-134 solo usar uno de ellos, si se lo mezcla utilizara un espacio innecesario en el circuito y además se podría dañar el compresor.
- El R-12 ya no se lo utiliza porque es perjudicial para la capa de ozono.

## 4.8 Incidencias y reparaciones

Tabla 2. Incidencias y reparaciones

Sinto más	Posibles Causas	Soluciones
Poco frío	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patina la correa.</li> <li>• No funciona el embrague.</li> <li>• Entrada de aire por fuera del evaporador</li> <li>• Válvula de expansión averiada.</li> <li>• Filtro deshidratador sucio.</li> <li>• Compresor parado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensar la correa.</li> <li>• Comprobar el termostato.</li> <li>• Comprobar la alimentación eléctrica del embrague.</li> <li>• Cerrar la entrada de aire.</li> <li>• Cambiar el filtro acumulador de succión.</li> <li>• Cambiar la válvula de expansión.</li> <li>• Limpiar tubo de orificio fijo o acumulador de succión.</li> </ul>
Baja Presión Elevada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de carga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recargar</li> </ul>
Alta presión elevada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condensador sucio sustancias no condensables dentro del circuito (aire).</li> <li>• Exceso de carga.</li> <li>• Refrigeración insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar el condensador.</li> <li>• Recargar.</li> <li>• Eliminar exceso de refrigerante y recargar.</li> <li>• Revisar los ventiladores</li> </ul>
Evaporador congelado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de carga</li> <li>• Evaporador sucio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar el conjunto del evaporador</li> </ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

#### 4.8.1 Fallas en el compresor

Tabla 3. Fallas en el compresor

<b>Sinto más</b>	<b>Posibles Causas</b>	<b>Soluciones</b>
Circuito de Alta presión con presión baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuga en la entrada del compresor.</li> <li>• Circuito eléctrico en mal estado.</li> <li>• Fuga de refrigerante.</li> <li>• Averías del compresor.</li> <li>• Falta de refrigerante.</li> <li>• Filtro deshidratador sucio.</li> <li>• Avería en el ventilador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar o reparar el embrague.</li> <li>• Controlar el circuito eléctrico.</li> <li>• Reparar y recargar.</li> <li>• Cambiar el compresor y recargar.</li> <li>• Cambiar el filtro.</li> <li>• Revisar el compresor.</li> <li>• Controlar el circuito eléctrico.</li> <li>• Cambiar la correa.</li> </ul>
El compresor no gira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusibles fuera de servicio</li> <li>• Correa rota o destensada.</li> <li>• Compresor remordido.</li> <li>• Embrague roto.</li> <li>• Embrague remordido</li> <li>• Compresor agarrotado.</li> <li>• Alimentación eléctrica defectuosa.</li> <li>• No llega corriente al compresor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar el fusible.</li> <li>• Cambiar o reparar el compresor.</li> <li>• Verificar el circuito eléctrico</li> <li>• Verificar el embrague</li> </ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

**4.8.2 Refrigerante insuficiente.** No funciona el aire acondicionado

Baja presión: 0.5 a 1.0 bar, Alta presión: 7 a 10 bar.

Tabla 4. Refrigerante insuficiente

<b>Verificar</b>	<b>Causa</b>	<b>Soluciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No enfría lo suficiente,</li> <li>• Presión más baja de lo normal, tanto en alta presión como en baja presión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cantidad de refrigerante puede ser escasa.</li> <li>• Pequeña fuga de refrigerante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la presión indicada cuando se conectan los manómetros es cercana a 0, reparar la pérdida y hacer de vacío.</li> <li>• Comprobar si existe fuga de refrigerante.</li> <li>• Añadir refrigerante.</li> </ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

**4.8.3 El refrigerante no circula (Circuito obstruido)**

Baja presión: Indica depresión (Vacío). Alta presión: 5 a 6 bar

Tabla 5. Refrigerante no circula

<b>Verificar</b>	<b>Causa</b>	<b>Soluciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si esta parcialmente obstruido, la indicación a vacío la hace gradualmente.</li> <li>• Que si el circuito esta totalmente obstruido, en el lado de baja presión el manómetro indica rápidamente depresión.</li> </ul>	<p>Posible obstrucción del circuito de aire acondicionado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer un buen vacío después de arreglar el defecto</li> <li>• Comprobar los filtros del tubo de orificio fijo o de la válvula de vacío.</li> <li>• Se observa diferencia de temperatura antes y después de la pieza defectuosa</li> </ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

#### 4.8.4 *La humedad ha entrado en el circuito*

Baja presión: indica depresión (vacío). Alta presión: 7 a 10 bares.

