



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA SER UTILIZADO EN VEHÍCULOS LIVIANOS CON EL PROPÓSITO DE AUMENTAR EL CONFORT DEL AUTOMÓVIL”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

**REALIZADO POR:
SANTIAGO PAÚL OROZCO ALARCÓN**

Latacunga – Ecuador

2011

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICADO

ING. LUIS MENA (DIRECTOR)

ING. OSCAR ARTEAGA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA SER UTILIZADO EN VEHÍCULOS LIVIANOS CON EL PROPÓSITO DE AUMENTAR EL CONFORT DEL AUTOMÓVIL**”, realizado por el señor OROZCO ALARCÓN SANTIAGO PAUL ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejercito.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y desarrollo profesional. **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de **UN** empastado y **UN** disco el cual contiene los archivos en formato portátil, Autorizan al señor OROZCO ALARCÓN SANTIAGO PAÚL que la entregue al señor ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Coordinador de la carrera.

ING. LUIS MENA
CI: 180161864-4

ING. OSCAR ARTEAGA
CI: 180237926-1

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Santiago Paúl Orozco Alarcón

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA SER UTILIZADO EN VEHÍCULOS LIVIANOS CON EL PROPÓSITO DE AUMENTAR EL CONFORT DEL AUTOMÓVIL**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Enero 2011

OROZCO ALARCÓN SANTIAGO

CI: 1712720554

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Yo, Santiago Paúl Orozco Alarcón

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA SER UTILIZADO EN VEHÍCULOS LIVIANOS CON EL PROPÓSITO DE AUMENTAR EL CONFORT DEL AUTOMÓVIL”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Enero 2011

OROZCO ALARCÓN SANTIAGO.

CI: 1712720554

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Santiago Paul Orozco Alarcón, bajo nuestra supervisión

ING. LUIS MENA
DIRECTOR DE PROYECTO

ING. OSCAR ARTEAGA
CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado una familia ejemplar, a mis padres el Sr. Eduardo Orozco Silva y Sra. Bolivia Alarcón quien con mucho sacrificio me ayudaron para poder estudiar en esta noble Universidad.

A mis Hermanos Sr. Ing. Cap. Tec. Avc. Christian Orozco, Sra. Dra. Katherine Orozco y Sr. Dr. Rommel Orozco quienes con sus ejemplos de superación en sus diferentes estudios, me apoyaron siempre para poder llegar a culminar mi carrera y ser un orgullo más de mi familia.

A mi Esposa Sra. Yarlyeny Vera quien en los últimos años de mi carrera, fue mi empuje y fortaleza para llegar a cumplir mi objetivo graduarme de Ing. Automotriz.

DEDICATORIA

Dedico este Título de Ingeniero Automotriz a toda mi Familia, mi Esposa, profesores que supieron impartir sus conocimientos necesarios para poder afrontar los retos que nos depara la vida profesional, amigos que a lo largo de esta formación se logra obtener, y a una persona en especial que siempre estuvo contento en que yo siguiera esta carrera que tanto le apasionaba, a quien en vida fue el Sr. Jorge Raúl Monard Jiménez.

RESUMEN

En el presente proyecto se tiene como objetivo el diseño y construcción de un sistema de Climatización para ser utilizado en vehículos livianos con el propósito de aumentar el confort del automóvil, con lo cual me permite demostrar los conocimientos obtenidos en todos los años de mi carrera, cabe indicar que este tipo de proyecto es 100% realizado con manos ecuatorianas.

Este trabajo ha sido elaborado en la ciudad de Quito, se divide en 4 capítulos que los detallo a continuación.

El Capítulo I, detalla los principios Físicos y Químicos del Aire como son Presión, Gravedad, Calor, Refrigeración etc., Aparte se habla de los principales componentes que comprende el sistema de Aire Acondicionado.

El Capítulo II, detalla el Diseño y la selección de los elementos para poder construir todo el sistema de Aire acondicionado, para este efecto se realizan sus respectivos cálculos de cada elemento que comprende este sistema.

El Capítulo III, detalla el montaje y la instalación de todo el sistema de Aire Acondicionado mas el sistema de climatización automático, y el funcionamiento de cada uno de los componentes de dicho modulo, adaptado al auto marca Chevrolet RODEO

El Capítulo IV, detalla todas las pruebas que se pueden realizar a los diferentes sistemas de Aire Acondicionado Automotriz para verificar fugas defectos cortes de mangueras fallas en las presiones y se da una pequeña charla de mantenimiento del A/C.

ÍNDICE

I.- CAPÍTULO.....	5
1.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL AIRE ACONDICIONADO	5
1.1.1.- GRAVEDAD.....	7
1.1.2.- PRESIÓN ATMOSFÉRICA.....	8
1.1.3.- CAMBIOS EN LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA	10
1.1.4.- VACÍO	11
1.1.5.- MÁQUINAS DE VACÍO.....	12
1.1.6.- ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL AIRE	13
1.1.7.- PRESIÓN	14
1.1.8.- CALOR.....	15
1.1.9.- EXPANSIÓN DE LOS SÓLIDOS CON EL CALOR	17
1.1.10.- EL TERMOSTATO	17
1.1.11.- EXPANSIÓN DE LÍQUIDOS Y GASES CON EL CALOR.....	18
1.1.12.- EL TERMÓMETRO	18
1.1.13.- TRANSMISIÓN DE CALOR	19
1.1.14.- EFECTO CONDENSADOR.....	21
1.2.- PRINCIPIOS DE CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN	22
1.2.1.- CAMBIO DE ESTADO	22
1.2.2.- LA BTU.....	22
1.2.3.- CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN.....	23
1.2.4.- CALOR LATENTE DE FUSIÓN (CONGELACIÓN).....	25
1.2.5.- GRÁFICO DE CALOR LATENTE	26
1.2.6.- ENFRIAMIENTO POR EXTRACCIÓN DEL CALOR LATENTE	27
1.2.7.- PRESIÓN Y VAPORIZACIÓN	28
1.3.- COMPRESORES	29
1.4.- CONDENSADORES.....	30
1.5.- EVAPORADORES.....	30
1.6.- REFRIGERANTES.....	31
1.7.- FILTROS DESHIDRATADORES.....	35
1.7.1.- DEFINICIÓN	35
1.7.2.- DESCRIPCIÓN	35
1.8.- SISTEMA DE CONTROL.....	37
1.8.1.- MICROCODE STUDIO	37
II.- DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	40
2.1.- PARÁMETROS DE DISEÑO	40
2.1.1 SISTEMA DE CALEFACCIÓN	40
2.1.2 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE AIRE	42
2.2.- CALCULO DEL FLUJO MÁSIKO DE AIRE REQUERIDO.....	45
2.3.- CALCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN.....	47
2.4.- CALCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN	48
2.4.2 INTERCAMBIO TÉRMICO EN EL EVAPORADOR	50
2.5.- SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE.....	52
2.6.- SELECCIÓN DEL COMPRESOR	55

2.7.- SELECCIÓN DEL VENTILADOR	56
III CAPITULO	60
MONTAJE E INSTALACION DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	60
3.1.1.--TIPO DEL TABLERO DE INSTRUMENTOS	60
3.1.2.- TIPO PORTA EQUIPAJE	60
3.1.3.- TIPO DE AIRE ACONDICIONADO DOBLE	61
3.1.4.- CLASIFICACIÓN SEGÚN FUNCIONES	62
3.1.5.- FUNCIONAMIENTO BÁSICO.....	63
3.2 MONTAJE DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	72
3.3 MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO	79
IV CAPITULO.....	82
4.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	82
4.1.-VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE DEL COMPRESOR	82
4.2.- AJUSTE DEL TERMOSTATO.....	84
4.2.1.- AJUSTE DEL TERMOSTATO	86
4.2.2.- PREPARE EL SISTEMA PARA SU FUNCIONAMIENTO	86
4.3.- VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTATICA.....	87
4.3.1.- VERIFICACIÓN DEL FLUJO MÁXIMO DE LA VÁLVULA DE.....	89
4.3.2.- VERIFICACIÓN DEL FLUJO MINIMO DE LA VÁLVULA DE EXPANSION.	90
4.4.1.- EVACUACIÓN DEL SISTEMA.....	93
4.5.- RENOVACION DEL AIRE.....	95
4.6.- LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS	96
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	139
5.1.- CONCLUSIONES	139
5.2.- RECOMENDACIONES	140
BIBLIOGRAFIA.....	141

Índice de Figuras

Figura 1.1 Funcionamiento Básico del Aire Acondicionado	5
Figura 1.3 Pesos a Nivel del Mar.....	8
Figura 1.4 Presión del aire sobre la Tierra.....	9
Figura 1.5 Presión Atmosférica	9
Figura 1.6 Presión de Aire	11
Figura 1.7 Barómetro	12
Figura 1.8 Presión de Gas Comprimido	14
Figura 1.9 Aumento Presión VS Volumen	15
Figura 1.10 Estado Solido a Líquido	16
Figura 1.11 Termostato de espiral.....	18
Figura 1.12 Termómetros Fahrenheit y Celsius.	19
Figura 1.13 Esquema Condensador	20
Figura 1.14 Corte de un Condensador	21
Figura 1.15 Refrigerante Caliente a Refrigerante liquido	22
Figura 1.16 Efecto Btu	23
Figura 1.17 Fenómeno Btu 1 Punto Congelación.....	24
Figura 1.18 Fenómeno Btu 2 Vapor de Agua.....	25
Figura 1.19 Calor Latente	26
Figura 1.20 Extracción de Calor Latente	28
Figura 1.21 Evaporador	30
Figura 1.22 Refrigerador simple	32
Figura 1.23 Diagrama esquemático de un refrigerador eléctrico.....	33
Figura 1.24 Filtros deshidratadores.....	36
Figura 1.25 Esquema del MicroCode.....	37
Figura 1.26 Códigos para la Programación	39
Figura 2.1 Funcionamiento y elementos constitutivos del sistema de calefacción.....	40
Figura 2.2 Funcionamiento y componentes del sistema de calefacción	42
Figura 2.3 Parámetros de diseño para el sistema de climatización.....	44
Figura 2.4 Compresor.....	56
Figura 2.5 Ventilador	58
Figura 3.1 Circulación del Aire Acondicionado.....	60
Figura 3.2 Circulación del Aire Acondicionado tanto en el Porta Equipaje	61
Figura 3.3 Tipos de Circulación de Aire Acondicionado	61
Figura 3.4 Función Simple de A/C	62
Figura 3.5 Función para Todas las temporadas	62
Figura 3.6 Panel de Control	64
Figura 3.7 Amortiguador del Control de Flujo	65
Figura 3.8 Presiones a diferentes posiciones	65
Figura 3.9 Funcionamiento Básico del Sistema A/C	66
Figura 3.10 Sistema Tipo Palanca	67
Figura 3.11 Tipo Presión de Botón	68
Figura 3.12 Tipos de Amortiguadores	69
Figura 3.13 Diagrama Eléctrico del Sistema del A/C	70
Figura 3.14 Circuito Eléctrico A/C	71
Figura 3.15 Compresor sistema A/C.....	73

Figura 3.16 Embrague A/C.....	74
Figura 3.17 Secador del Filtro Receptor	75
Figura 3.18 Bobina del Condensador.....	76
Figura 3.19 Válvula de Expansión	77
Figura 3.20 Control de Presión	78
Figura 4.1 Válvula de Expansión Termostática	89
Figura 4.2 Detector de fugas del tipo de llama o de quemador (ATW).....	92
Figura 4.3 Método de Conexión para pruebas de Fugas.....	93
Figura 4.4 Conexiones de los manómetros a un sistema de evaporador – regulador de presión. (EPR)	93
Figura 4.5 Diagrama de Conexión.....	94
Figura 4.6 Refrigerante Insuficiente.....	107
Figura 4.7 Presión Insuficiente.....	107
Figura 4.8 Refrigerante en Exceso	109
Figura 4.9 Aire en el Sistema	110
Figura 4.10 Humedad en el Sistema Refrigeración	111
Figura 4.11 Problemas de Circulación del A/C.....	113
Figura 4.12 Problemas Válvulas de Expansión	114
Figura 4.13 Fallas de Compresor	115
Figura 4.14 Equipo Detector de fugas	117
Figura 4.15 Fallas con Manómetros	118
Figura 4.16 Métodos de Manipulación	119
Figura 4.17 Manómetro en Alta Presión	120
Figura 4.18 Válvulas Abiertas	121
Figura 4.19 Válvulas Cerradas	121
Figura 4.20 Mangueras de Carga	123
Figura 4.21 Conexión de Mangueras de presión de Aire.....	124
Figura 4.22 Verificación de Fugas en las Mangueras	125
Figura 4.23 Válvula de Control del Refrigerante	125
Figura 4.24 Válvula de Control	126
Figura 4.25 Juntas	127
Figura 4.26 Método tipo Soplete de haluro	130
Figura 4.28 Precauciones en el Trabajo	133
Figura 4.29 Reemplazo de Componentes	134
Figura 4.30 Reemplazo de Tuberías	135
Figura 4.31 Manejo del Refrigerante.....	135
Figura 4.32 Sistema Funcionando	136
Figura 4.33 Seguridad con el Detector Tipo Soplete Haluro	137

Índice de Tablas

Tabla 1.1	Tabla que indica el número de Btu necesario para convertir vapor ..	27
Tabla 2.1	Propiedades de los refrigerantes R12 y R134a	54
Tabla 2.2	Especificaciones del ventilador	59
Tabla 4.1	Enfriamiento Insuficiente	99
Tabla 4.2	Averías del Compresor.....	100
Tabla 4.3	Averías en el Embrague Magnético	103
Tabla 4.4	Averías en la Válvula de Expansión	104
Tabla 4.5	Método tipo Soplete de Haluro	131

ANEXOS

Anexo A	141
Anexo 1-6 Modulo Electronico.....	141
Anexo 2-6 Montaje De Los Motores De Mando	142
Anexo 3-6 Posición Del Sensor De Temperatura En El Automóvil.....	143
Anexo 4-6 Posición De A/C Caliente	144
Anexo 5-6 Posición Motores Velocidades Y Temperatura	145
Anexo 6-6 Montaje Completo Del Modulo De Climatización	146
Anexo B.....	147
Anexo 1-2 Construcción De La Tarjeta Del Sensor De Temperatura Del Modulo De Climatización	14747
Anexo 2-2 Construcción De La Tarjeta Electronica	14848
Anexo C Diseño Modulo Climatización.....	149
Anexo D Diseño Eléctrico Tarjeta De Datos De Temperatura	150
Anexo E Diseño Eléctrico Tarjeta de Movimiento de los motores	1471

I.- CAPÍTULO

1.1.- Principios fundamentales del aire acondicionado

Leyes Físicas¹

El funcionamiento básico del acondicionador de aire del automóvil se muestra en la (figura 1.1) Las tres partes principales son el condensador, el compresor y el evaporador. El evaporador toma el calor del interior del coche. El condensador libera dicho calor en el exterior. El compresor presuriza un fluido, denominado refrigerante, que circula por el sistema, transfiriendo continuamente el calor desde el evaporador hasta el condensador. Más adelante se comentarán estos y otros componentes del sistema de acondicionamiento de aire.

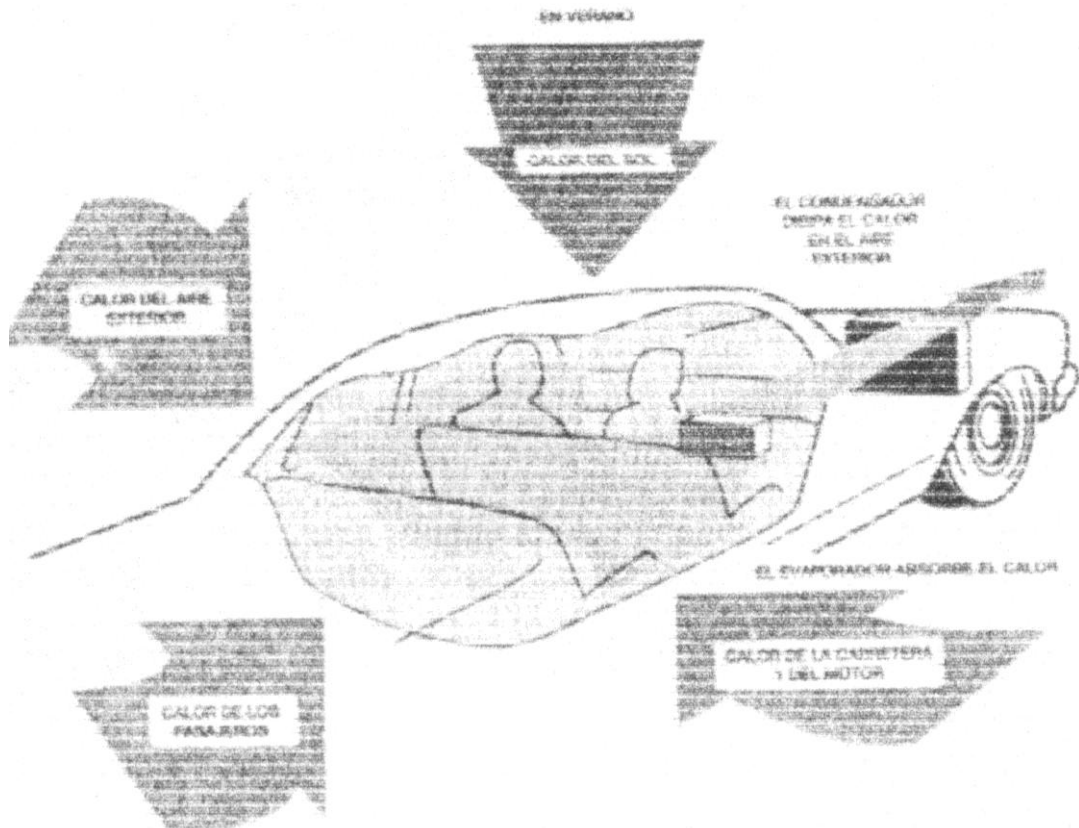


Figura 1.1 Funcionamiento Básico del Aire Acondicionado

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

Antes de describir dichos componentes comentemos los principios o leyes físicas que los hacen funcionar. Cuando usted suelta una piedra en el aire, dicha piedra cae al suelo (Figura 1.1). Cuando existe un vacío en un cilindro de un motor o de un compresor, el aire se precipita a llenar el vacío.

Un objeto caliente libera calor en el espacio circundante. Un objeto frío toma calor del espacio circundante. Además, un objeto frío absorbe humedad del aire circundante. Habrá usted visto que ocurre tal cosa en las bebidas frías, cuando la humedad cubre el exterior del vaso. Todas estas cosas ocurren a causa de las leyes físicas.

El acondicionador de aire del automóvil funciona gracias a la aplicación de seis leyes físicas o principios de física. Dichas leyes son:

El calor fluye siempre desde un cuerpo caliente a otro frío.