Tabla 6. Humedad en el circuito

<b>Verificar</b>	<b>Causa</b>	<b>Soluciones</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• El sistema de aire acondicionado funciona normalmente al principio para más tarde empezar a señalar vacío en el lado de baja presión.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Posible congelación en el tubo de orificio fijo o en la válvula de expansión provocada por la humedad.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asegurarse de hacer un buen vacío.</li><li>• Comprobar el tubo de orificio fijo y la válvula de expansión.</li><li>• Sustituir el filtro secador.</li></ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

#### 4.8.5 *El compresor no rinde*

Baja presión 4 a 6 bar. Alta presión 7 a 10 bares.

Tabla 7. Compresor no rinde

<b>Verificar</b>	<b>Causa</b>	<b>Soluciones</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presión muy alta en el circuito de baja presión y en el circuito de alta presión.</li><li>• Cuando se apaga el sistema de aire acondicionado, las presiones de alta y baja se igualan rápidamente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Posible defecto del compresor</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar el compresor.</li><li>• Mal funcionamiento interno del compresor.</li><li>• El compresor no está caliente al tacto (no comprime)</li></ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

#### 4.8.6 Exceso de refrigerante (insuficiente condensación)

Baja presión: 2.5 a 3.5 bar. Alta presión: 20 a 25 bares válvula

Tabla 8. Exceso de refrigerante

Verificar	Causa	Solucion
<ul style="list-style-type: none"><li>• Enfriamiento escaso.</li><li>• Presión excesiva en el circuito de alta presión y en el circuito de baja presión</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Enfriamiento insuficiente en el condensador.</li><li>• Posible exceso de refrigerante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar el tubo de orificio y la valvula de expansión.</li><li>• Asegurarse de hacer un buen vaciado.</li><li>• Sustituir el filtro secador.</li></ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

#### 4.8.7 Aire en el circuito

Baja presión: 2.5 a 3 bares. Alta presión: 20 a 25 bares.

Tabla 9. Aire en el circuito

Verificar	Causa	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"><li>• Puede haber burbujas en el circuito.</li><li>• Las presiones estan por encima de lo normal.</li><li>• El tubo de baja esta caliente al tacto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hay aire en el circuito.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hacer un buen vacio para extraer el aire</li><li>• Cambiar el refrigerante.</li></ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

#### 4.8.8 Válvula de expansión esta muy abierta

La presión de Baja presión 3.0 a 4.0 bares. Y alta presión: 20 a 25 bares

Tabla 10. Válvula de expansión abierta

Verificar	Causa	Solucion
<ul style="list-style-type: none"><li>• En el tubo de baja presión puede aparecer hielo.</li><li>• La presión de alta esta entre los valores normales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La válvula de expansión o el tubo de orificio fijo esta defectuoso</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Este problema puede aparecer después de la sustitucion de la válvula de expansión.</li><li>• Comprobar el tubo de orificio y la válvula de expansión.</li><li>• Comprobar el sensor de temperatura de la válvula de expansión.</li></ul>

Fuente: CHECA Marco y CAIZA Pablo

#### 4.9 Medidas de seguridad

- Si un caso el refrigerante llega a la piel o salpica a los ojos, enjuagarse con abundante agua.
- Por ningún motivo oflojar ninguna manguera sin realizar el vacío previo, porque podría ocasionar daños en los elementos o incluso daños personales.
- Usar guantes y gafas si se manipula el refrigerante.
- Para trabajar en locales cerrados tener una buena ventilación.
- El refrigerante tiene una densidad más alta que el aire y puede producir asfixia.
- Nunca acercar el refrigerante a una llama o a una zona caliente porque puede producir gases tóxicos perjudiciales para la salud.
- Nunca introducir aire a presión en los tanque de refrigerante, con la presencia de oxígeno se puede producir una explosión.
- Evitar la inhalación de los gases de refrigerante.