- 1) Los objetos fríos tienen menor calor que los objetos calientes de la misma masa.
- 2) Todo en el universo está constituido por materia. Toda la materia existe en uno de tres estados: sólido, líquido o vapor.
- 3) Cuando se enfría un vapor por debajo de su punto de rocío, se convierte en líquido. Esto se denomina condensación.
- 4) Para incrementar el punto de ebullición de un líquido, eleve la presión sobre la superficie del mismo. Para reducir el punto de ebullición, disminuya la presión.
- 5) Cuando se comprime un vapor, su temperatura y presión se elevan incluso aunque no se haya añadido calor. Este es el resultado de comprimir el vapor.

En los apartados siguientes se comenta cada una de estas leyes físicas y sus aplicaciones en el acondicionador de aire.

1.1.1- Gravedad¹

La gravedad hace que al soltar una piedra en el aire, ésta caiga al suelo (Figura 1.2). La gravedad es una fuerza o empuje que se ejercen sobre todos los objetos físicos. La Tierra atrae la piedra, de forma que ésta cae al suelo. Cuando un coche sube una cuesta, una buena parte de la potencia del motor se utiliza para vencer la gravedad; es decir, para elevar el coche de nivel contra la fuerza de la gravedad. De igual modo, un vehículo puede descender por una pendiente con el motor parado debido a la atracción gravitatoria de la Tierra sobre el vehículo.



Figura 1.2 Atracción Gravitatoria.

Normalmente, la atracción gravitatoria se mide en términos de peso. Por ejemplo, supóngase un objeto, que cuando se coloca sobre una balanza, pesa 10 libras (4.5 Kg.). Esto significa que el objeto tiene una masa suficiente para que la Tierra ejerza sobre él una fuerza de atracción de 10 libras (4.5 Kg.). La atracción gravitatoria, o la atracción que ejerce la Tierra, es lo que confiere a los objetos su peso.

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

1.1.2.- Presión atmosférica¹

El aire tiene peso, al igual que cualquier otra materia. Normalmente, no se piensa en el aire como un cuerpo pesado.

No podemos verlo, pero estamos acostumbrados a sentir su peso y movimiento, por ejemplo, cuando sopla sobre nuestros rostros, sin embargo el aire tiene peso porque es una “materia”. El aire es atraído hacia la Tierra mediante la acción gravitatoria. La (Figura 1.3) muestra una caja que representa 1 pie cúbico 10.028 metros cúbicos (m³). Al nivel del mar, y a temperatura ambiente, 1 pie cúbico (0.028 m³) de aire pesa, aproximadamente, ocho centésimas de libra (0.036 Kg).

Aparentemente, se trata de un peso muy pequeño. Sin embargo, se sabe que la cubierta de aire (la atmósfera) que rodea la Tierra, tiene muchas millas de altura. Esto significa que hay muchos miles de pies cúbicos de aire, apilados uno sobre otro; y todo ese aire tiene un peso (Figura 1.4).

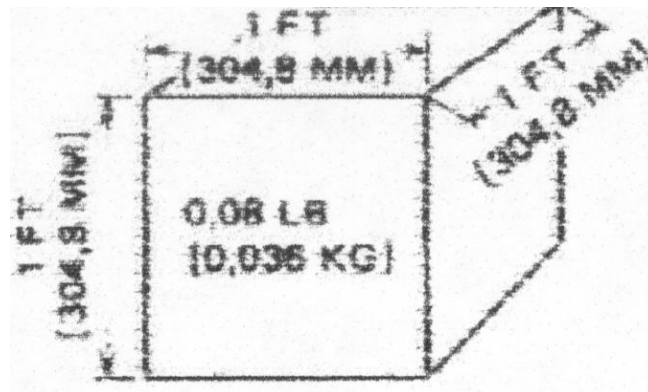


Figura 1.3 Pesos a Nivel del Mar

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

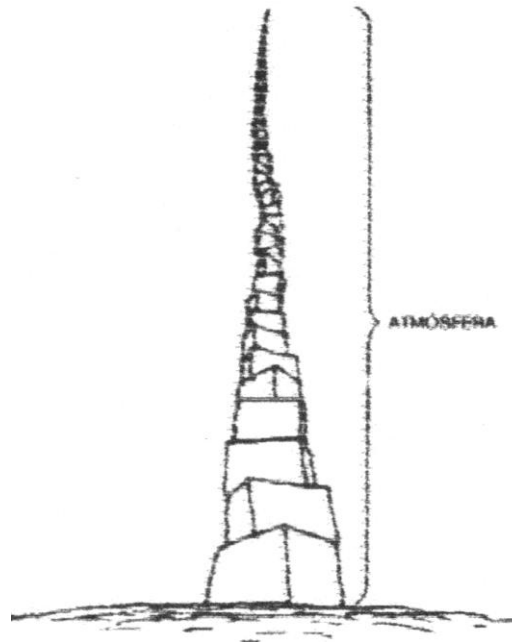


Figura 1.4 Presión del aire sobre la Tierra

El peso de este aire, es decir, su empuje hacia abajo, alcanza un valor de unas 15 PSI (libras por pulgada cuadrada) (103 kilo pascal (kPa)) al nivel del mar. Esta es otra forma de decir que la presión atmosférica es 15 PSI (103 kPa); y esta presión significa una fuerza de 2160 libras (9608 newton (N)) por pie cuadrado (Figura 1.5) La presión atmosférica al nivel del mar alcanza más de 200 libras (8896 N) sobre cada pie cuadrado de la superficie de la Tierra, o sobre cualquier objeto situado en la Tierra al nivel del mar. La razón por la que el cuerpo humano no es aplastado por toda esta presión es que las presiones internas del mismo equilibran la presión exterior del aire.

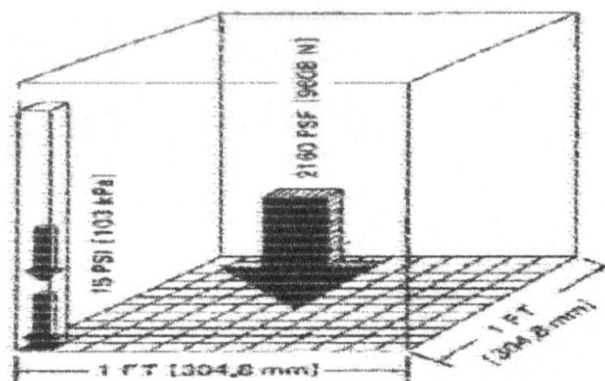


Figura 1.5 Presión Atmosférica

1.1.3.- Cambios en la presión atmosférica¹

La presión atmosférica está cambiando continuamente. Cambia con las condiciones meteorológicas. Cambia también si se sube desde el nivel del mar hasta lo alto de una montaña, o se vuela en un avión. La presión atmosférica está relacionada íntimamente con las condiciones meteorológicas porque los cambios de presión ayudan al desplazamiento del aire.

Por ejemplo, el aire situado sobre el océano recoge una gran cantidad de humedad; es decir, el agua se evapora del océano y pasa al aire en forma de vapor. Ahora supóngase que al este del aire húmedo hay una zona soleada de suelo seco. El sol calienta el aire situado encima del suelo. A medida que el aire se calienta, se expande y se hace más ligero. Cuando se enfría, se contrae, y se hace más pesado.

El aire más ligero tiende a subir; el aire más pesado tiende a bajar. A medida que el aire más ligero sube, el aire más pesado, más frío, más húmedo, procedente del océano, se desplaza hacia abajo. Esto provoca los cambios meteorológicos y las lluvias.

Cuando se sube una montaña o se vuela en un avión, la presión atmosférica se reduce. Cada vez se tiene más aire debajo y, por tanto, cada vez se tiene menos aire encima ejerciendo presión sobre el propio cuerpo. A 30.000 pies (9.144 m) por encima de la superficie terrestre, por ejemplo, la presión del aire es inferior a 5 PSI (34.5 kPa).

A una altitud de 100.000 pies (30.480 m), la presión del aire es sólo de unos 0.15 PSI (1.01 kPa) (Figura 1.6) Una persona no podría vivir a esta altura sin un traje espacial que mantenga presión sobre el cuerpo y suministre suficiente aire para respirar.

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

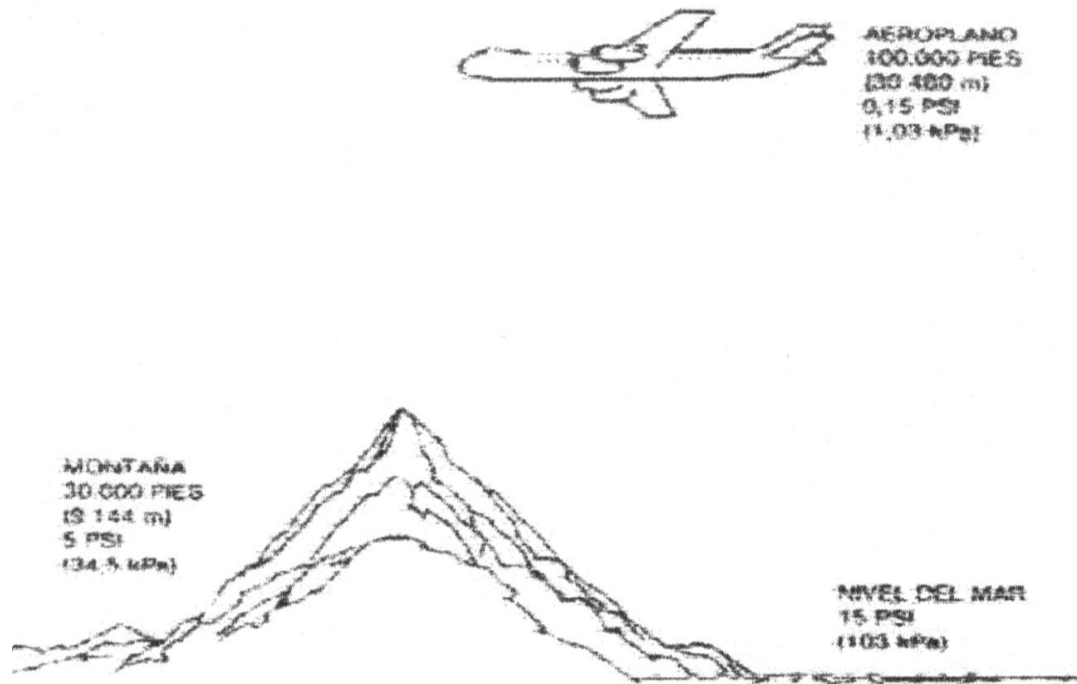


Figura 1.6 Presión de Aire

1.1.4.- Vacío¹

Vacío es la ausencia de aire o de cualquier otra sustancia material. Muy lejos de la superficie terrestre, cientos de millas en el espacio, no existe atmósfera. No hay aire. A esa distancia de la Tierra, solo hay unas pocas partículas muy dispersas, eso es un vacío.

Podemos producir un vacío con un tubo largo de cristal cerrado por uno de sus extremos y una cubeta que contenga mercurio (Figura 1.7).

El símbolo químico del mercurio es Hg. Se trata de un metal muy pesado que es líquido a temperaturas normales.

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

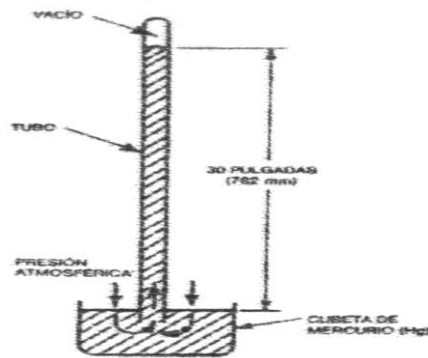


Figura 1.7 Barómetro

Para producir un vacío, se llena por completo el tubo con mercurio y se cierra fuertemente el extremo abierto. A continuación, se le da la vuelta al tubo, y se introduce el extremo tapado en el interior de una cubeta con mercurio. Se abre el extremo tapado. Al abrirse ese extremo, parte del mercurio se esparce por la cubeta. Esto deja un espacio sin llenar, un vacío, en el extremo superior del tubo (Figura 1.7).

La altura de la columna de mercurio, medida en pulgadas o en milímetros, da la lectura del vacío. El tubo y la cubeta de mercurio forman un barómetro sencillo. Un barómetro es utilizado para medir la presión atmosférica. Cuando se le da la vuelta al tubo, la mayor parte del mercurio permanece en el interior del tubo. La presión atmosférica empuja sobre la superficie del mercurio existente en la cubeta; este empuje, transmitido a través del mercurio se mantiene en el tubo a un nivel inferior.

1.1.5.- Máquinas de vacío¹

El barómetro es un tipo de máquina para producir vacío. Existen otros muchos dispositivos (bombas de uno u otro tipo) que producen vacío. El motor de automóvil es, en cierta forma una máquina de vacío. Durante las carreras de admisión, se produce un vacío parcial en sus cilindros ocasionado por el movimiento descendente de los pistones. Cuando esto sucede, la presión atmosférica desplaza

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

aire hacia el vacío. El aire pasa a ves del carburador, donde toma una carga de gasolina vaporizada.

El motor de automóvil es también una máquina de compresión o compresor. Después de entrar las cargas de aire y combustible en los cilindros, los pistones suben y comprimen dichas cargas.

El compresor de un acondicionador de aire o de un refrigerador funciona de forma análoga. Comprime el vapor que circula en parte del sistema, como se explicará más adelante.

1.1.6.- Algunas características del aire²

El aire puede expandirse o contraerse. También, el aire puede comprimirse o apretarse en un volumen más pequeño. El aire es una mezcla de varios gases.

El aire, o cualquier gas o vapor, están compuestos de pequeñas partículas denominadas moléculas que son combinaciones de átomos. Estos átomos o moléculas son tan pequeñas que hay trillones de ellos en una pulgada cúbica [16.387 centímetros cúbicos (cm³)] de gas o vapor. Por ejemplo, en 1 pulgada cúbica (16,387 cm³) de gas hidrógeno a presión atmosférica y 32 °F (0 °C) hay alrededor de 880 trillones (880.000.000.000.000.000.000 u 880 x 10¹⁸) de átomos. Sin embargo, aun con tantos átomos, dado que son tan pequeños, el espacio no está lleno.

² Boyce H. Dwuiggins: A/C para Automóviles

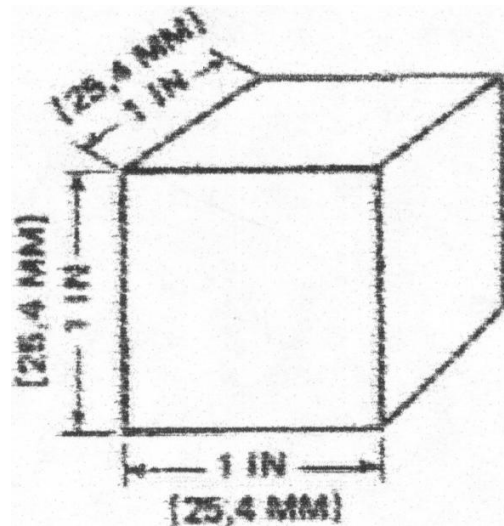


Figura 1.8 Presión de Gas Comprimido

Los átomos o moléculas de un gas o vapor están relativamente lejanos. Esto puede probarse comprimiendo ese gas o vapor en un espacio más reducido. Por ejemplo, supóngase que 1 pulgada cúbica (16,387 cm³) de gas hidrógeno está contenida en una caja rígida ajustada a la medida de un pistón cuadrado. (Figura 1.9).

La presión reduce la distancia entre los átomos de hidrógeno, de forma que el volumen se reduce a 1/10 de pulgada cúbica (1,6 cm³). Además, la temperatura del gas hidrógeno aumenta.

1.1.7.- Presión¹

Los átomos o moléculas de un gas siempre están en movimiento. Disponen de un espacio relativamente grande para moverse, de forma que se desplazan de manera irregular en una constante agitación. Si el gas está encerrado en un recipiente, las moléculas chocan constantemente contra las paredes interiores del mismo. Cada segundo se producen miles de millones de estos choques en un recipiente de 1 pulgada cúbica (16,387 cm³). Estos miles de millones de choques este bombardeo constante se suma a la fuerza total que se conoce como presión.

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

Cuando se comprime 1 pulgada cúbica (16,387 cm³) a 1/10 de pulgada cúbica (1,6 cm³) (Figura 1.9), se reduce mucho la distancia entre las moléculas de gas, y, por lo tanto, existe mucho menos espacio libre para moverse. Dichas moléculas chocan mucho más a menudo contra las paredes con una frecuencia diez veces superior, porque sólo disponen de 1/10 parte del moverse. Es otra forma de decir que la presión se ha incrementado diez veces.

Esto es realmente lo que ha ocurrido. Se empieza con una presión de 15 PSI (103 kPa) en la figura y se incrementa 10 veces, es decir, a 1560 PSI d4 kPa, en la (Figura 1.9)

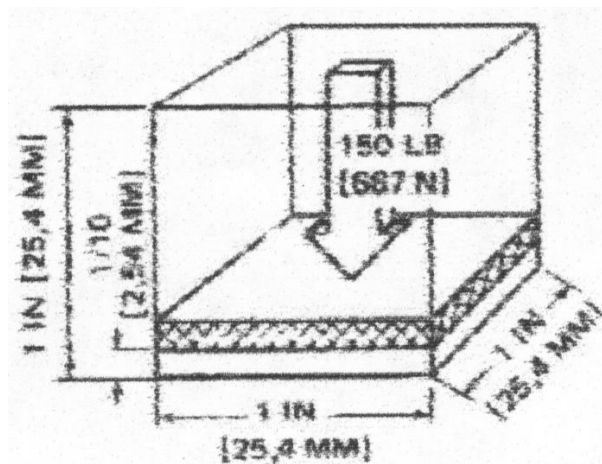


Figura 1.9 Aumento Presión VS Volumen

1.1.8.- Calor¹

Al aumentar la presión de un gas o vapor disminuye su volumen. También aumenta su temperatura. La temperatura, o calor, es la velocidad del movimiento molecular. Cuando las moléculas de un cuerpo se mueven con rapidez, éste está caliente. Cuando las moléculas se mueven lentamente, el cuerpo está frío. En un pedazo de hielo, por ejemplo, las moléculas se mueven lentamente, y más o menos se mantienen juntas; así, el hielo se mantiene sólido.

Pero si el hielo se calienta (Figura 1.10), funde las moléculas adquieren un movimiento mucho más rápido de forma que ya no se mantienen juntas para formar un sólido. El hielo se vuelve agua. Si el agua se calienta, las moléculas se mueven

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

mucho más rápidamente todavía. Finalmente, lo hacen con tal velocidad, que empiezan a saltar fuera del líquido. Esto es lo que ocurre cuando el agua hierve o se vuelve vapor.

Lo contrario también es cierto. Si se toma calor de un a gas o vapor, se ralentizan las moléculas. Si se enfría el gas lo suficiente, las moléculas empiezan a aproximarse para formar un líquido. Entonces, si se enfría todavía más, las moléculas se agrupan hasta congelarse, o formar un sólido. Así pues, el agua pasa de vapor a líquido y a hielo sólido.

Prácticamente todas las sustancias actúan de la misma manera. Por ejemplo, un bloque de cilindros fundido, de un motor de automóvil es, simplemente, hierro sólido. Si se calienta suficientemente el hierro sólido, se convertirá en líquido. Si se calienta todavía más, se convertirá en vapor. Ahora, se contemplarán los conceptos de temperatura y calor desde el punto de vista de las moléculas. Cuando se comprime 1 pulgada cúbica (16,387 cm³) de un gas a 1/10 de pulgada cúbica (1,6 cm³) (Figuras 1.8 y 1.9).