- Nunca pintar el auto sin vaciar el sistema de aire acondicionado.
- Si la presión es demasiado excesiva detener el compresor y poner en funcionamiento el electroventilador a su máxima potencia.
- Siempre reciclar el refrigerante no liberar a la atmósfera.
- Al manipular las botellas de llenado no exponerlas al sol, protegerlas de que sea congelados, transportarlas en una posición vertical, y tratar de no golpearlas. Ni maltratarlas. (CHECA, y otros, 2012)

## CAPÍTULO V

### 5. COMPROBACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

#### 5.1 Descripción del equipo

El equipo se ha construido e implementado para conocer el funcionamiento y el estudio del sistema de aire acondicionado del automóvil Hyundai Accent. Siguiendo esta premisa se armó un equipo que incorpora un circuito de aire acondicionado con su instalación eléctrica.

**5.1.1** *Interruptores de perilla.* Sirven para encender y apagar todos los elementos del tablero

Figura 91. Interruptores de perilla



Fuente: Propia del autor

**5.1.2** *luz pilotos.* Sirven para verificar si encienden los elementos

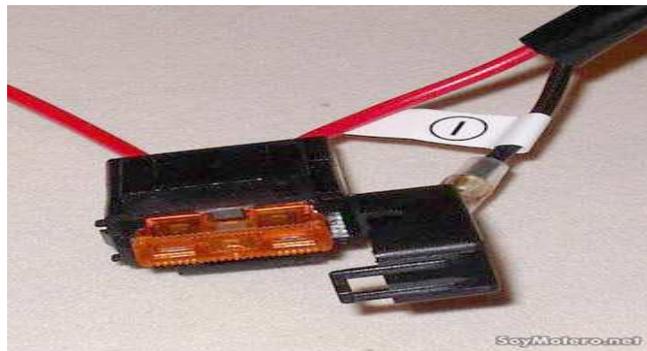
Figura 92. Luz pilotos



Fuente: Propia del auto

**5.1.3** *Fusibles.* Sirven para proteger todos los circuitos eléctricos del tablero.

Figura 93. Fusibles



Fuente: Propia del autor

**5.1.4** *Relés.* Sirven como interruptor y para proteger los circuitos

Figura 94. Relés



Fuente: Propia del autor

**5.1.5** *Mandos de control.* Sirven para controlar el soplador

Figura 95. Mandos de control



Fuente: Propia del autor

**5.1.6** *Un cargador y una batería de 12 voltios.* Sirve para mantener cargada la batería

Figura 96. Cargador de batería



Fuente: Propia del autor

**5.1.7** *3 manómetros.* Sirven para controlar la presión del circuito

Figura 97. Manómetros



Fuente: Propia del autor

**5.1.8** *4 indicadores de temperatura.* Sirven para controlar la temperatura

Figura 98. Indicador de temperatura



Fuente: Propia del autor

**5.1.9** *Un sensor una válvula de control y actuadores similar a la del vehículo mencionado. Sirven para desconectar el embrague según la presión.*

Figura 99. Sensor de Válvula



Fuente: Propia del autor

Todos estos componentes se han colocado en el equipo intentando respetar al máximo posible las formas para simular un funcionamiento real pero sin olvidar en ningún momento el carácter didáctico del equipo.

El modelo de instalación elegida permite la opción de utilizar un circuito de aire acondicionado original del Hyundai Accent controlada por una válvula de expansión autorregulable. Todo esto es posible y tiene muchas ventajas para que cumpla la maqueta y se describen a continuación.

- Componentes originales del Hyundai Accent sin modificaciones para observar y estudiar el principio de funcionamiento del sistema de aire acondicionado.
- Manómetros de control de presiones en diferentes puntos de los circuitos de alta y baja presión.
- Termómetros digitales para la medición de temperaturas en el circuito.