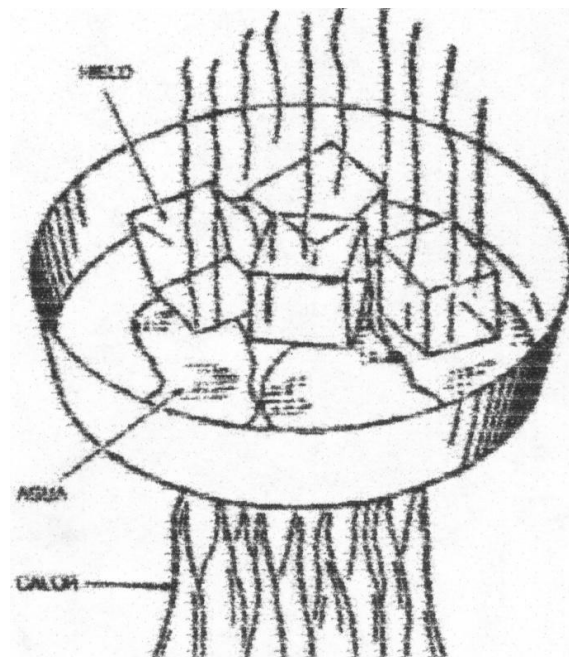


Figura 1.10 Estado Solido a Líquido

1.1.9.- Expansión de los sólidos con el calor¹

El calor, o movimiento molecular más rápido, tiene otro efecto sobre las cosas.

Por ejemplo, cuando un sólido tal como una barra de acero se calienta, se alarga es decir, la barra de hierro se dilata. Supóngase que se detiene una barra de hierro de 10 pies (3,048 m) de longitud a 100 °F (37,8 °C). Ahora, supóngase que se calienta a 1.000 °F (537,8 CC). Entonces, su longitud aumenta a 10,07 pies (3,069 m). La razón es que, cuando la barra se calienta, sus moléculas se mueven cada vez más deprisa. Para hacer esto necesitan más espacio, por lo que empujan y desplazan a las moléculas vecinas. La barra se dilata en todas las direcciones, adquiriendo mayor anchura y mayor longitud.

Todos los sólidos se dilatan cuando se calientan, algunos más que otros. Por ejemplo, el aluminio, cuando se calienta, se dilata unas dos veces más que el hierro. Este efecto se utiliza de diversas formas en maquinaria.

1.1.10.- El termostato²

Esas diferencias en los coeficientes de expansión de diferentes metales se utilizan en los termostatos. En la (Figura 1.11), se representa uno de los tipos. Se trata de una espiral construida por tiras de metales diferentes, tales como bronce y acero, soldadas. Cuando la espiral se calienta, un metal se dilata más que el otro. Esto hace que la espiral se enrolle o se desenrolle, según cuál sea el metal que queda en la parte exterior.

El movimiento de la espiral puede utilizarse para controlar el flujo de líquidos o de vapor. También puede utilizarse para abrir o cerrar circuitos eléctricos. El termostato se utiliza en algunos puntos del automóvil. Por ejemplo, hay termostatos en el difusor del carburador, en el control de calentamiento del colector y en los sistemas de control de la emisión de gases.

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

² Boyce H. Dwuiggins: A/C para Automóviles

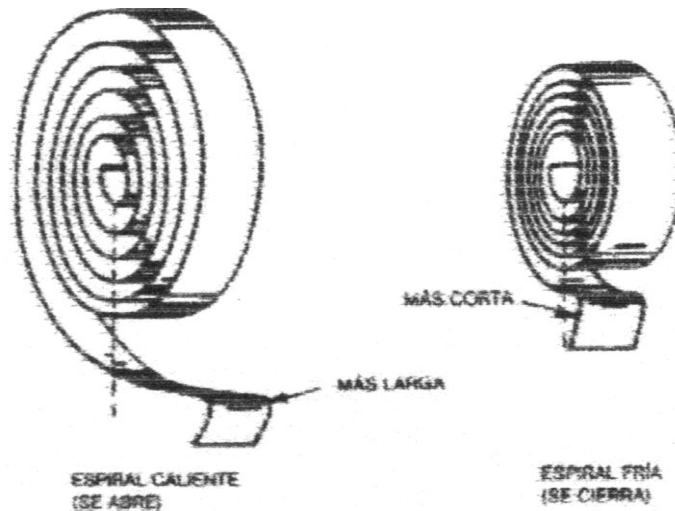


Figura 1.11 Termostato de espiral

1.1.11.- Expansión de líquidos y gases con el calor¹

Los líquidos y los gases también se dilatan cuando se calientan. Un pie cúbico (0,0283 m³) de agua a 39 °F (3,89 °C) se convierte en 1,01 pies cúbicos (0,0286 m³) cuando se calienta a 100 °F (37,8 °C). Un pie cúbico (0,0283 m³) de aire a 32 °F (0 °C) se convierte en 1,14 pies cúbicos (0,0323 m³) cuando se calienta a 100 °F (37,8 °C) sin que cambie la presión.

Estas expansiones también son consecuencias de un movimiento más rápido de las moléculas. Cuanto más rápido es el movimiento de las moléculas se esperan y ocupan más volumen.

1.1.12.- El termómetro²

El termómetro (Figura 1.12), es un dispositivo cuyo funcionamiento se basa en la dilatación de un líquido. Registra la temperatura de la sustancia que lo rodea. Un termómetro es un tubo de cristal hueco relleno parcialmente con un líquido, tal como mercurio. Cuando la temperatura aumenta, el mercurio se dilata, y sube su nivel en el tubo. Cuanto más elevada es la temperatura, más se dilata el mercurio, y más sube su nivel en el tubo.

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

² Boyce H. Dwuiggins: A/C para Automóviles

En la (Figura 1.12), se representa dos termómetros. Uno está marcado con la escala Fahrenheit (F). en ella, el punto de congelación del agua es 32°. El punto de ebullición del agua es 212 °F. El otro termómetro está marcado con la escala centígrada o Celsius (C). En esta escala, el punto de congelación del agua es 00. El punto de ebullición del agua es 100 °C.

1.1.13.- Transmisión de calor¹

A continuación se van a considerar todos estos principios en conjunto, para ver cómo trabajan en el sistema de acondicionamiento de aire. Una parte del sistema es el condensador. Su función es la de ceder calor al aire exterior (Figura 1.12). Un compresor, el cual se describirá más adelante, envía vapor a lata presión y a alta temperatura al condensador. Las moléculas de vapor están concentradas y se mueven muy rápidamente. El condensador es un tubo largo con muchos collares metálicos, denominados aletas (Figura 1.13) estas aletas ayudan a que se disipe el calor del vapor caliente y a alta presión contenido en el tubo. En la (figura 2.14) se representa un condensador real.

El condensador es similar al radiador del sistema de refrigeración del motor. Los dos hacen el mismo trabajo de liberar el calor no deseado.

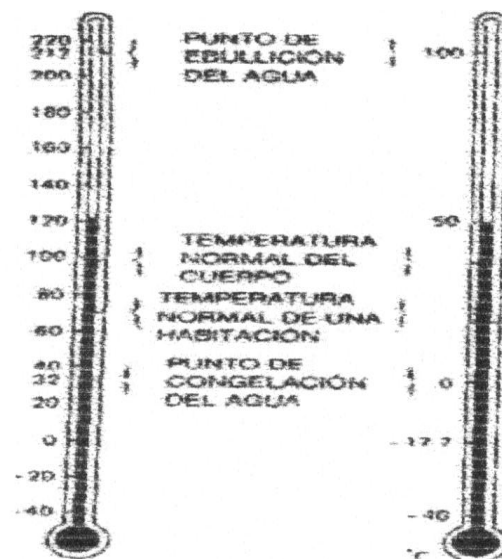


Figura 1.12 Termómetros Fahrenheit y Celsius.

¹ William H. Cruse/Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil

En el condensador, las moléculas se aglomeran (sometidas a presión elevada) y se mueven muy rápidamente (el vapor está caliente).

Cuando las moléculas de vapor bombardean el interior del tubo condensador, imprimen a las moléculas de metal que constituyen el tubo un movimiento más rápido. Por tanto, el tubo también se calienta. El movimiento rápido de las moléculas metálicas del tubo imprime a las moléculas metálicas de las aletas un movimiento rápido. Entonces, las moléculas de aire próximas a las aletas y al tubo también adquieren mayor velocidad.

Como resultado, las moléculas de vapor ceden parte de su velocidad, primero al tubo metálico y a las aletas, y de ahí, al aire que les rodea. A medida que se produce esta cesión, las moléculas de vapor van perdiendo velocidad.

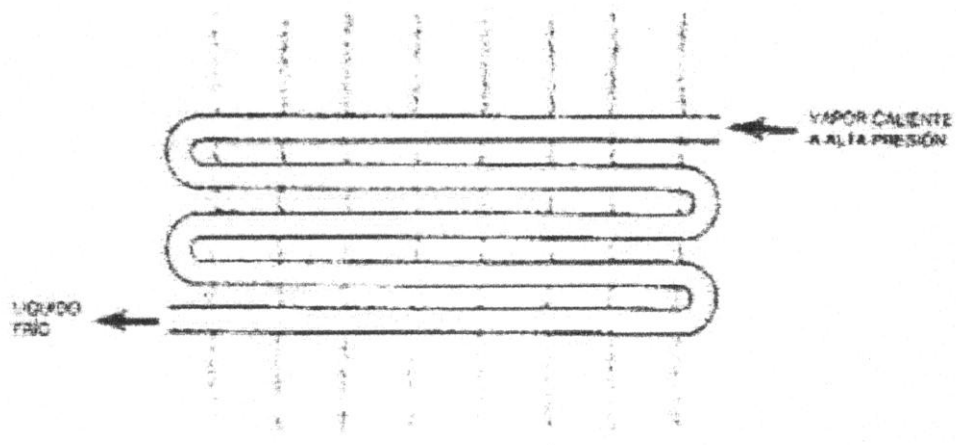


Figura 1.13 Esquema Condensador

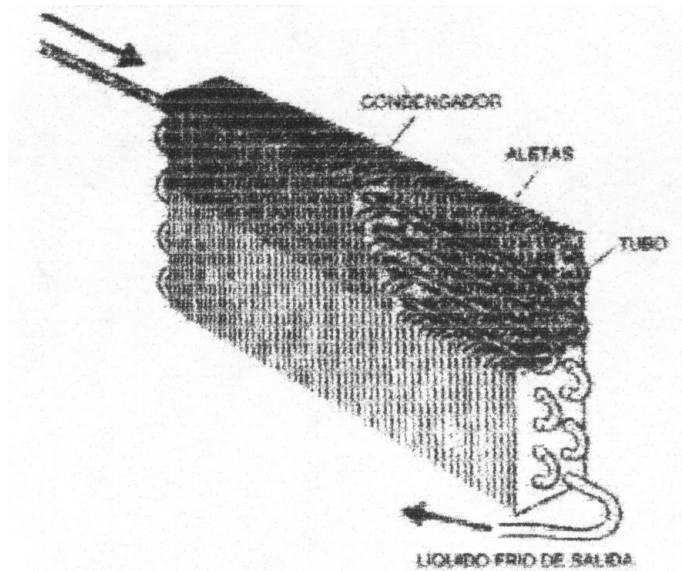


Figura 1.14 Corte de un Condensador

Este es un ejemplo de transmisión de calor. El vapor a alta presión contenido en el tubo pierde calor. El calor (movimiento molecular rápido) pasa al tubo y a las aletas, y de ahí, al aire.

1.1.14.- Efecto Condensador

Un sólido se convierte en líquido y después en vapor incrementando el movimiento molecular. Y lo contrario también es cierto. Cuando el vapor pierde calor, las moléculas pierden velocidad.

Cuando se ralentiza el movimiento molecular de un vapor, las moléculas se aproximan para formar un líquido. Y ralentizando aún más dichas moléculas, se deja que se acerquen mucho más y formen un sólido.

En el condensador del acondicionador de aire, el vapor pasa a líquido mientras circula por los tubos del condensador (Figura 1.15). Este líquido más frío pasa entonces a través del sistema acondicionador de aire para realizar su trabajo, como ya se explicará más adelante.

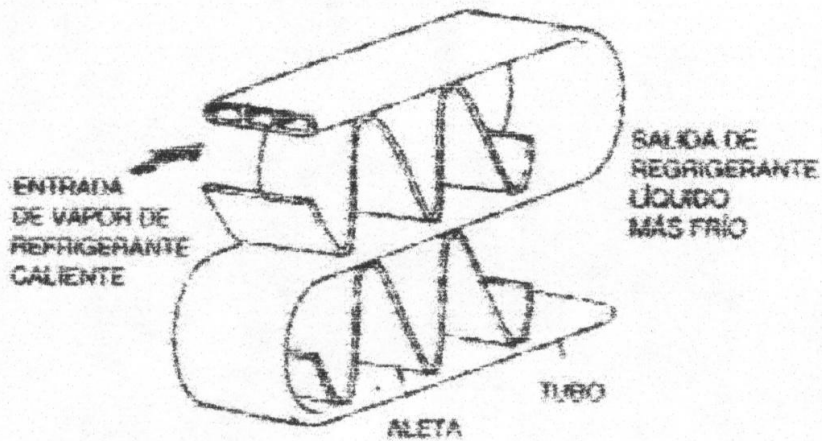


Figura 1.15 Refrigerante Caliente a Refrigerante líquido

1.2.- PRINCIPIOS DE CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN²

1.2.1.- Cambio de estado

Existen tres estados de la materia: sólido, líquido y vapor (o gas). Cada uno de los cambios de vapor a líquido y a sólido, o de sólido a líquido y a vapor se denomina cambio de estado. Para que ocurra un cambio de estado, debe añadirse o tomarse una gran cantidad de calor de la sustancia cambiante.

1.2.2.- La Btu²

La cantidad de calor se mide en "British thermal unit" (unidad térmica británica) (Btu). Una Btu es la cantidad de calor necesaria para pasar 1 libra de agua a 39 °F a una temperatura de 40 °F. Añadir 1 Btu aumenta la temperatura del agua 1 °F (Figura 1.16). En realidad, añadiendo calor (Btu), se pone más energía en la Libra de agua. Esta energía adicional está en la forma de velocidad molecular aumentada. Puesto que el calor es una forma de energía, la Btu es una manera conveniente de expresar un calor equivalente en energía mecánica.

Si se toma 1 Btu de una Libra de agua a 40 °F, la temperatura del agua descenderá a 39 °F. Cada Btu que se añade a una libra de agua eleva la temperatura de la misma alrededor de 1 °F, hasta el punto de ebullición (212 °F).

Pero cuando se alcanza el punto de ebullición del agua, se pueden añadir un número asombroso de Btu sin que la temperatura del agua se eleve un solo grado.

² Boyce H. Dwiiggins: A/C para Automóviles

En el sistema métrico, la unidad que es utilizada de la Btu es el julio (J)
Un julio es igual a 1.055 Btu.

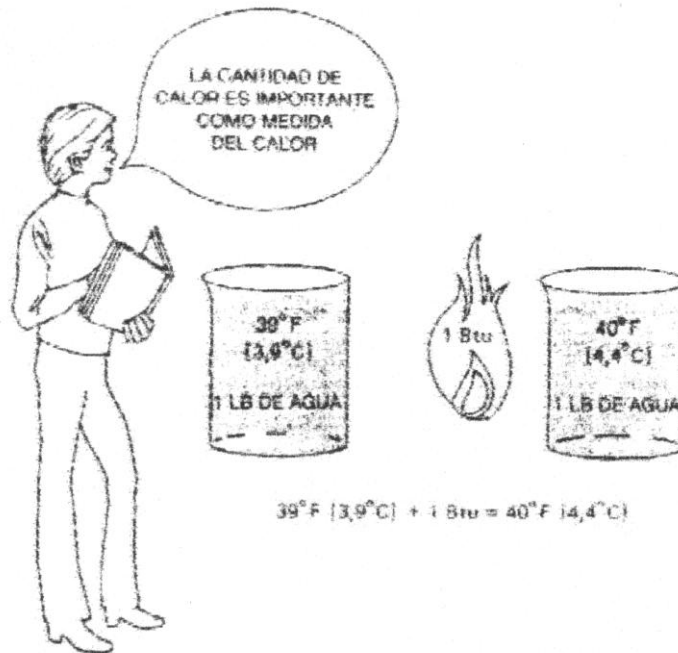


Figura 1.16 Efecto Btu

1.2.3.- Calor latente de vaporización

Supóngase que se coloca un recipiente con agua encima de un fuego de cocina (Figura 1.17). El recipiente contiene 1 libra (0.454 Kg) de agua (alrededor de una pinta) a 32°F (0° C).

Este es justamente el punto de congelación, pero el agua no está helada. Ahora supóngase que se empieza a calentar el agua, y se lleva un control exacto del número de Btu que se le añaden.

Con cada Btu, la temperatura del agua se eleva 1 °F. Cuando el agua alcance su punto de ebullición [212 °F (100 °C)], se le habrán añadido 180 Btu (212 – 32 = 180).

Ahora se continúan aportando Btu, cientos de ellas; pero el termómetro sigue registrando 212 °F (100 °C), si bien el agua está hirviendo.

Las Btu son, simplemente, energía calorífica que imprime a las moléculas de agua un movimiento más rápido. Los cientos de Btu empujan a las moléculas a un movimiento muy veloz. Cuando una molécula alcanza una velocidad lo suficientemente grande, salta fuera del agua. Se convierte en vapor de agua (Figura 1.18).

Para llevar a las moléculas a esta velocidad tan alta, se necesita una gran cantidad de energía calorífica. En el momento en que se ha hecho hervir la libra entera de agua, se han aportado 970 Btu. Esta cantidad de energía calorífica se denomina calor latente (oculto), porque se emplea en el agua, pero su temperatura no sube por encima de 212 °F (100 °C). EL calor latente parece que no haga nada; en efecto, queda oculto.

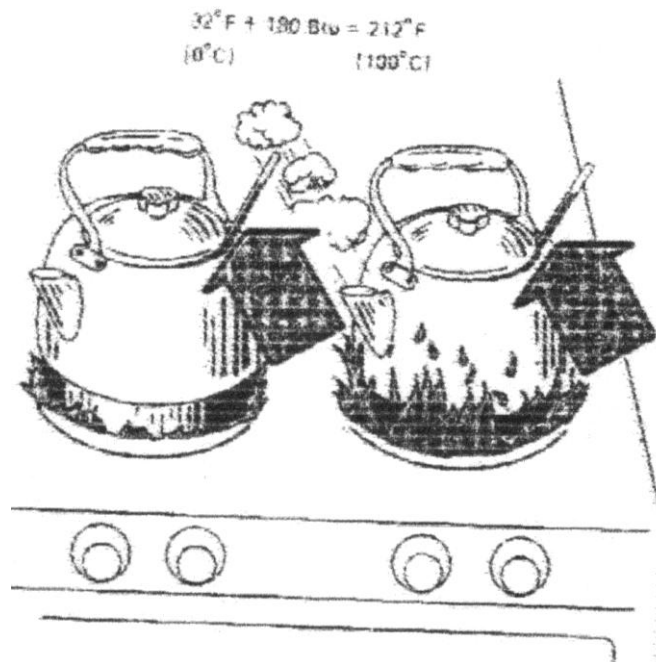


Figura 1.17 Fenómeno Btu 1 Punto Congelación

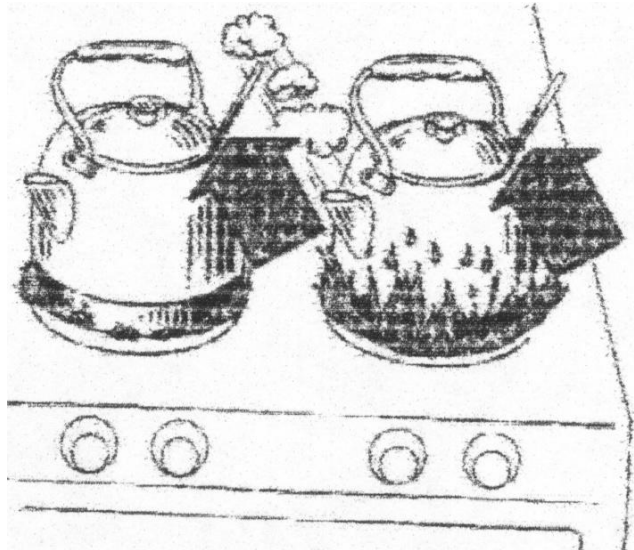


Figura 1.18 Fenómeno Btu 2 Vapor de Agua

En realidad, el nombre dado a este calor es el de calor latente de vaporización. El calor latente de vaporización varía ampliamente para líquidos diferentes. El líquido que se emplea en sistemas de acondicionamiento de aire de automóviles tiene un calor latente de vaporización de 68 Btu por libra a 5 °F. Este calor latente de vaporización es el que saca calor del compartimiento de pasajeros del coche.

NOTA: Para condensar 1 libra de vapor de agua, y pasarla a agua líquida, habrá que extraer 970 Btu del vapor. En este caso, las 970 Btu se denominan calor latente de condensación.

1.2.4.- Calor latente de fusión (congelación)²

Si se empieza a añadir calor a una libra de hielo a 32 °F (0 °C) la temperatura del hielo no cambiará al principio (Figura 1.19). Al añadir las Btu se acelera el movimiento molecular, provocando la rotura de la estructura del hielo. Las moléculas se funden formando agua. Para fundir 1 libra (0.454 Kg.) de hielo se necesitan 144 Btu. Este calor se denomina calor latente de fusión. La misma cantidad de

² Boyce H. Dwuiggins: A/C para Automóviles

calor, 144 Btu, hay que sacar de 1 libra de agua para obtener 1 libra de hielo. En este caso, ese calor se denomina calor latente de congelación.

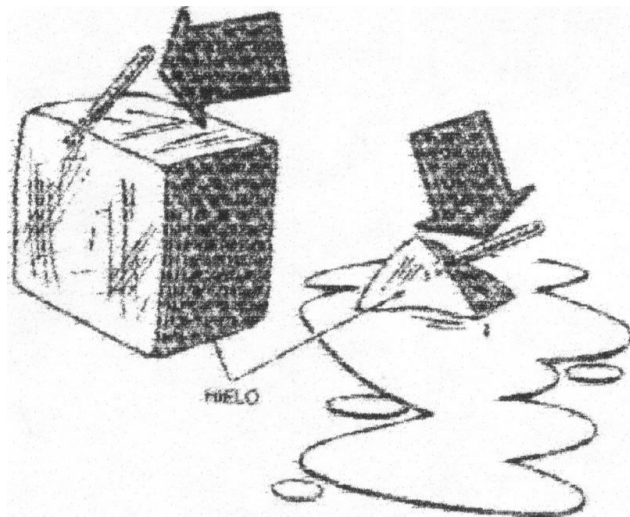


Figura 1.19 Calor Latente

1.2.5.- Gráfico de calor latente²

La (figura 1.19) es un gráfico que muestra los calores latentes. EL gráfico empieza con 1 libra (0.454 Kg.) de hielo a -40 F (-40 °C). Al añadirle Btu, su temperatura se eleva rápidamente (aproximadamente 1 °F por cada Btu). Al llegar a 32 °F (0 °C), la temperatura deja de subir. El hielo permanece a 32 °F (0 °C) hasta que se funda todo. Esto requiere la aportación de 144 Btu. A continuación, la temperatura del agua vuelve a subir (1 °F por cada Btu) hasta que se alcanza el punto de ebullición [212 °F (100 °C)]. En ese punto, hay que añadir 970 Btu para pasar el agua líquida a vapor de agua a la misma temperatura.

Naturalmente, el proceso contrario también es cierto. Se puede empezar en la parte superior derecha del gráfico, Extrayendo Btu, se puede pasar de vapor de agua a agua líquida, reducir la temperatura de esta agua a 32 °F (0 °C), y congelarla, el proceso trabaja en los dos sentidos.

² Boyce H. Dwiiggins: A/C para Automóviles

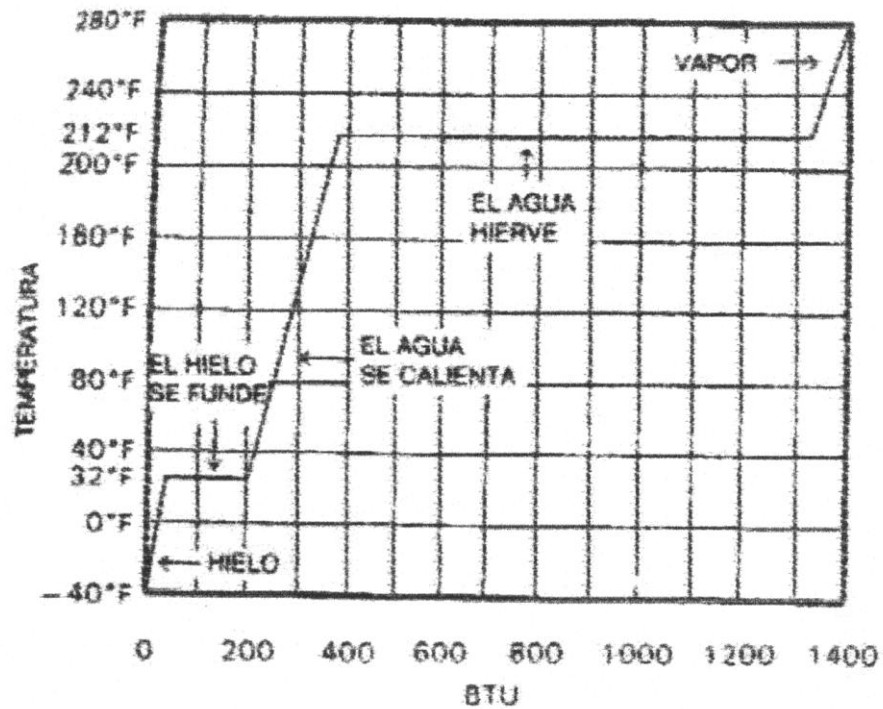


Tabla 1.1 Tabla que indica el número de Btu necesario para convertir vapor

1.2.6.- Enfriamiento por extracción del calor latente²

Si se coge un trozo de hielo con la mano (Figura 1.20), la mano se engría. Esto sucede porque el hielo toma calor de la mano. Si se sostiene una libra de hielo el tiempo suficiente para que se funda, la mano habrá transmitido 144 Btu al hielo. Si se pone una libra de hielo en una nevera, cuando se funde saca 144 Btu de la nevera.

Otro modo de enfriar extrayendo calor latente es vaporizar un líquido. Para vaporizar un líquido tal como el agua se necesita calor. De hecho, se necesita más calor para vaporizar agua que para fundirla a partir de su estado sólido (hielo).

Si se echa un líquido, tal como agua o alcohol, sobre la mano, y se sopla sobre él, se tiene una sensación de frío en la mano.

² Boyce H. Dwuiggins: A/C para Automóviles

Este es debido a que el líquido se evapora, se vaporiza. Para conseguirlo, hay que extraer calor de la mano. Del mismo modo, cuando el cuerpo cata caliente y se transpira, la transpiración se evapora y toma calor del propio cuerpo, el cual se enfría. Luego, se puede enfriar mediante vaporización.

1.2.7.- Presión y vaporización²

El agua, a 212°F (100°C) al nivel del mar, hierve o pasa a vapor. Esto significa a la presión atmosférica de 15 PSI (103 kPa). La presión del aire sobre el agua es importante, porque las moléculas del aire tienden a chocar contra las moléculas de agua cuando éstas tratan de salir del líquido elemento. Cuando la presión del aire cambia, también cambia el punto de ebullición del agua.

La presión del aire es el resultado del bombardeo de muchas moléculas de aire. A presión de aire elevada, existen muchas más moléculas de aire, moviéndose a velocidad superior, encima del agua. Por tanto, también es más alta la eficacia de choque contra las moléculas de agua, retornándolas al líquido, cuando tratan de escapar de él. Esto significa que para que las moléculas de agua puedan escapar tienen que moverse a una velocidad más elevada, Cuanta más alta sea la presión del aire, mayor será la temperatura de ebullición del agua.

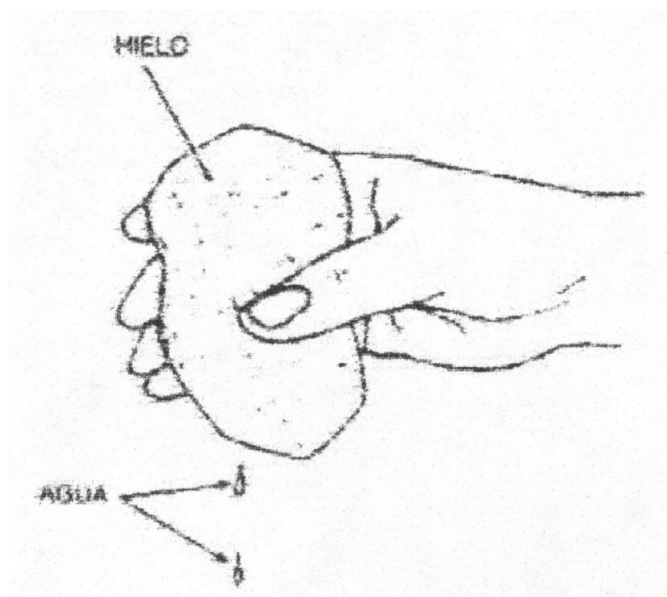


Figura 1.20 Extracción de Calor Latente

² Boyce H. Dzuiggins: A/C para Automóviles

Si la presión de aire es inferior, el punto de ebullición del agua también es más bajo. Por ejemplo, en la cima de Pikes Peak, una montaña de Colorado de 14.108 pies (4,300 m) de altura, el agua hervirá a sólo 187°F (86 °C). Cuanto más baja es la presión, más bajo es también el punto de ebullición del agua.

Normalmente, se tiende a pensar que un líquido que hierve está caliente. Sin embargo, existen muchos líquidos que hierven a temperaturas que se consideran muy frías. Por ejemplo, una sustancia con el punto de ebullición bajo es el freón 12, o diclorodifluormetano (CCl₂F₂). Hierve a – 22°F (-30 °C) a presión atmosférica. El freón -12 se utiliza en muchos frigoríficos domésticos y acondicionares de aire de automóviles.

Cualquier sustancia utilizada en una máquina de refrigeración para producir enfriamiento por evaporación se denomina refrigerante.

1.3.- COMPRESORES³

Máquina que eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Comparados con turbo soplantes y ventiladores centrífugos o de circulación axial, en cuanto a la presión de salida, los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión.

Los compresores se emplean para aumentar la presión de una gran variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. Un caso común es el compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistola, inflamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras. Otro es el compresor de refrigeración, empleado para comprimir el gas del vaporizador. Otras aplicaciones abarcan procesos químicos, conducción de gases, turbinas de gas y construcción.

³ Toyota Motor Corporation: HFC134a. Acondicionador de Aire Principios Básicos y Reparación

1.4.- CONDENSADORES³

Aquí es donde ocurre la disipación del calor. El condensador tiene gran parecido con el radiador debido a que ambos cumplen la misma función. El condensador está diseñado para disipar calor, y normalmente está localizado frente al radiador, pero a veces, debido al diseño aerodinámico de la carrocería del vehículo, se coloca en otro lugar. El condensador debe tener un buen flujo de aire siempre que el sistema esté en funcionamiento. Dentro del condensador, el gas refrigerante proveniente del compresor, que se encuentra caliente, es enfriado; durante el enfriamiento, el gas se condensa para convertirse en líquido a alta presión.

1.5.- EVAPORADORES³

El evaporador es el tercer componente básico del sistema de refrigeración. El evaporador es un dispositivo de transferencia de calor, al igual que el condensador. Sin embargo, el evaporador funciona de modo inverso. El condensador libera calor en el aire que circula a través de sus conductos de ventilación. El evaporador toma calor que circula a través dichos conductos.

El evaporador (Figura 1.21) se parece al radiador de un sistema de refrigeración de un motor. Cuando el refrigerante se evapora en el evaporador, toma calor o Btu. El calor es transportado por el refrigerante y se libera a través del condensador.

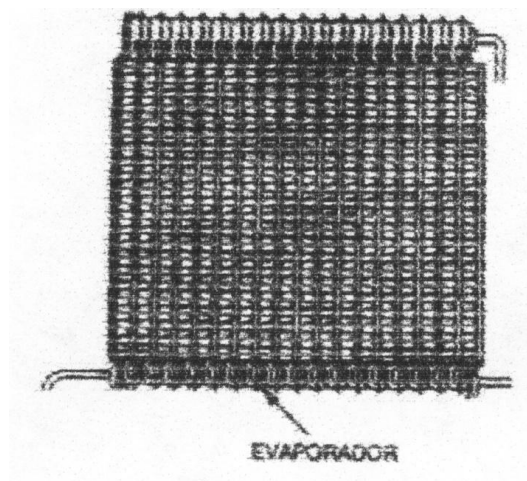


Figura 1.21 Evaporador

³ Toyota Motor Corporation: HFC134a. Acondicionador de Aire Principios Básicos y Reparación

1.6.- REFRIGERANTES⁴

Anteriormente los sistemas de aire acondicionado automotores utilizaban como fluido de trabajo un refrigerante denominado clorofluorocarbono-12 (CFC-12 o como es conocido comercialmente, Freón); pero estudios han determinado que el CFC-12 daña la capa de ozono, por lo que se dejó de fabricar en 1995, aunque todavía existen grandes inventarios de dicho refrigerante que están siendo usados hasta que se agote la existencia, aparte que el reciclaje del mismo asegura que seguirá estando disponible por un tiempo.

Para sustituir al CFC-12 se utiliza el R-134, el cual es el único refrigerante alternativo que ha sido probado y recomendado por los fabricantes de automóviles, que además aceptado por la EPA (Agencia estadounidense para la protección ambiental, por sus siglas en inglés); por lo que es utilizado en todos los automóviles fabricados a partir de 1995.

Existen otros refrigerantes alternativos en el mercado, como el GHG-X4, una mezcla de los siguientes refrigerantes: R-22, R-142b, R-124 y una pequeña cantidad (alrededor de 4%) de R-600 (ISO butano). Este es el refrigerante utilizado como sustituto para convertir los equipos ya instalados de aire acondicionado en los autos antiguos, con el fin de reemplazar el R-12. El isobutano presente en el GHG-X4 ayuda a que el aceite lubricante arrastrado con el refrigerante regrese al compresor, por lo que no es necesario cambios de aceite; y el isobutano se encuentra en tan pequeña proporción que el refrigerante no se convierte en inflamable, por lo que no existe peligro de explosión.

En un sistema básico de refrigeración, el compresor envía vapor refrigerante a alta presión y alta temperatura al condensador. Allí, el vapor refrigerante se condensa, liberando calor y tomando el estado líquido. A continuación, el refrigerante líquido pasa al evaporador, donde se evapora tomando calor del aire.

Apliquemos los fundamentos de la refrigeración y veamos cómo funciona nuestro refrigerador doméstico. El acondicionador de aire del automóvil dispone de un sistema de refrigeración que funciona del mismo modo que hace circular el aire enfriado. Sólo hay un dispositivo auxiliar, un ventilador que hace circular el aire enfriado hacia el compartimiento de pasajeros del coche. Algunos frigoríficos disponen también de ventiladores que hace circular el aire en su interior.

⁴ Enrique Crnicer Royo: Aire Comprimido. Editorial Paraninfo; Madrid España 1993

La eliminación de calor por medio de la evaporación es el principio básico de la refrigeración. Por ejemplo: en el frigorífico se elimina el calor de los alimentos por medio de la evaporación de un líquido en el sistema de refrigeración.

La (figura 1.22) muestra un refrigerador o frigorífico que contiene alimentos y una botella de refrigerante líquido freón -12. Este es un líquido a temperaturas inferiores a 22°F (30°C). A temperaturas superiores, el freón 12 hierve, es decir, se convierte en vapor. Como la temperatura en el frigorífico que aparece en la figura 1.6.1 es superior a -22°F (-30°C), el freón -12 hierve, o se evapora. A medida que se evapora, toma el calor de los alimentos y, por tanto, enfría el frigorífico.

La acción refrigerante continúa mientras haya freón -12 por evaporarse en la botella.



Figura 1.22 Refrigerador simple

Hay algunos inconvenientes en el sistema mostrado en la (Figura 1.22) Es anti-económico permitir que el refrigerante se pierda. Además, resultaría peligroso tener vapor de refrigerante flotando por la casa. Asimismo, como el refrigerante hierve, o evapora, a -22 °F (-30°C), tiende a poner todo a esta temperatura en el frigorífico, congelado.

Para mejorar el sistema deben hacerse dos cosas. En primer lugar, debe recogerse el refrigerante y convertirlo de nuevo en líquido. En segundo lugar, la ac-

ción del refrigerante debe estar controlada para poder, mantener la temperatura deseada.

Funcionamiento del frigorífico

El refrigerador o frigorífico mostrado en la (Figura 1.22) es una mejora de la (Figura 1.23) debido a que tiene un sistema de refrigeración cerrado con un control de temperatura. La “botella”, o evaporador, está dentro de la cabina del frigorífico. Está conectado mediante dos tubos a un mecanismo de bombeo, llamado compresor, movido mediante un motor eléctrico. (En el acondicionador de aire del automóvil, el compresor es movido por el motor).

El sistema incluye también un control de temperatura. Cuando la temperatura en el frigorífico llega a un nivel demasiado alto, se cierra el contacto del control de temperatura. De esta manera, se conecta el motor al circuito eléctrico, y arranca. Mueve la bomba. La bomba produce un vacío parcial en parte superior del evaporador y en la línea de aspiración. Este vacío reduce la presión que actúa sobre el líquido refrigerante en el evaporador. El refrigerante empieza a hervir y, por tanto, a evacuar calor del frigorífico. El vapor de refrigerante que sale del líquido refrigerante en el evaporado es conducido a la bomba.