Así mismo y teniendo en cuenta el carácter del equipo didáctico, se han añadido una serie de opciones que facilitarían la labor didáctica dentro del laboratorio de refrigeración estas son:

- Puntos específicos para la medida de la corriente eléctrica y su resistencia en algunos componentes principales del sistema, evitando así tener que hacer cortes en los mismos componentes y para proceder con la medición.

- Interruptores de perilla para la generación de averías de forma manual.
- Puntos de prueba en todos los componentes electrónicos de la instalación.

Figura 100. Puntos de prueba



Fuente: Propia del autor

En los siguientes puntos se hace una descripción en detalle de los diferentes componentes que forman el equipo didáctico de aire acondicionado que son:

- Un panel de mandos de control y una instalación eléctrica.
- Circuito completo de aire acondicionado.
- Manual de usuario.
- Guías de práctica.

El equipo de aire acondicionado está constituido por un lado de alta presión y baja presión (rojo y azul).

- Circuito de alta presión (rojo): (compresor, condensador con su ventilador, de alta, manómetros de presión y termómetros digitales.

Figura 101. Circuito de alta presión



Fuente: Propia del autor

- Circuito de baja presión (Azul): (evaporador con su ventilador, manómetro de presión y termómetro digital).

Figura 102. Circuito de baja presión



Fuente: Propia del autor

El equipo permitirá el análisis de los principios básicos de funcionamiento del sistema de aire acondicionado, la identificación de fallas y posibles defectos de funcionamiento y con la ayuda de los termómetros y manómetros, así como el reconocimiento y control de los elementos que componen el circuito. El equipo tiene cuatro zonas bien definidas:

*Panel frontal.* Acopla los siguientes elementos como manómetros, indicadores de temperatura evaporador, y un cargador de batería.

Figura 103. Panel frontal



Fuente: Propia del autor

*Zona central.* En esta zona incorpora todos los mandos para que el profesor y el estudiante puedan manipular el equipo: como son interruptores, relés, fusibles, luz pilotos, mando de control del blower.

Figura 104. Zona central



Fuente: Propia del autor

*Panel inferior.* En esta zona van acoplados los elementos de alta presión como son el compresor y condensador y un fusible del ventilador.

Figura 105. Panel inferior



Fuente: Propia del autor

*Lateral izquierdo.* Aquí se encuentran el tomacorriente general de 110 Voltios, el que controla todo el tablero didáctico, y un fusible del compresor.

Figura 106. Panel izquierdo



Fuente: Propia del autor

El equipo didáctico al no disponer de un motor de combustión interna para su funcionamiento, el cual transmite la potencia al compresor del aire acondicionado, este es accionado por un motor eléctrico por medio de una banda el cual se encuentra en el interior del equipo.