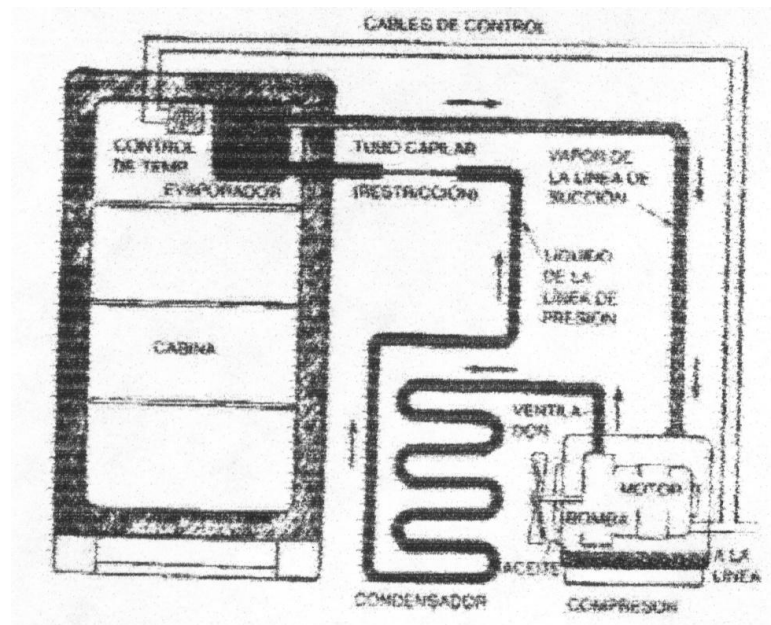


Figura 1.23 Diagrama esquemático de un refrigerador eléctrico.

Allí la bomba le confiere al vapor una presión elevada. La presión puede alcanzar 200 PSI (1.376 kPa). Esta presión elevada hace que las moléculas de vapor se agrupen mucho más. Adquieren un movimiento violento, y la temperatura del vapor sube por encima de 100 °F (37.8 °C). Este vapor caliente y comprimido se envía entonces al condensador mediante la bomba.

En el aparato 15 se describe el efecto condensador. Cuando el vapor comprimido y caliente entra en el condensador, empieza a ceder su calor (pierde Btu) al tubo metálico y a las aletas. Esta pérdida de calor continúa, y el refrigerante se condensa. Pasa de vapor a líquido. Entonces, la presión de la bomba empuja el líquido refrigerante a través de una restricción en la línea (el tubo capilar), y lo manda de nuevo al evaporador.

En el evaporador, el refrigerante vuelve a hervir. Este vapor hervido vuelve a pasar a través de la bomba y del condensador. Vuelve a ceder calor al condensador, y vuelve a pasar a estado líquido. Todo este ciclo se va repitiendo mientras el control de temperatura (termostato) pida frío.

El ciclo se detiene cuando la temperatura del frigorífico ha descendido hasta alcanzar la temperatura a que está calibrado el termostato. Entonces, éste abre sus contactos, y el motor y la bomba se para.

NOTA: El tubo capilar impide la circulación libre del refrigerante. Para que el condensador trabaje, el vapor tiene que estar a presión elevada; y para que trabaje el evaporador. El evaporador tiene que estar a baja presión. La restricción en la línea reduce la circulación del refrigerante líquido. Esto proporciona la diferencia de presión necesaria para el sistema trabaje. En muchos frigoríficos (y acondicionadores del aire), se utiliza una válvula en lugar de un tubo capilar. La válvula proporciona un control más exacto del sistema.

1.7.- FILTROS DESHIDRATADORES²

1.7.1.- Definición²

Un filtro deshidratador por definición, es un dispositivo que contiene material desecante y material filtrante para remover la humedad y otros contaminantes de un sistema de Refrigeración (figura 1.24). Val control, S.A. de C.V. fabrica una gran variedad de Deshidratadores para sistemas de refrigeración doméstica, comercial, industrial y aire acondicionado.

1.7.2.- Descripción

La aplicación de los desecantes en los sistemas de refrigeración, se hace encapsulándolos en unos dispositivos mecánicos llamados filtros deshidratadores. Un filtro deshidratador está diseñado para mantener seca la mezcla. Lo que hace que el tamiz molecular tenga más capacidad para retener agua que la alúmina o la sílica, es el tamaño de sus poros. Como ya se mencionó, la alúmina y la sílica tienen el tamaño de sus poros muy variable y son mucho más grandes que los poros del tamiz molecular. Esto permite que en esos poros se introduzcan además de agua, refrigerante y aceite. En los poros del tamiz molecular sólo entran moléculas de agua.

Las moléculas del refrigerante y el aceite son mucho más grandes que las del agua y por eso no penetran. De aquí su nombre de tamiz molecular.

Debido a que los desecantes son muy sensibles a la humedad, deberán protegerse todo el tiempo hasta que estén listos para usarse. Los desecantes se obtienen en envases sellados de fábrica, y deberán manejarse en condiciones a prueba de humedad.

Los desecantes que no hayan sido usados y que por alguna razón hayan adsorbido humedad, pueden ser reactivados calentándolos de 4 a 8 horas a alta temperatura en un horno de preferencia al vacío, de acuerdo con la siguiente guía:

² Boyce H. Dwiggins: A/C para Automóviles

Alúmina activada _____ de 200 a 315 °C

Sílica gel _____ de 175 a 315 °C

Tamiz molecular _____ de 260 a 350 °C



Figura 1.24 Filtros deshidratadores

De refrigerante y aceite, adsorbiendo los contaminantes líquidos disueltos, tales como humedad y ácidos; y también, para retener por medio de filtración todas las partículas sólidas que estén siendo arrastradas a través del sistema por la mezcla de refrigerante aceite. No debe haber ningún misterio asociado con la operación de un filtro deshidratador.

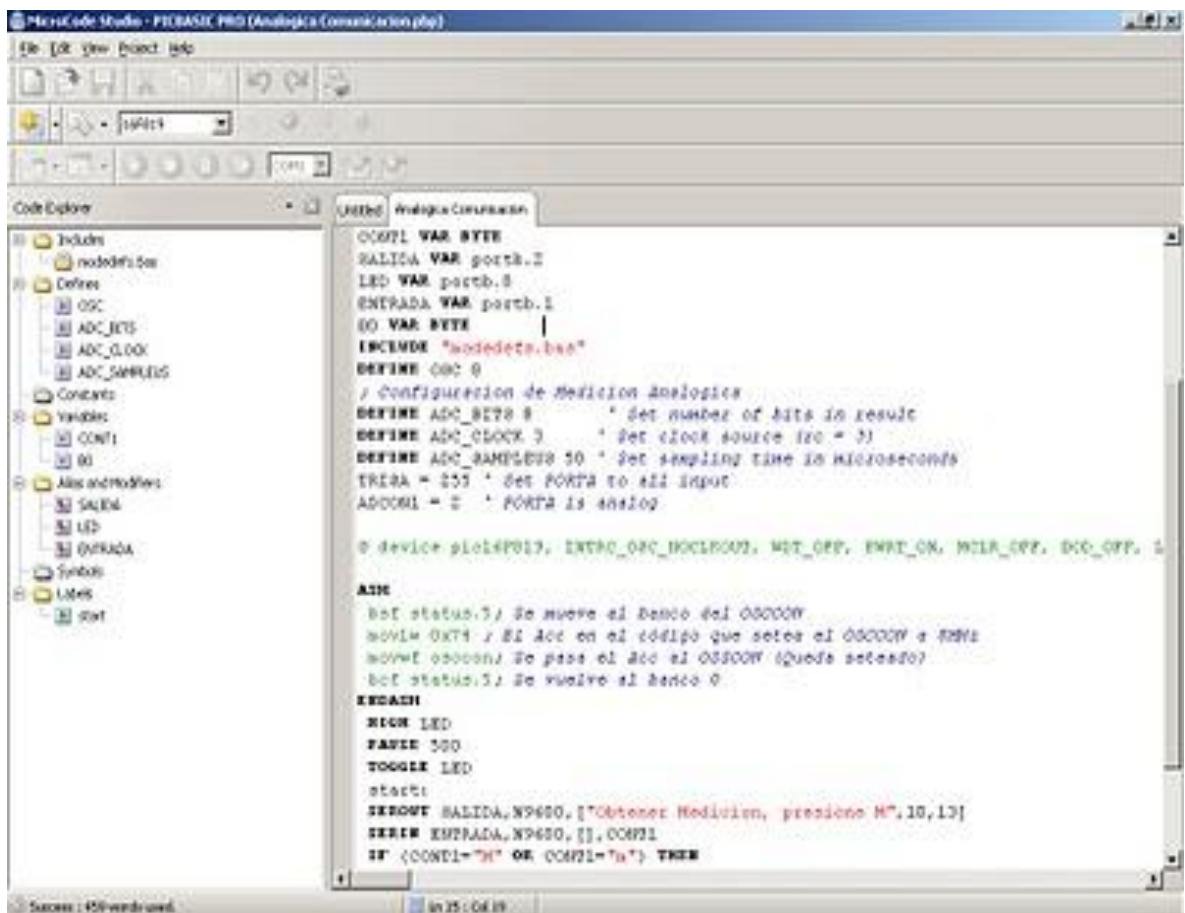
Todas las funciones de diseño y compuestos que se integran para fabricar estos dispositivos, son conceptos claros y fáciles de entender.

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

1.8.- SISTEMA DE CONTROL

1.8.1.- MicroCode Studio

El MicroCode Studio es el IDE (Integrated Development Interface - Interfaz De Desarrollo Integrada) que utilizamos para programar el PIC. El lenguaje de programación con el que funciona este IDE es el BASIC que es un lenguaje diseñado para ser de fácil interpretación, es altamente humano en cuanto a esto. El compilador que utilizamos para poder traducir la programación de BASIC a lenguaje de máquina es el PicBasicPro cuyos archivos de ayuda y descripción (uno por cada Micro controlador que puede programar) son muy útiles a la hora de configurar inicialmente a los Micro controladores. Aquí un snapshot del MicroCode Studio:



```
MicroCode Studio - PICBASIC PRO (Analogica Comunicacion plb)
File Edit View Project Help
[Icons]
[Icons]
Code Explorer
Includes
  modedefs.inc
Defines
  OSC
  ADC_BITS
  ADC_CLOCK
  ADC_SAMPLES
Constants
Variables
  CONT1
  GO
Aliases and Modules
  SALIDA
  LED
  ENTRADA
Symbols
  LMS
  stat
Unit1 AnalogicaComunicacion
00001 VAR BYTE
SALIDA VAR portb.2
LED VAR portb.8
ENTRADA VAR portb.1
GO VAR BYTE
INCENDE "modedefs.inc"
DEFINIR OSC 0
/ Configuracion de Medicion Analogica
DEFINIR ADC_BITS 8 * Set number of bits in result
DEFINIR ADC_CLOCK 3 * Set clock source frc = 3)
DEFINIR ADC_SAMPLES 10 * Set sampling time in microseconds
TRISA = 255 * Set PORTA to all input
ADCON1 = 2 * PORTA is analog
@ device pic16f877, EXTRN_OSC_HOCLKOUT, MDT_OFF, ENMT_ON, MCLR_OFF, DDC_OFF, 1
AIRE
  bcf status.3; Se mueve el Banco del OSC00W
  movlw 0x74 / El Acc en el código que setea el OSC00W a TRISA
  movwf 05000; Se pasa el Acc al OSC00W (queda seteado)
  bcf status.3; Se vuelve al Banco 0
ENCENDI
  HIGH LED
  PULSE 500
  TOGGLE LED
  start:
  SERVOV SALIDA, NP450, ["Obtener Medicion, presione M",10,13]
  SERIEV ENTRADA, NP450, [], CONT1
  IF (CONT1="M" OR CONT1="n") THEN
```

Figura 1.25 Esquema del MicroCode

El micro código Studio es un potente entorno de desarrollo visual integrado (IDE) con En el circuito de depuración (CIE) la capacidad diseñada específicamente para MicroEngineering Labs PICBASIC™ y PICBASIC PRO™ compilador.

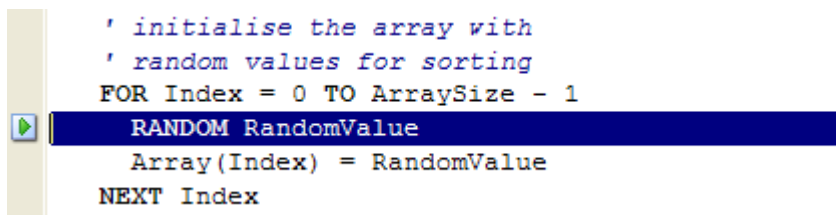
El editor principal proporciona completo resaltado de sintaxis de su código con ayuda de contexto sensible y sugerencias de palabras clave de sintaxis. The code explorer allows you to automatically jump to include files, defines, constants, variables, aliases and modifiers, symbols and labels, that are contained within your source code. El explorador de código le permite automáticamente saltar a incluir los archivos, define, constantes, variables, alias y modificadores, los símbolos y las etiquetas, que están contenidos dentro de su código fuente. Full cut, copy, paste and undo is provided, together with search and replace features. Full cut, copiar, pegar y deshacer se proporciona, junto con las características de búsqueda y reemplazo.

MicroCode Studio now includes EasyHID Wizard, a free code generation tool that enables a user to quickly implement bi-directional communication between an embedded PIC™ microcontroller and a PC. Estudio micro código ahora incluye EasyHID Wizard, una herramienta de generación de código que permite a un usuario para implementar rápidamente la comunicación bidireccional entre un micro controlador PIC™ integrado y un PC. More Information It's easy to set up your compiler, assembler and programmer options or you can let MicroCode Studio do it for you with its built in autosearch feature. Compilation and assembler errors can easily be identified and corrected using the error results window.

Es fácil de configurar su compilador, ensamblador y las opciones de programador o puede dejar Studio micro código lo haga por usted con su recopilación construido en característica de búsqueda automática. Ensamblador y los errores pueden ser fácilmente identificados y corregidos con ayuda de la ventana de error los resultados. Just click on a compilation error and MicroCode Studio will automatically take you to the error line. Simplemente haga clic en un error de compilación y estudio micro código lo llevará automáticamente a la línea de error. MicroCode Studio even comes with a serial communications window, allowing you to debug and view serial output from your microcontroller.

Estudio micro código incluso viene con una ventana de comunicaciones serie, que le permite depurar y ver la salida de serie de su micro controlador.

Cada línea de código fuente está animado en la ventana del editor principal, mostrando que la línea del programa está siendo ejecutado por el micro controlador de acogida. Incluso puede cambiar varios puntos de interrupción y paso a través de su línea PICBASIC PRO™ código línea por línea.



```
' initialise the array with
' random values for sorting
FOR Index = 0 TO ArraySize - 1
RANDOM RandomValue
Array(Index) = RandomValue
NEXT Index
```

Figura 1.26 Códigos para la Programación

Uso del Estudio de micro código ICD realmente puede ayudar a acelerar el desarrollo del programa. Es también un montón de diversión y una gran herramienta para aprender más sobre programación de micro controladores PIC.

II.- DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA

2.1.- PARÁMETROS DE DISEÑO

El objetivo principal de diseñar e instalar un sistema de climatización regulada automáticamente en un automóvil, es gestionar tanto la calefacción como la refrigeración del aire, con el fin de obtener un grado de confort térmico óptimo en el habitáculo del vehículo.

Para comprender bien el funcionamiento de cada uno de los componentes del sistema de climatización y de esta forma poder realizar una selección adecuada de los mismos, es fundamental repasar los conceptos básicos de calefacción y refrigeración en un automóvil.

2.1.1 SISTEMA DE CALEFACCIÓN

La calefacción está presente hoy en día en la totalidad de los automóviles (figura 2.1), y es la función básica de todo sistema de climatización.

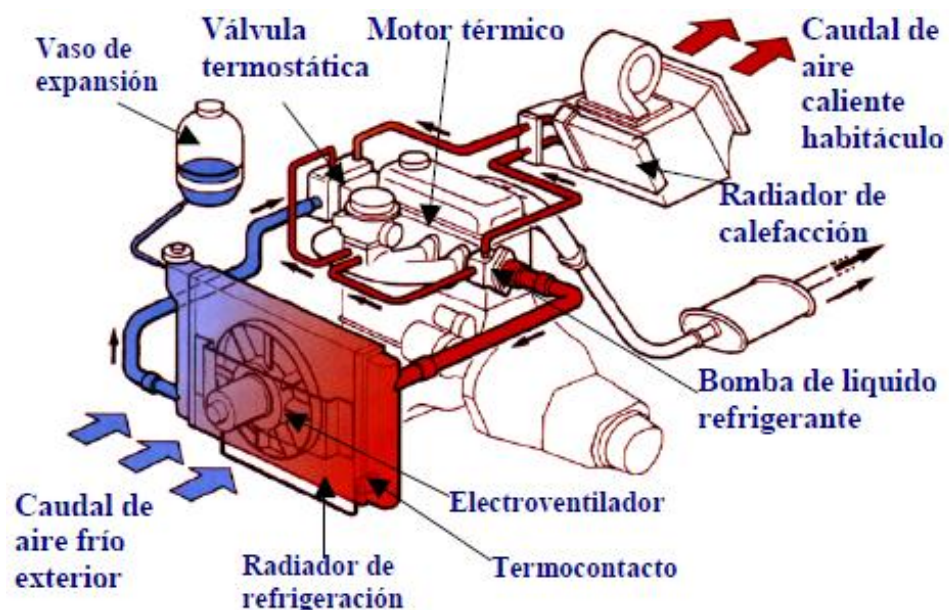


Figura 2.1 Funcionamiento y elementos constitutivos del sistema de calefacción

Su funcionamiento es muy sencillo y se basa en la derivación del líquido refrigerante del motor, que transporta el calor desprendido por el motor de combustión interna, y mediante un intercambiador de calor llamado radiador de calefacción, lo transmite al aire que entra en el habitáculo.

El intercambio de calor se realiza por convección, al entrar en contacto el aire con las aletas del radiador de calefacción. Sin embargo, este intercambio no se produce inmediatamente, ya que el líquido de refrigeración tarda entre dos y cuatro minutos en alcanzar una temperatura adecuada (60°C). Durante el arranque, y hasta que la temperatura del líquido refrigerante alcance los 60°C, la **válvula termostática** se mantiene cerrada.

Este líquido está impulsado por la bomba, y una vez que la válvula termostática se abre, el líquido se dirige también hacia la parte delantera del vehículo, para poder evacuar su calor. Este intercambio se realiza mediante el **radiador de refrigeración**, cediendo el líquido su calor al aire frío del exterior. El líquido refrigerante a baja temperatura vuelve al motor térmico, donde se comienza de nuevo el ciclo.

La función del **termo contacto** consiste en conectar el **electro ventilador**, en el caso de que el caudal de aire que atraviesa el radiador de refrigeración no sea suficiente (vehículo a ralentí) para evacuar todo el calor que contiene el líquido refrigerante.