Figura 107. Motor eléctrico



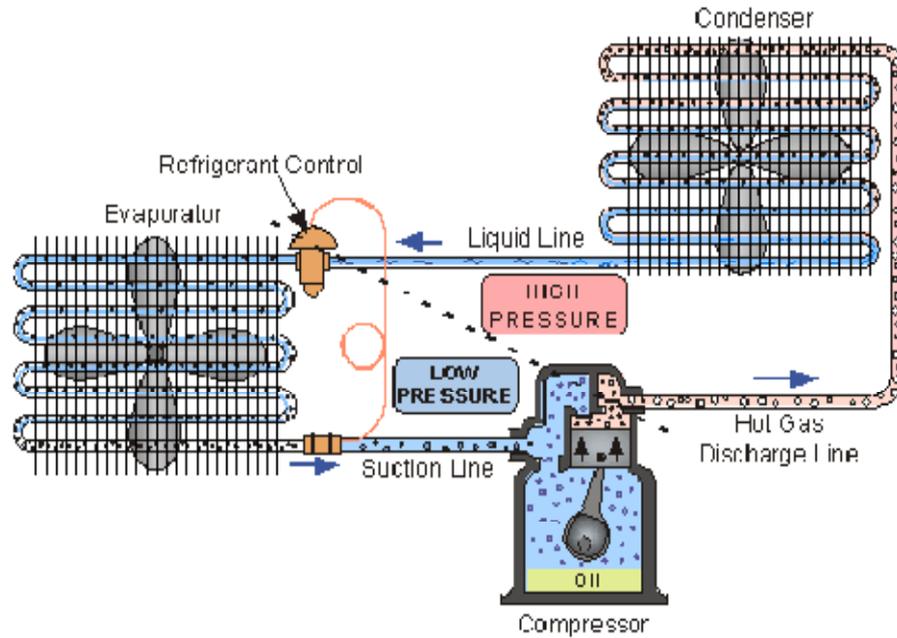
Fuente: Propia del autor

## 5.2 Funcionamiento del sistema

La función del sistema de aire acondicionado que ingresa en el vehículo no es tan sencilla como la calefacción, y por ello ha tardado más en aparecer en los vehículos de serie. El sistema de aire acondicionado usa unos elementos específicos más complejos, así como un intercambiador de calor MARTÍNEZ Hermogenes dice lo siguiente.

El principio de funcionamiento del circuito de aire acondicionado se puede explicar siguiendo las siguientes etapas.

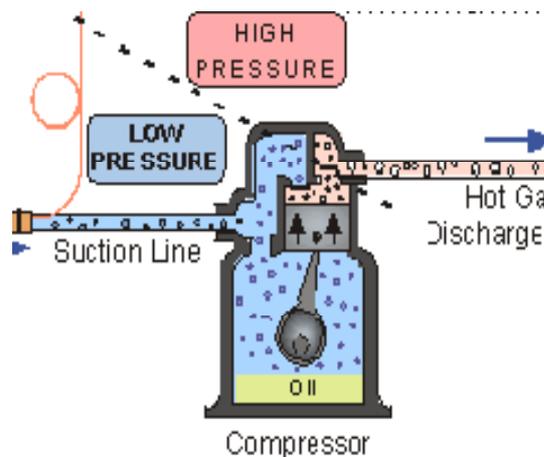
Figura 108. Funcionamiento del sistema



Fuente: Propia del autor

**5.2.1 Compresión.** El fluido en estado gaseoso es aspirado por el compresor a baja presión y baja temperatura esta puede ser (5 bar, 10°C) y sale comprimido a alta presión y alta temperatura hacia el condensador está entre (25 bar, 110°C).

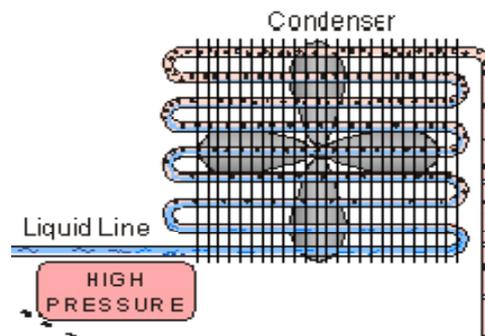
Figura 109. Compresión



Fuente: Propia del autor

**5.2.2 Condensación.** El gas refrigerante que llega del compresor en estado gaseoso y entra en el condensador a alta presión y temperatura. Aquí empieza la cesión de calor gracias al ventilador, produciéndose la condensación del fluido frigorífico, saliendo del condensador en estado líquido a alta presión y temperatura media (20 bar, 60°C).

Figura 110. Condensación

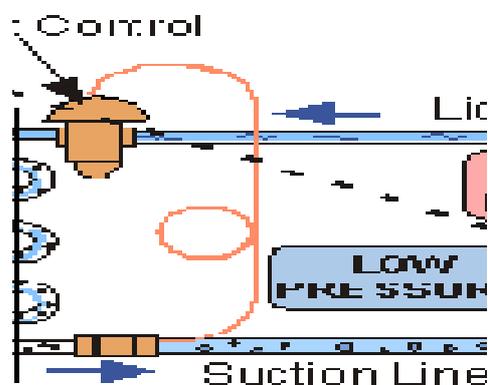


Fuente: Propia del autor

**5.2.3 Filtrado y desecado.** Este paso es muy importante porque aquí pasa el líquido refrigerante por un filtro que absorbe la humedad y todas las impurezas del fluido aquí no se produce ningún cambio de estado ni alteraciones de temperatura ni de presión.

**5.2.4 Expansión.** El fluido ingresa a la válvula de expansión en estado líquido a una presión y temperatura de 20 bar y 60°C, aquí se produce una caída brusca de presión y temperatura. El fluido al salir de la válvula en estado difásico, a una presión de 5 bar y una temperatura de 0°C

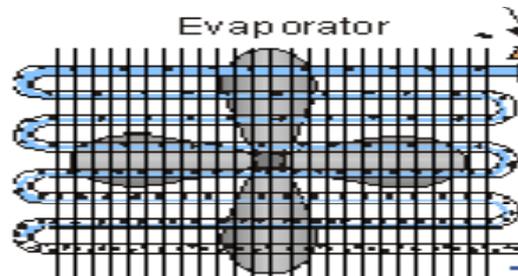
Figura 111. Expansión



Fuente: Propia del autor

**5.2.5 Evaporación.** El fluido refrigerante ingresa en el evaporador en estado difásico, aquí comienza el intercambio de calor. El fluido necesita absorber calor para poder evaporarse, y lo toma del aire que atraviesa el evaporador.

Figura 112. Evaporación



Fuente: Propia del autor

**5.2.6 Control.** El fluido refrigerante a la salida del evaporador y a la entrada del compresor siempre debe estar en estado gaseoso, para que el compresor no sufra daños.

El equipo es controlada por una válvula de expansión, la válvula controla la presión a la salida del evaporador el valor promedio es entre 5 y 15°C, y en un caso de encontrarse fuera de estos valores la válvula actúa como un interruptor se abre más o menos para permitir la entrada de un caudal mayor o menor al evaporador. (MARTINEZ, 2001).

En la instalación de baja presión el compresor absorbe el gas refrigerante a una presión aproximadamente de 3 bares y a una temperatura de 15°C, el compresor comprime el refrigerante elevando su presión 8 bares y una temperatura 25 °C, y este refrigerante es enviado al condensador.

Figura 113 Instalación de baja presión



Fuente: Propia del autor

A la salida del compresor gracias a la colocación de un manómetro y un sensor de temperatura se puede observar el estado físico del refrigerante. El gas al atravesar el condensador este es enfriado por el ventilador hasta el punto de condensarse es decir pasa de estado gaseoso a líquido, de la misma forma a la salida condensador mediante otro, manómetro y sensor de temperatura se puede observar el cambio de estado físico del refrigerante.

En el circuito de alta presión se colocó un presostato o una válvula de seguridad que actúa como un interruptor y puede conectar y desconectar el equipo según la presión del circuito.

Figura 114 Instalación de alta presión



Fuente: Propia del autor

Al mismo tiempo el aire pierde humedad debido a la condensación que se produce en el condensador y que esta en el exterior del evaporador. Aquí se colocó otro manómetro y un sensor de temperatura para observar el estado físico del refrigerante y observar la presión y su temperatura.