A fin de lograr un adecuado intercambio de calor con el radiador y el evaporador, y por otro lado no producir un excesivo ruido, ni molestias debido a las velocidades alcanzadas por el aire, para sistemas de climatización de automóviles se recomienda un caudal de aire máximo de 500 m³/h.

La regulación de la calefacción se realiza normalmente actuando sobre la trampilla de mezcla, que mezcla las proporciones de aire caliente y frío demandadas por el usuario.

2.1.2 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE AIRE

La función de refrigeración del aire que penetra en el habitáculo no es tan sencilla como la calefacción, y por tanto, el sistema de aire acondicionado (figura 2.2) requiere unos componentes específicos más complejos, así como un fluido adecuado para el intercambio de calor.

A diferencia del sistema de calefacción, en el que el líquido refrigerante absorbe calor del motor y se lo cede a dos radiadores (refrigeración y calefacción), en el caso del aire acondicionado, el objetivo consiste en que el **fluido refrigerante** absorba el calor del aire que entra al habitáculo mediante el **evaporador**. Por lo tanto, deberá cederlo al ambiente mediante otro intercambiador de calor, el **condensador**.

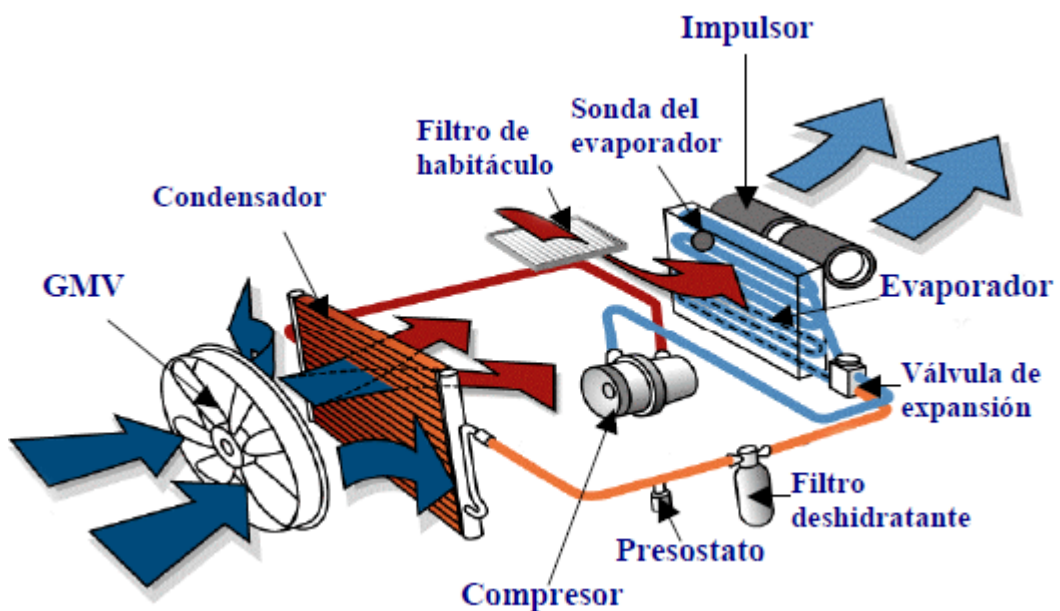


Figura 2.2 Funcionamiento y componentes del sistema de calefacción

Los parámetros de diseño y el principio de funcionamiento del circuito de aire acondicionado se pueden explicar siguiendo las siguientes etapas:

Etapa 1: Compresión³

El refrigerante en estado gaseoso es aspirado por el compresor a baja presión y baja temperatura (3 bares, 5°C) y sale comprimido a alta presión y alta temperatura (20 bares, 110°C). La energía necesaria para llevar a cabo este trabajo de compresión se la aporta la correa del alternador, que también suele mover la bomba de líquido refrigerante.

Etapa 2: Condensación³

El refrigerante en estado gaseoso entra en el condensador a alta presión y temperatura. Empieza la cesión de calor del refrigerante al aire que atraviesa el intercambiador, produciéndose la condensación del fluido frigorífico, saliendo del condensador en estado líquido a alta presión y temperatura media (19 bares, 60°C)

Etapa 3: Filtrado y desecado³

El refrigerante en estado líquido pasa por el filtro deshidratante, que absorbe la humedad que pueda contener el fluido. Además, pasa a través de un elemento filtrante que retiene las impurezas presentes en el líquido. No debe producirse ningún cambio en el estado termodinámico del refrigerante.

Etapa 4: Expansión³

El refrigerante en estado líquido a 19 bares y 60°C penetra en la válvula de expansión termostática, produciéndose una caída brusca de presión y temperatura. El refrigerante sale de la válvula en estado difásico, a una presión de 3 bares y una temperatura de 0°C.

Etapa 5: Evaporación³

El refrigerante en estado difásico penetra en el evaporador, donde comienza el intercambio de calor con el aire exterior que penetra al habitáculo. El refrigerante necesita absorber calor para poder evaporarse, y lo toma del aire que atraviesa el

³ Toyota Motor Corporation: HFC134a. Acondicionador de Aire Principios Básicos y Reparación

evaporador. A su vez, la humedad presente en este aire se condensa sobre las aletas (superficie fría) y se acumula en una bandeja bajo el intercambiador, para después ser evacuada al exterior mediante un conducto de desagüe.

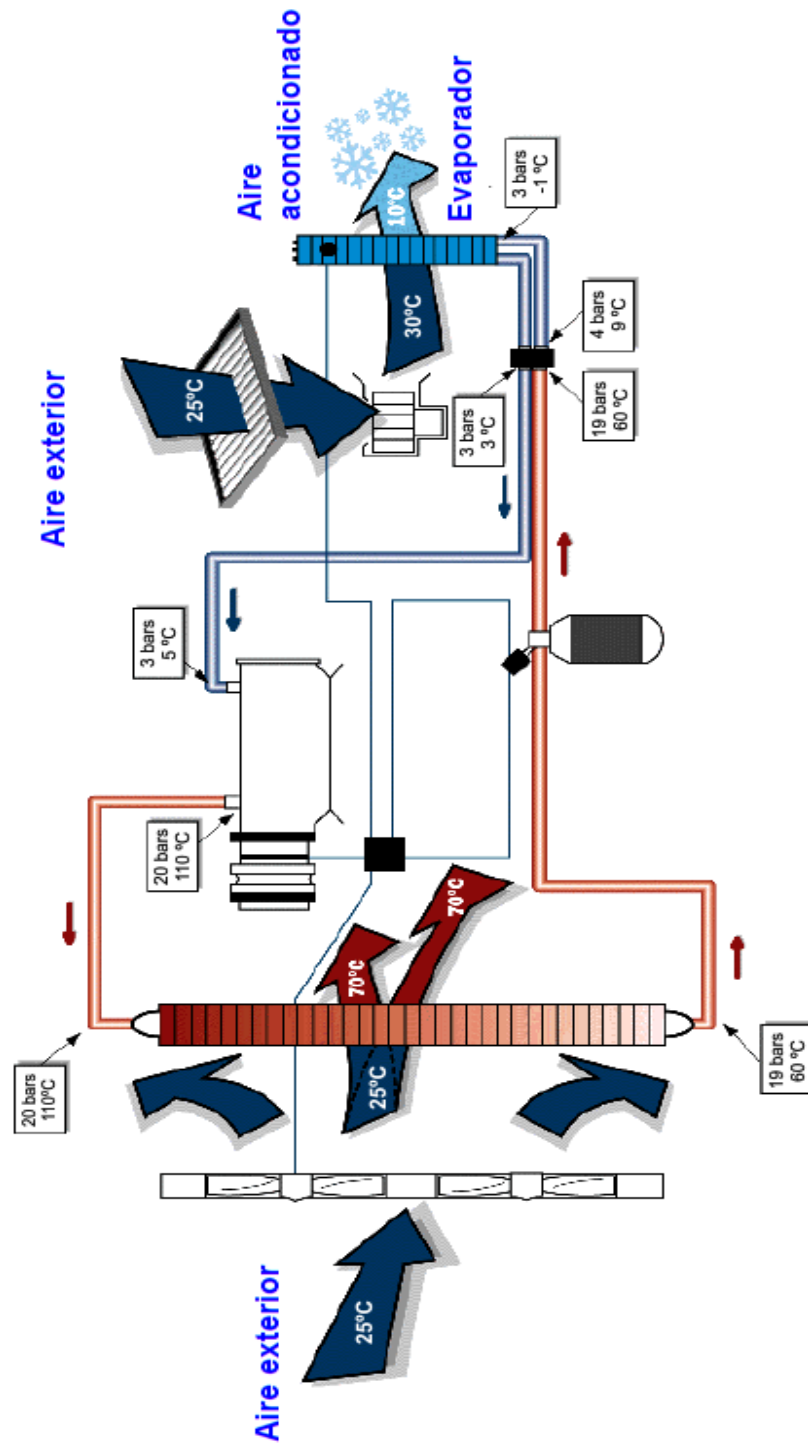


Figura 2.3 Parámetros de diseño para el sistema de climatización

Etapa 6: Control³

El refrigerante a la salida del evaporador y por lo tanto a la entrada del compresor debe estar en estado gaseoso, para evitar posibles deterioros en el compresor. El control se realiza a la salida del evaporador, mediante la diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador y la temperatura de evaporación.

Dicho valor debe estar comprendido entre 2 y 10°C, y en caso de encontrarse fuera de estos márgenes, la válvula de expansión se abre más o menos para permitir la entrada de una caudal mayor o menor al evaporador. Una vez garantizada la evaporación de la totalidad del refrigerante, éste pasa de nuevo por el compresor, y el ciclo comienza de nuevo.

En base a lo descrito anteriormente, en la (Figura 2.3) se muestran un resumen de los diferentes parámetros que condicionan el diseño y la selección de los componentes del sistema de climatización.

2.2.- CALCULO DEL FLUJO MÁSIICO DE AIRE REQUERIDO

A continuación se indican las propiedades iniciales que puede tener el aire ambiente en la ciudad de Quito, a la entrada del sistema de climatización, bajo condiciones extremas de trabajo:

- Temperatura máxima del aire ambiente = 25 °C = 298 °K
- Altitud promedio de la ciudad de Quito = 2850 m
- Presión atmosférica promedio en Quito = 540 mm Hg = 72000 Pa
- Caudal de aire máximo requerido = 500 m³/h = 0.139 m³/s

En función de estos parámetros y de los fundamentos teóricos de la mecánica de fluidos, a continuación calculamos el flujo másico de aire máximo requerido para el funcionamiento adecuado del sistema de climatización.

³ Toyota Motor Corporation: HFC134a. Acondicionador de Aire Principios Básicos y Reparación

Antes de calcular el flujo másico de aire es necesario determinar la densidad promedio (ρ) que tiene el aire ambiente en la ciudad de Quito, a partir de la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T}$$

Donde:

$$p = \text{presión atmosférica} = 72000 \text{ Pa}$$

$$R = \text{Constante de los gases} = 287 \text{ N m/kg } ^\circ\text{K}$$

$$T = \text{temperatura ambiente} = 25 \text{ } ^\circ\text{C} = 298^\circ\text{K}$$

Reemplazando los valores obtenemos:

$$\rho = \frac{72000 \text{ N/m}^2}{287 \text{ Nm/kg } ^\circ\text{K} \cdot 298 \text{ } ^\circ\text{K}}$$

$$\rho = 0.842 \text{ kg/m}^3$$

A continuación se procede a calcular el flujo máximo de aire (\dot{m}) requerido en el sistema de climatización:

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

Donde:

$$\dot{V} = \text{caudal máximo de aire requerido} = 0.139 \text{ m}^3/\text{s}$$

Reemplazando los datos se tiene:

$$\dot{m} = 0.842 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.139 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 0.117 \text{ kg/s}$$

Este flujo másico se mantendrá constante en las diferentes secciones del sistema de climatización.

2.3.- CALCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN

El cálculo de la máxima carga térmica de calefacción se realizará para el caso extremo en el que la ciudad de Quito registró una temperatura ambiente mínima de 10°C (283°K).

En base a esta temperatura y sabiendo que para darle un alto grado de confort al conductor y sus acompañantes, la temperatura en el habitáculo debe estar alrededor de 21°C (294°K), se determina la cantidad de calor que debe ganar el aire que entra al habitáculo del vehículo.

$$Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{hab} - T_{amb})$$

Donde:

Q = calor ganado por el aire

\dot{m} = flujo másico de aire = 0.117 kg/s

c_p = calor específico del aire = 1004 J/kg °K

T_{amb} = temperatura del aire ambiente = 283°K

T_{hab} = temperatura del aire en el habitáculo = 294°K

$$Q = 0.117 \frac{kg}{s} \cdot 1.004 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ K} \cdot (294 - 283)^\circ K$$

$$Q = 1.292 \text{ kW}$$

Este calor debe ser suministrado al aire por el radiador de calefacción y como se mencionó en la sección 2.1.1, este intercambio de calor no se produce sino hasta que el líquido de refrigeración alcanza una temperatura de 60°C (333°K).

Debido a que el intercambio de calor entre el aire y el radiador se realiza por convección, procedemos a calcular el área de transferencia de calor A , requerida en el radiador para alcanzar la temperatura deseada en el aire, de la siguiente manera.

$$Q = h_\infty \cdot A \cdot (T_s - T_\infty)$$

Donde:

h_{∞} = coeficiente de transferencia de calor por convección = $100 \text{ W/m}^2\text{C}$

T_s = temperatura del radiador de calefacción = 60°C

T_{∞} = temperatura del fluido = 21°C

$$A = \frac{1292 \text{ W}}{100 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}} \cdot (60 - 21)^{\circ}\text{C}}$$

$$A = 0.331 \text{ m}^2$$

En consecuencia se debe seleccionar un radiador de calefacción con un área de transferencia de calor total de 0.331 m^2 .

2.4.- CALCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

Tomando en cuenta la función que cumplen los diferentes componentes del sistema de refrigeración (sección 2.1.2) y en base a los parámetros mostrados en la (figura 2.3), en la siguiente sección, se procede a calcular la ganancia y la pérdida de calor del aire al pasar a través del condensador y el evaporador respectivamente.

Además, según el principio de conservación de la energía para un dispositivo cíclico (como en este caso lo es el sistema de refrigeración o de aire acondicionado) se debe cumplir que

$$Q_{cond} = Q_{evap} + W_{comp}$$

Donde:

Q_{cond} = calor cedido por el refrigerante al aire en el condensador

Q_{evap} = calor absorbido por el refrigerante del aire en el evaporador

W_{comp} = potencia absorbida por el refrigerante en el compresor

2.4.1 INTERCAMBIO TÉRMICO EN EL CONDENSADOR

El condensador está localizado en la parte delantera del vehículo, entre los electro ventiladores y el radiador de refrigeración del motor. Tiene por función evacuar el calor absorbido por el refrigerante durante las fases de evaporación y compresión. En consecuencia, es un intercambiador térmico donde:

- El aire que atraviese el condensador se calienta;
- El fluido que circula por el conjunto de tubos se enfría y se condensa.

Por lo tanto, la cantidad de calor que recibe el aire que atraviesa el condensador al entrar en contacto con sus paredes viene dado por

$$Q_{cond} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_f - T_i)$$

Donde:

Q_{cond} = calor cedido por el refrigerante al aire en el condensador

\dot{m} = flujo másico de aire = 0.117 kg/s

c_p = calor específico del aire = 1004 J/kg °K

T_i = temperatura del aire a la entrada del condensador = 25°C = 298°K

T_f = temperatura del aire a la salida del condensador = 70°C = 343°K

$$Q_{cond} = 0.117 \frac{kg}{s} \cdot 1.004 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ K} \cdot (343 - 298)^\circ K$$

$$Q_{cond} = 5.286 \text{ kW}$$

Esta es la cantidad de calor que el refrigerante que circula por el interior del condensador cede al aire que pasa a través del mismo.

Debido a que el intercambio de calor entre el aire y el refrigerante en el condensador se realiza principalmente por convección entre el aire y la superficie externa del condensador, procedemos a calcular el área de transferencia de calor A , requerida en el condensador para alcanzar el intercambio de calor requerido, de la siguiente manera.

$$Q = h_{\infty} \cdot A \cdot (T_S - T_{\infty})$$

Donde:

h_{∞} = coeficiente de transferencia de calor por convección = 100 W/m²°K

T_S = temperatura promedio en el condensador = 0.5 (110+60) °C = 85°C

T_{∞} = temperatura promedio del aire = 0.5 (25 + 70) °C = 47.5°C

$$A = \frac{5286 \text{ W}}{100 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{°C}} \cdot (85 - 47.5)\text{°C}}$$

$$A = 1.41 \text{ m}^2$$

En consecuencia se debe seleccionar un condensador con un área de transferencia de calor mínima de 1.41 m².

2.4.2 INTERCAMBIO TÉRMICO EN EL EVAPORADOR

El evaporador se encuentra localizado en el conjunto de distribución de trampillas, después del impulsor y antes del radiador de calefacción. El evaporador del sistema de refrigeración es un intercambiador térmico que tiene por función enfriar y deshumidificar el aire que lo atraviesa. Para ello absorbe calor del aire, produciéndose dos fenómenos físicos:

- el aire se enfría y el vapor de agua presente en este aire se condensa en las aletas del evaporador
- el fluido se evapora y se recalienta.

El evaporador enfría el aire puesto en movimiento por el ventilador centrífugo situado en el conjunto de distribución de trampillas y enviado hacia el habitáculo del vehículo.

Por lo tanto, si no hay condensación, es decir si el aire se lleva a una temperatura superior a la temperatura de rocío, la cantidad de calor cedida por el aire al refrigerante viene dado por

$$Q_{evap} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_i - T_f)$$

Donde:

Q_{evap} = calor cedido por el aire al refrigerante en el evaporador

\dot{m} = flujo másico de aire = 0.117 kg/s

c_p = calor específico del aire = 1004 J/kg °K

T_i = temperatura del aire a la entrada del evaporador = 30°C = 303°K

T_f = temperatura del aire a la salida del evaporador = 10°C = 283°K

$$Q_{evap} = 0.117 \frac{kg}{s} \cdot 1.004 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ K} \cdot (303 - 283)^\circ K$$

$$Q_{evap} = 2.349 \text{ kW}$$

Esta es la cantidad de calor que el aire que atraviesa el haz de tubos del evaporador cede al refrigerante que circula por el interior del evaporador.

Debido a que el intercambio de calor entre el aire y el refrigerante en el evaporador se realiza principalmente por convección entre el aire y la superficie externa del evaporador, procedemos a calcular el área de transferencia de calor A , requerida en el evaporador para alcanzar el intercambio de calor requerido, de la siguiente manera.

$$Q = h_\infty \cdot A \cdot (T_\infty - T_S)$$

Donde:

h_∞ = coeficiente de transferencia de calor por convección = 100 W/m²°K

T_S = temperatura en el evaporador = -1°C

T_∞ = temperatura promedio del aire = 0.5 (30 + 10) °C = 20°C

$$A = \frac{2349 \text{ W}}{100 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} \cdot (20 + 1)^\circ C}$$

$$A = 1.119 \text{ m}^2$$

En consecuencia se debe seleccionar un evaporador con un área de transferencia de calor mínima de 1.119 m².