Figura 115 Manómetro de baja presión

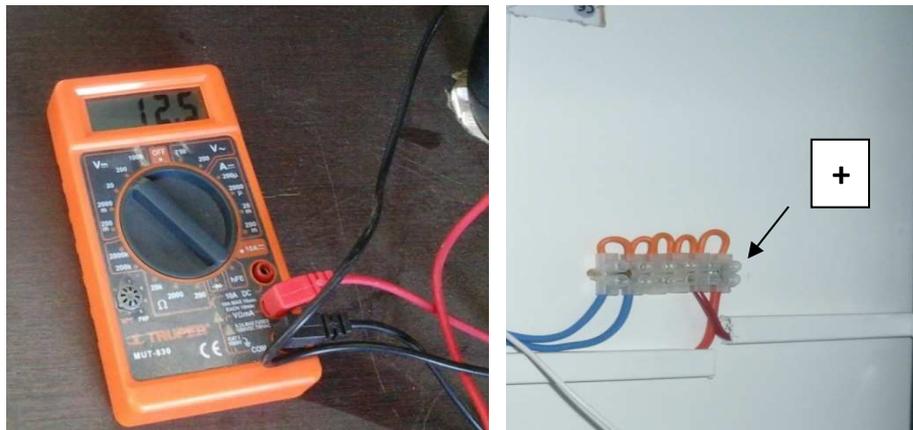


Fuente: Propia del autor

### 5.3 Comprobación de voltajes de los componentes móviles de aire acondicionado

**5.3.1** *Comprobación de voltaje del circuito de alimentación.* Se toma los datos con el multímetro desde la masa y la entrada de voltaje nos podemos dar cuenta donde está la entrada y la salida por los colores de los cables negro negativo y rojo positivo y están conectadas con borneras para la medición sea más fácil y correcta dando una medición de 12,5V.

Figura 116. Comprobación de voltaje



Fuente: Propia del autor

**5.3.2** *Comprobación de voltaje de alimentación del compresor* El voltaje se lo midió de la entrada positiva y negativa del compresor encendido el cargador de batería por el gran amperaje que consume y el valor es de 10,8 V.

Figura 117. Voltaje del compresor



Fuente: Propia del autor

**5.3.3** *Comprobación del voltaje de alimentación del electroventilador del condensador.* El voltaje se lo midió de la entrada positiva y negativa del electroventilador, que se encuentra ubicado dentro del tablero en la parte inferior encendido el cargador de batería y el valor es de 11.6 V.

Figura 118. Voltaje del electroventilador



Fuente: Propia del autor

**5.3.4** *Comprobación del voltaje de alimentación del soplador.* El voltaje se lo midió de la entrada positiva y negativa del soplador encendido el cargador de batería y el valor es de 11.6 V.

Figura 119. Voltaje del soplador



Fuente: Propia del autor

#### **5.4 No exceder la potencia del Aire acondicionado**

- Al usar el aire acondicionado en un lugar con la temperatura es muy elevada y el sistema a la máxima potencia donde se pretende bajar la temperatura a unos 15°C, aquí se incrementa el consumo de combustible y por ende se eleva las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente.
- Solo usar el aire acondicionado cuando sea necesario no cerrar las ventanas para encenderlo.
- Solo usar refrigerante R134a para no contaminar el ambiente.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Se realizó el estudio minucioso del sistema de Aire acondicionado del Hyundai Accent, conjuntamente con cada uno de sus elementos.

Se construyó el banco didáctico y se podrá utilizar para realizar pruebas del sistema, para simular fallas y además para la fácil explicación de sus elementos que conforman el tablero, también se puede hacer el cambio de todos sus componentes que puedan dañarse

En el sistema de aire acondicionado se observaron los cambios físicos y químicos que sufre el gas refrigerante R134a.

De manera real se pudo despejar dudas del funcionamiento de todos los componentes que forman el banco didáctico.

Se logró de forma correcta la realización de vacío y de carga del refrigerante del sistema de aire acondicionado del banco didáctico.

El laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado de la Escuela de Ingeniería Automotriz dispone con un equipo real para que sus profesores y estudiantes puedan usarlo, y estudiar el funcionamiento del aire acondicionado en forma práctica y real.

Se elaboró un manual de usuario y guías para realizar prácticas del funcionamiento, simulación de fallas del Aire Acondicionado, y de esta manera sea fácil la utilización del equipo sin daño alguno.

## **6.2 Recomendaciones**

Usar solo gas refrigerante HFC-134a ya que los componentes que conforman el tablero están diseñados para trabajar con este tipo de refrigerante por lo que si se utiliza otro tipo de gas podría ocasionar averías en los componentes.

Tener cuidado cuando se proceda la operación de carga y vacío del refrigerante si no se lo hace podría ingresar aire o humedad en el sistema

Realizar un mantenimiento preventivo para la realización de prácticas en el tablero y tener un buen funcionamiento realizar un mantenimiento preventivo cada cierto tiempo a todos los elementos que conforman el tablero y poder realizar sus prácticas sin problemas.