2.5.- SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE⁵

Los refrigerantes se utilizan en climatización por su gran capacidad de absorción de calor. Estos fluidos deben reunir una serie de características para que su efectividad sea óptima:

- Características favorables de presión y temperatura para conseguir que las presiones no sean demasiado elevadas en el condensador ni demasiado bajas en el evaporador
- Valor de calor latente de evaporación elevado para poder conseguir un mayor efecto frigorífico
- Valor de la temperatura crítica lo suficientemente elevado para evitar que el compresor comprima el fluido hasta una presión por encima de la presión crítica, en cuyo caso no se produciría cambio de estado en el condensador
- Temperatura de evaporación inferior a la temperatura ambiente
- Seguridad contra el peligro de incendio y de explosión
- Estabilidad química y compatibilidad con los materiales que componen el circuito
- Baja toxicidad para evitar daños a las personas que los manipulan
- Miscibilidad con el aceite lubricante empleado

El diclorodifluormetano denominado R-12 o Freón 12 es un fluido que presenta una elevada estabilidad a altas temperaturas y no reacciona con la mayor parte de los metales (excepto el zinc y el magnesio). Además no deteriora la goma de las tuberías. Sin embargo, en presencia de agua es altamente corrosivo, ya que la reacción produce ácido clorhídrico.

En condiciones normales no es inflamable ni explosivo, tanto en estado líquido como gaseoso, sin embargo si se pone en contacto con una llama o con un metal muy caliente se descompone en gas fosgeno (gas mostaza) que es un gas muy

⁵ Toyota Motor Corporation: Toyota 21R, 22 R Motor Manual de Reparación Japón 1990

venenoso. Además no se debe poner en contacto este fluido con los ojos, ya que se pueden producir congelación.

Desgraciadamente este compuesto alcanza rápidamente las capas altas de la atmósfera, donde se encuentra el ozono, O₃. Se sitúan a una altura aproximada de 15 km. Y pueden permanecer durante 120 años.

Debido al efecto de los rayos ultravioletas, se produce la degradación química del R-12, liberándose las moléculas de cloro, que reaccionan con el ozono capturando un átomo de oxígeno, disminuyendo la concentración de ozono en esa zona. Una molécula de cloro puede destruir entre 50000 y 100000 moléculas de ozono.

Debido a los efectos perjudiciales para el medio ambiente del R-12, es necesario buscar una alternativa más adecuada, y por la tanto, se utilizará **tetrafluoroetano** denominado **R134a**, que pertenece a la familia de los Hidrogenofluorocarbonos.

El R134a presenta una baja toxicidad, no es inflamable en condiciones normales, pero sin embargo es corrosivo en presencia de agua, ya que se produce ácido fluorhídrico. No es miscible con aceites minerales, sino con aceites sintéticos PAG (glicol polialcalino). El tamaño de sus moléculas es inferior a las del R-12, por lo que la posibilidad de fugas es mayor.

En cuanto a los efectos medio ambientales, al no tener cloro en su composición, el R134a es inocuo para la capa de ozono, sin embargo también contribuye al efecto invernadero, aunque en menor medida que el R-12. Su tiempo de permanencia en la atmósfera es más reducido, en torno a 15 años.

En la tabla siguiente se muestran algunas características físicas para ambos refrigerantes:

Tabla 2.1 Propiedades de los refrigerantes R12 y R134a

	R-12	R-134a
Fórmula química	CCl_2F_2	CH_2FCF_3
Peso molecular (g/mol)	120.9	102.0
Punto de ebullición (°C)	-29.8	-26.1
Punto de congelación (°C)	-158	-101
Temperatura crítica (°C)	112	101.1
Presión crítica (Bar)	41.15	40.60
Volumen crítico (m³/kg)	1.79×10^{-3}	1.95×10^{-3}
Densidad crítica (kg/m³)	558	511.7
Densidad del líquido (a 25°C) (kg/m³)	1310.9	1206
Tensión de vapor (a 25 °C) (Bar)	6.51	6.66
Densidad del vapor saturado (kg/m³)	6.31	5.26
Calor específico del líquido (25°C) (kJ/kg.K)	0.9809	1.43
Calor específico del vapor (25 °C) (kJ/kg.K)	0.6755	0.852
Calor de evaporación (kJ/kg)	135.25	217.1
Conductividad térmica (25 °C)		
Líquido (W/m.K)	70.19×10^{-3}	82.45×10^{-3}
Vapor (W/m.K)	9.7×10^{-3}	14.5×10^{-3}
Viscosidad (a 25 °C y 1,013 bar)		
Líquido (N.s/m²)	0.258×10^{-3}	0.204×10^{-3}
Vapor (N.s/m²)	0.0125×10^{-3}	0.012×10^{-3}
Tensión superficial (25 °C) (N/m)	0.009	0.0083
Solubilidad en el agua (a 25 °C y 1,013 bar) (Peso %)	0.028	0.15
Solubilidad del agua en el refrigerante (25 °C) (Peso %)	0.009	0.11
Límite de inflamabilidad en el aire	NO	NO
Potencial de destrucción del ozono	1	0

FUENTE: Aire acondicionado del automóvil, Centro Nacional de Automoción, Valladolid.

En base a la cantidad de calor que entrega el refrigerante al aire en el condensador, calculada en la sección 2.4.1, y tomando los valores de las propiedades del aire de la tabla anterior, a continuación se determina el flujo mínimo de refrigerante necesario para producir el intercambio de calor:

$$Q_{cond} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_i - T_f)$$

Donde:

Q_{cond} = calor cedido por el refrigerante al aire en el condensador = 4.2 kW

\dot{m} = flujo másico de refrigerante R134a

c_p = calor específico del refrigerante = 852 J/kg °K

T_i = temperatura del R134a a la entrada del condensador = 110°C = 298°K

T_f = temperatura de R134a a la salida del condensador = 60°C = 343°K

$$\dot{m} = \frac{5286 \text{ W}}{852 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°K}} (383 - 333) \text{°K}}$$

$$\dot{m} = 0.125 \text{ kg/s}$$

Por lo tanto el caudal de refrigerante mínimo requerido es:

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

$$\dot{V} = \frac{0.125 \text{ kg/s}}{5.26 \text{ kg/m}^3}$$

$$\dot{V} = 0.024 \text{ m}^3/\text{s} = 85.55 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.6.- SELECCIÓN DEL COMPRESOR²

El compresor es una máquina que transforma la energía mecánica suministrada por el motor del vehículo, de forma que aspira el fluido refrigerante, procedente del evaporador bajo la forma de vapor a baja presión y temperatura,

² Boyce H. Dzuiggins: A/C para Automóviles

Para después impulsarlo hacia el condensador, en forma de vapor a alta presión y temperatura.

EL compresor se selecciona en función de la potencia requerida y la temperatura de evaporación del refrigerante.

La potencia del compresor se determina utilizando la ecuación obtenida en la sección 2.4, en base al principio de conservación de la energía.

$$Q_{cond} = Q_{evap} + W_{comp}$$

De donde:

$$W_{comp} = (5.286 - 2.349) \text{ kW}$$

$$W_{comp} = 2.937 \text{ kW}$$

Por lo tanto, se debe seleccionar un compresor que tenga por lo menos 3 Kw para una temperatura de evaporación del refrigerante de 5°C.

Para la climatización del automóvil se utilizará un compresor de tipo volumétrico, como el que se puede ver en la figura siguiente:



Figura 2.4 Compresor

2.7.- SELECCIÓN DEL VENTILADOR²

La velocidad del aire que circula por el sistema de climatización debe ser lo suficientemente alta para garantizar la adecuada transferencia de calor entre el refri-

² Boyce H. Dwuiggins: A/C para Automóviles

gerante y el aire, pero al mismo tiempo no debe ser demasiada alta como para ocasionar demasiado ruido ni molestia tanto en el conductor como en sus acompañantes ubicados en el habitáculo. Por esta razón, para un caudal total de aire de 500 m³/h (0.139 m³/s) y un ventilador de 125 mm de diámetro, se calcula la velocidad de aire que atraviesa el ventilador.

$$\dot{V} = \vec{V} \cdot A$$

Donde:

\vec{V} = velocidad del aire en el ventilador

A = área transversal

$$\vec{V} = \frac{0.139 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \frac{0.125^2 \text{ m}^2}{4}}$$

$$\vec{V} = 11.327 \text{ m/s}$$

Para seleccionar el ventilador más adecuado para el sistema de aire acondicionado, primero es necesario calcular la altura dinámica H_d debida a la velocidad que le transmite el ventilador al aire impulsado.

$$H_d = \frac{V^2}{2g}$$

$$H_d = \frac{11.327^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_d = 6.54 \text{ m}$$

Debido a que en el circuito de climatización existe la presencia de un gran número de accesorios, así como también de todo el sistema de las trampillas de distribución, se toma un valor de pérdidas totales por fricción en el circuito de 20 m, por lo que la carga entregada al aire por el ventilador H_{vent} es:

$$H_{vent} = H_d + H_L$$

$$H_{vent} = 6.54 + 20.0 = 26.54 \text{ m}$$

Por lo tanto, la potencia requerida en el ventilador viene dada por la ecuación:

$$Pot = \rho \cdot g \cdot \dot{V} \cdot H_{vent}$$

$$Pot = 0.842 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.139 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} 26.54 \text{ m}$$

$$Pot = 30.47 \text{ W}$$

Debido a que el rendimiento de este tipo de ventilador es de 60% aproximadamente, determinamos la potencia mínima requerida en el motor que moverá el ventilador.

$$Pot_{motor} = \frac{Pot_{vent}}{0.60} = 50.80 \text{ W}$$

Por lo tanto, el ventilador seleccionado es el siguiente:



Figura 2.5 Ventilador

Tabla 2.2 Especificaciones del ventilador

Ventilador	
OEM NO.	4A0 959 101A
DIÁMETRO (milímetros)	125
VOLTAJE (v)	12
ENERGÍA (w)	100
VELOCIDAD (r/min)	2660
Q'TY /CTN (PCS)	12

III CAPITULO

3.1 MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

TIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y CARACTERÍSTICAS

Los tipos de aire acondicionado para vehículos son clasificados según el lugar donde son montados y según sus funciones.

3.1.1.--TIPO DEL TABLERO DE INSTRUMENTOS

La unidad de aire acondicionado de este tipo normalmente está instalada debajo del tablero de instrumentos frente al pasajero del asiento delantero.

Las características de este tipo de aire acondicionado son: el aire frío de la unidad de aire acondicionado se sopla directamente al lado frontal del pasajero, de manera que en efecto de enfriamiento que se siente es mayor que la capacidad de enfriamiento de la unidad del aire acondicionado, y la rejilla de salida del aire frío regula el mismo conductor, de manera que disfrutar del efecto de enfriamiento inmediatamente. Además, la instalación es más sencilla.

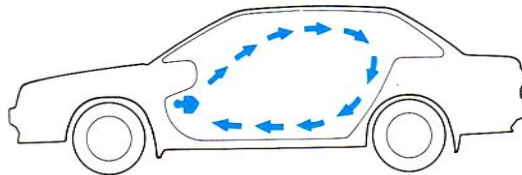


Figura 3.1 Circulación del Aire Acondicionado

3.1.2.- TIPO PORTA EQUIPAJE

En este tipo, la unidad de aire acondicionado está instalada en el portaequipaje. La entrada del aire frío y la salida están localizadas detrás del asiento trasero.

Puesto que la unidad del aire acondicionado está instalada en el portaequipaje donde hay disponible un espacio relativamente mayor, el tipo de aire acondicionado portaequipaje tiene la ventaja de usar una unidad de aire acondicionado que tenga una capacidad de evaporizador mayor y de utilizar un sistema que tenga una capacidad de enfriamiento de reserva.

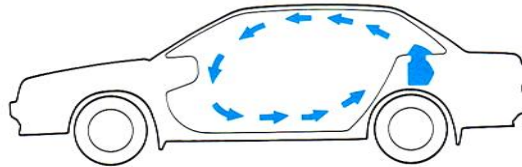


Figura 3.2 Circulación del Aire Acondicionado tanto en el Porta Equipaje

3.1.3.- TIPO DE AIRE ACONDICIONADO DOBLE

El aire frío fluye como se muestra en el diagrama. Este tipo doble es una combinación del tipo de todas las temporadas y del tipo de compartimiento. El aire frío es expulsado por la parte frontal y trasera del interior del vehículo. Las características de enfriamiento son muy buenas para enfriar el interior del vehículo y con una distribución uniforme de la temperatura dentro del mismo, se puede obtener un ambiente muy agradable.

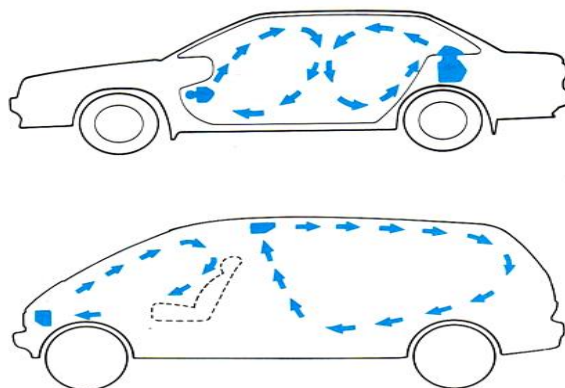


Figura 3.3 Tipos de Circulación de Aire Acondicionado

3.1.4.- CLASIFICACIÓN SEGÚN FUNCIONES

Como las funciones y requisitos de un acondicionador de aire varían dependiendo del ambiente natural del país donde el vehículo es usado, los acondicionadores de aire pueden ser divididos en dos tipos según sus funciones.

TIPO DE FUNCIÓN SIMPLE⁴

Este tipo consiste de un ventilador conectado a un calefactor ó enfriador, es usado simplemente para calentar o enfriar.

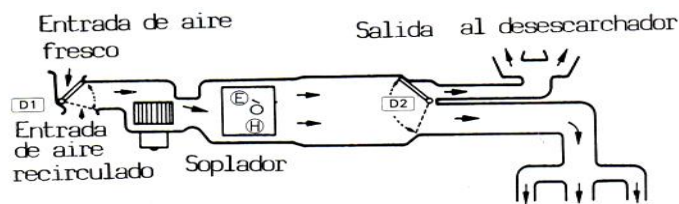


Figura 3.4 Función Simple de A/C

TIPO PARA TODAS LAS TEMPORADAS

Este tipo combina un ventilador con un calefactor y un enfriador.

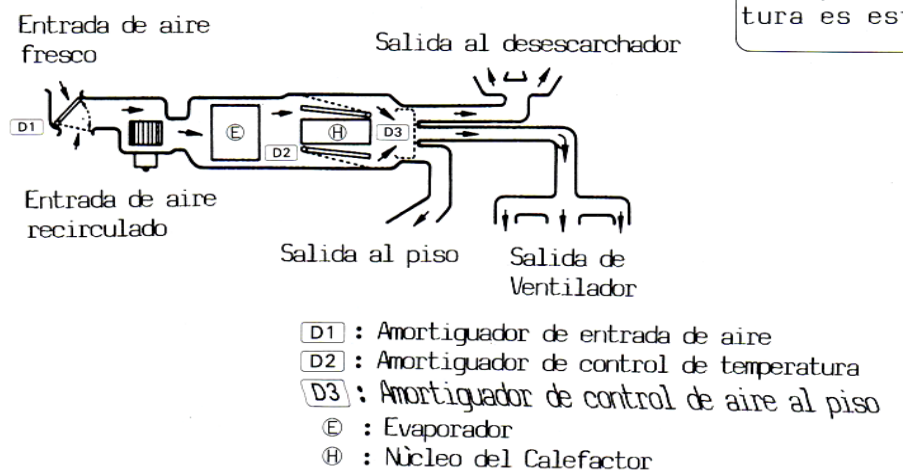


Figura 3.5 Función para Todas las temporadas

⁴ Enrique Crnicer Royo: Aire Comprimido. Editorial Paraninfo; Madrid España 1993

En un día de sofocante calor cuando se opere el aire acondicionado, el aire que sale de la unidad del acondicionador de aire será deshumedecido, de manera que la humedad será baja. Pero la temperatura también será baja, por lo que el aire se sentirá frío. Pasando este aire a través del núcleo del calefactor y calentándolo, el resultado será un aire de baja humedad sin mucho cambio de temperatura de salida. Esto ofrece un ambiente muy confortable en el interior del carro. Esta es la característica principal del aire acondicionado del tipo de todas las estaciones. Este tipo puede ser dividido en tipo de control de temperatura manual, donde el conductor regula la temperatura manualmente en el interior y el tipo de control automático de temperatura, donde la temperatura interior y exterior son detectadas en todo momento y el calentador ó el aire acondicionado es operado automáticamente de acuerdo a la temperatura existente en el momento, manteniendo así la temperatura interior en un nivel constante.

REFERENCIA

El tipo de control automático de temperatura es estudiado en el capítulo

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Nosotros describiremos el funcionamiento del sistema usando el sistema del calefactor de tipo de mezcla de aire en el Corolla de serie 90 cómo ejemplo.

REFERENCIA

Si se coloca un evaporador entre el soplador y el núcleo del calefactor, el sistema de aire acondicionado se vuelve un sistema de tipo de mezcla de aire.

3.1.5.- FUNCIONAMIENTO BÁSICO⁴

La regulación de la temperatura y el cambio de las entradas y salidas de aire, etc., son llevadas a cabo usando palancas de panel de control.

⁴ Enrique Crnicer Royo: Aire Comprimido. Editorial Paraninfo; Madrid España 1993

- (a) El amortiguador de ingreso de aire es operado por la palanca de control de entrada de aire y determina si aire fresco es introducido ó si el aire existente es recirculado.
- (b) El soplador es operado por la palanca de control de velocidad del soplador para controlar el volumen de aire introducido.
- (c) El amortiguador del control de mezcla de aire operado por la palanca de control de temperatura, divide el aire introducido de manera que fluya a través del núcleo del calentador o por un conducto que divide el núcleo del calefactor, controlando así la temperatura por la proporción de aire soplada a través del núcleo del calefactor.
- (d) Luego, el amortiguador de control de flujo de aire operará por la palanca de control de flujo de aire, establece la salida donde el aire es soplado a la cara, en dos niveles a los pies, Pies/desescarchador ó desescarchador cambiando la salida según convenga.