Utilizar el tablero teniendo en cuenta que el motor eléctrico va conectado a una toma de 110 V para que no sufra algún desperfecto y garantizar rendimiento del motor eléctrico.

Observar por medio de los indicadores de presión y temperatura si el sistema tiene la carga correcta del refrigerante.

Realizar una prueba de detección de fugas utilizando los métodos necesarios, siempre que se sospeche alguna fuga o se haga algún mantenimiento en el sistema de Aire Acondicionado.

## BIBLIOGRAFÍA

**AVILA, Oscar. 2012.** Wiki How. [En línea] 18 de junio de 2012. [Citado el: 16 de febrero de 2014.] <http://es.wikihow.com/recargar-el-aire-acondicionado-de-un-auto>.

**BIEL, Jesus. 1997.** *Formalismos y Métodos de la Termodinámica*. España : Reverte, 1997.

**BOLES, Cengel. 2011.** *Termodinámica*. Mexico : McGraw-Hill, 2011.

**CENGEL, Yunus. 2000.** *Compresores*. Barcelona : Limusa, 2000.

**CHECA, Marco, CAIZA y Pablo. 2012.** Incidencias y reparaciones. *Construcción de un sistema didáctico de aire acondicionado vehicular*. Riobamba : s.n., 2012.

**FUENTES, IUIS. 2013.** Aire Acondicionado Automotriz. [En línea] 30 de Noviembre de 2013. [Citado el: 11 de Enero de 2014.] <http://prezi.com/fihzhf3xmqoc/aire-acondicionado-automotriz/>.

**HERNANDEZ, Goribar. 1975.** *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. Mexico : Prentice Hall International, 1975.

**2013.** <http://www.aires-acondicionados.info/2013/09/manometros-de-refrigeracion.html>. *Aire Acondicionado*. [En línea] 10 de Septiembre de 2013. [Citado el: 10 de enero de 2014.] <http://www.aires-acondicionados.info/2013/09/manometros-de-refrigeracion.htm>.

**LESUR, Luis. 2007.** *Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado*. Mexico : Trillas, 2007.

**MARTINEZ, Hermogenes. 2001.** *Manual del Automóvil reparación y mantenimiento*. España : s.n., 2001.

**MEDINA, Diego. 2000.** El aire acondicionado automotor. [En línea] 14 de Mayo de 2000. [Citado el: 23 de Julio de 2013.] [http://www.monografias.com/usuario/perfiles/diego\\_medina/datos](http://www.monografias.com/usuario/perfiles/diego_medina/datos).

**MITCHELL. 1991.** *Manual de Reparación de Siste más de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1*. s.l. : Prentice- Hall,, 1991.

**NAVARRO, Luis. 1991.** *Manual de reparación de siste más de aire acondicionado automotrices*. s.l. : Prentice-Hall Hispanoamericana, 1991, 1991.

**OPTRONIC, Kruus. 2013.** WIKIPEDIA. [En línea] 24 de Noviembre de 2013. [Citado el: 18 de enero de 2014.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Punto\\_de\\_fusi%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Punto_de_fusi%C3%B3n).

**PELAEZ, Alonso. 2004.** *Técnicas del Automóvil*. España : s.n., 2004.

**PRENTICE, Hall. 1987.** *Manual de Refrigeración y aire acondicionado*. Mexico : s.n., 1987.

**Products, STANDAR Motor. 2002.** AIR CONDITIONING TIPS & TECHNIQUES. [En línea] 2002. [Citado el: 27 de septiembre de 2013.]

**TIPPENS, Paul. 1992.** *Conceptos y aplicaciones de física*. Mexico : Mc Graw Hill, 1992.

**WANG, Shu. 2013.** Wikipedia. [En línea] 14 de Agosto de 2013. [Citado el: 12 de Noviembre de 2013.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Purificador\\_de\\_aire](http://es.wikipedia.org/wiki/Purificador_de_aire).