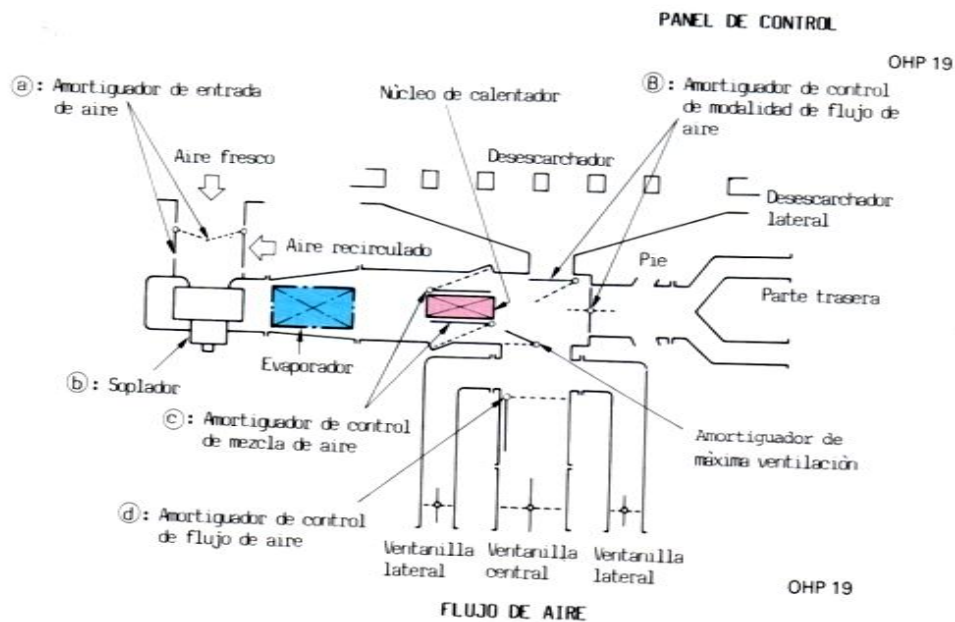


Figura 3.6 Panel de Control

El funcionamiento del amortiguador de control de flujo de aire se muestra a continuación.

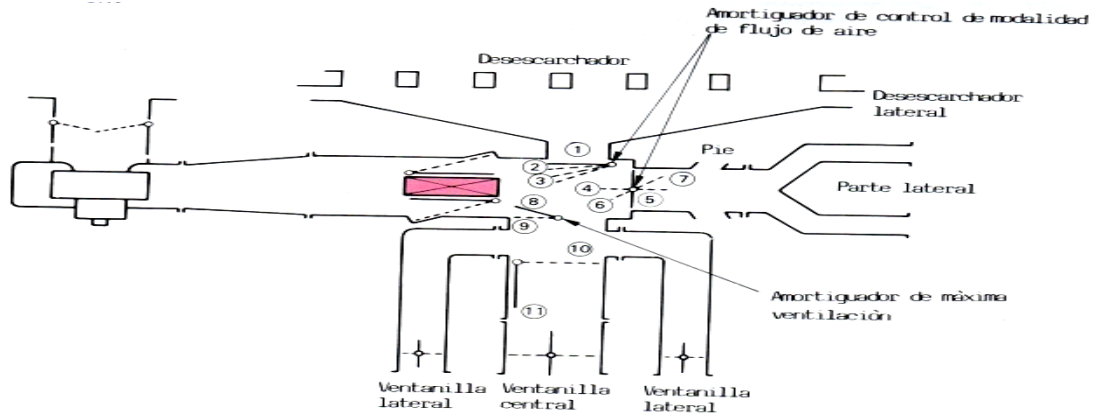


Figura 3.7 Amortiguador del Control de Flujo

Modalidad	Presión de amortiguador de control de flujo de aire	Ventanillas de flujo de aire			
		Centro	Lateral	Pie	Desescarchador
Cara	① ⑤ ⑧ ⑨ ⑪	○	○	—	—
2 niveles	① ⑥ ⑧ ⑨ ⑪	○	○	○	—
Pie	② ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	—	○	○	○
Pie / Desescarchador	③ ⑥ ⑧ ⑨ ⑩	—	○	○	○
Desescarchador	④ ⑤ ⑧ ⑨ ⑩	—	○	—	○

El tamaño del círculo ○ indica la proporción de flujo de aire.

*: Cuando la palanca de control de temperatura en el panel de control del calentador se coloca en posición de máximo enfriamiento.

OHP 20

Figura 3.8 Presiones a diferentes posiciones

El tamaño del círculo ○ indica la proporción de flujo de aire.

Cuando la palanca de control de temperatura en el panel de control del calentador se coloca en posición de máximo enfriamiento.

OHP20

REFERENCIA

El funcionamiento básico del sistema en la serie del Corolla 90 es como se mostró anteriormente, pero los modelos equipados con este sistema pueden variar dependiendo del destino y las opciones seleccionadas.

Por ejemplo, los modelos destinados para Europa están equipados con el "Sistema de Calentamiento de Sensibilidad Fresca" (no incluida en modelos de especificación de áreas frías).

Naturalmente, hay otros modelos que están equipados con un sistema que son únicos para ese modelo.

Sistema de Calentamiento de Sensibilidad Fresca

El sistema de calentamiento de sensibilidad fresca utiliza un conducto de aire que desvía la unidad de calentamiento permitiendo que aire frío sople directamente del registro central.

Esto elimina el malestar en la cara cuando el calentador es operado entre la modalidad pie/modalidad pie/desescarchador y modalidad desescarchador. Cuando funciona en el sistema de calentamiento de sensibilidad fresca no se necesita mover la perilla del centro del registro central, a la posición para cerrar el amortiguador de tapa y cortar el aire frío.

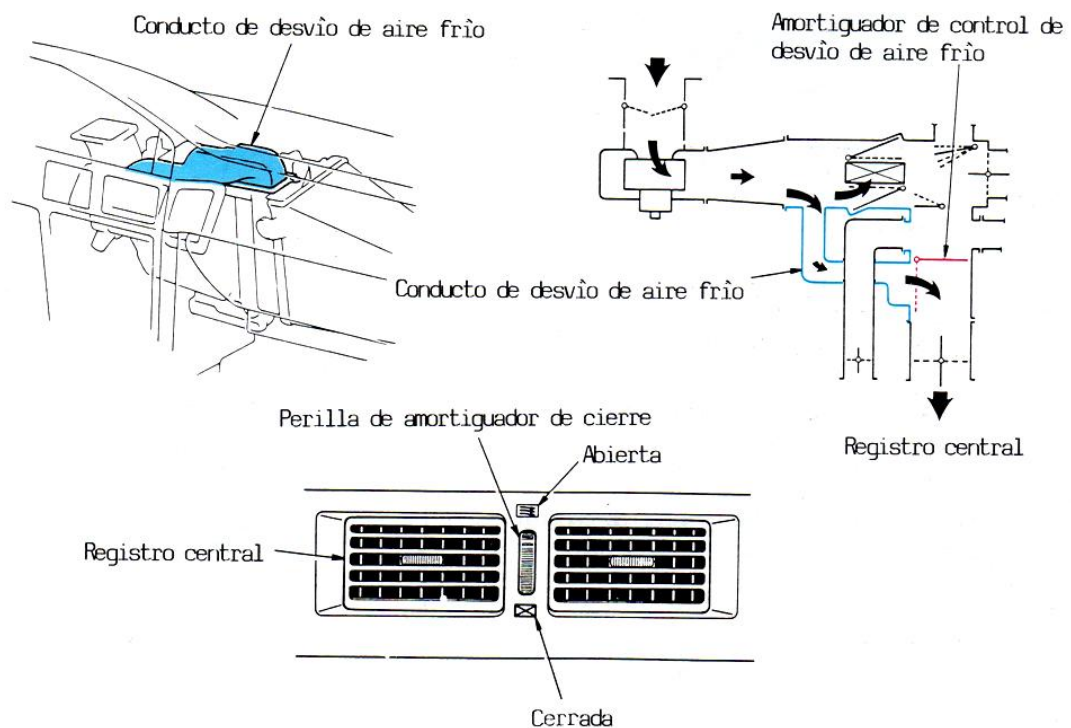


Figura 3.9 Funcionamiento Básico del Sistema A/C

FUNCIONAMIENTO DE AMORTIGUADORES

Se utilizan dos tipos de funcionamiento de amortiguadores: el tipo de palanca y el tipo de presión de botón.

TIPO DE PALANCA

Con este tipo una palanca en el panel de contacto está conectada a un cable que mueve el amortiguador cuando la palanca se mueve.

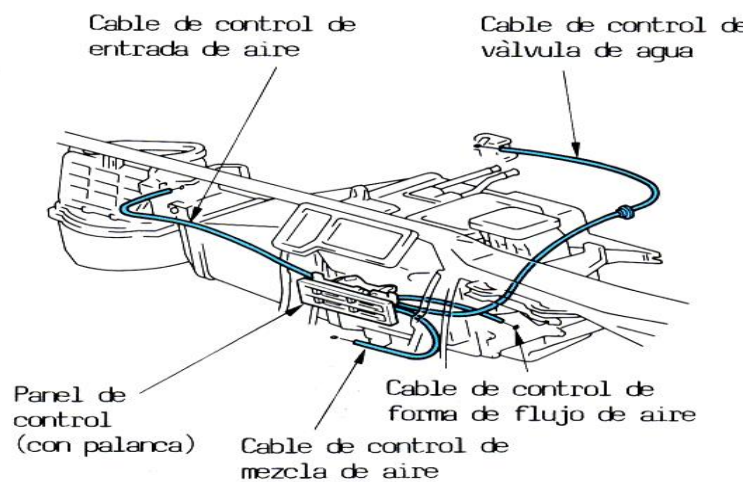


Figura 3.10 Sistema Tipo Palanca

TIPO DE PRESIÓN DE BOTÓN

Con este tipo, al presionar un botón en el panel de control empieza a funcionar un motor servo, moviendo el amortiguador.

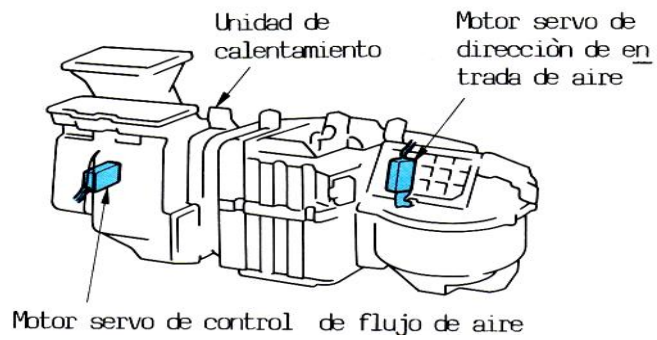
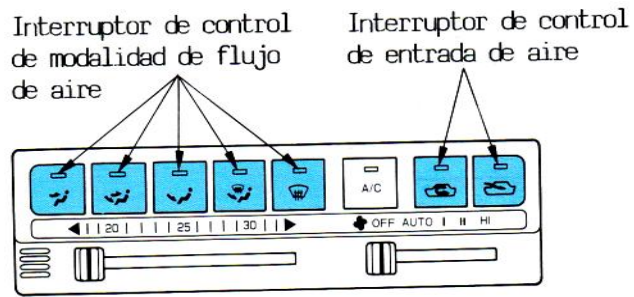


Figura 3.11 Tipo Presi3n de Bot3n

REFERENCIA

Se usan los siguientes tipos de amortiguador:

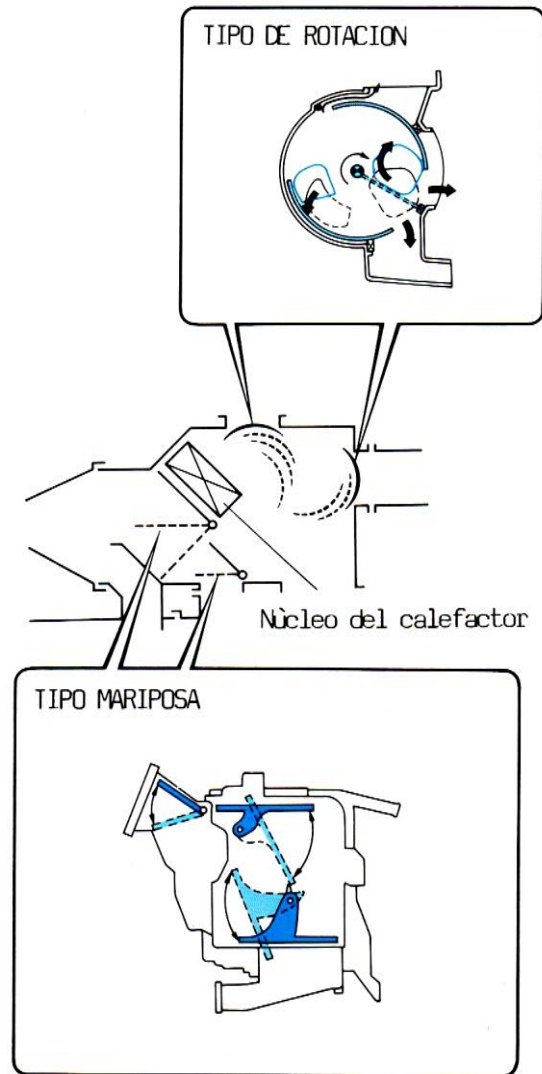


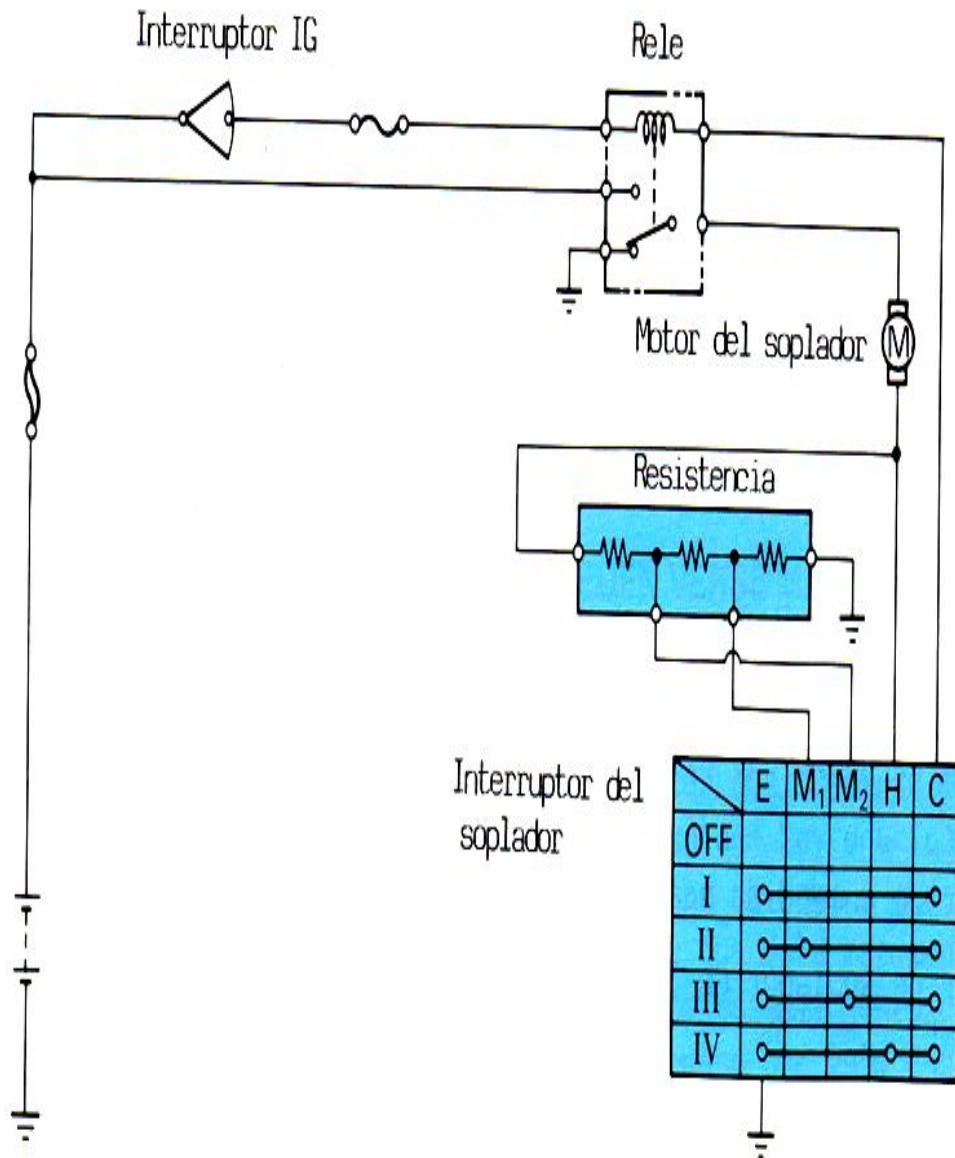
Figura 3.12 Tipos de Amortiguadores

FUNCIONAMIENTO DEL SOPLADOR

Aire fresco o recirculado es aspirado por el soplador. Un ejemplo del circuito del motor del soplador se muestra a continuación.

En este ejemplo, la palanca de control de velocidad de soplador en el panel de control puede cambiar la velocidad del soplador a cuatro opciones desde LO a HI

La velocidad del soplador es controlada haciendo pasar corriente por resistores con diferentes valores de resistencia para cambiar el voltaje del motor del soplador, cambiando así la velocidad del soplador.



OHP 21

Figura 3.13 Diagrama Eléctrico del Sistema del A/C

PRINCIPIO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DEL ACONDICIONADOR DE AIRE.

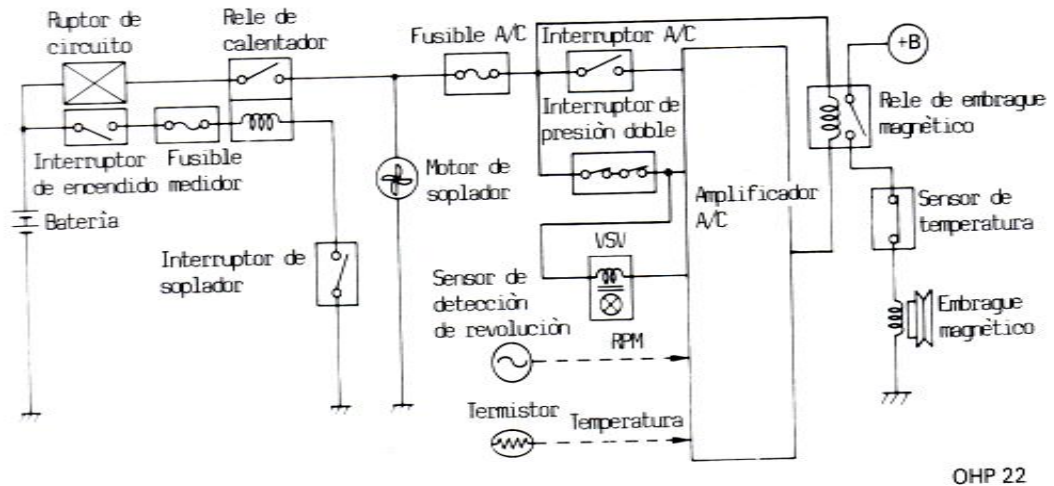


Figura 3.14 Circuito Eléctrico A/C

El proceso general hasta que el embrague magnético es provisto de energía se muestra a continuación.

- (1) Interruptor de encendido en "ON"
- (2) Interruptor de soplador en "ON" → Relé calefactor en "ON" (motor de soplador en "RUN")
- (3) Interruptor de A/C en "ON" → Amplificador de A/C en "ON" (Amplificador A/C, suministro de poder)
- (4) Interruptor de presión doble en "ON"
Condición refrigerante (2.1 en kg/cm^2 206 kPa) menos de 27 kg/cm^2 (384 PSI , 2648 kPa)
- (5) El termistor suministra la señal de temperatura del evaporador a amplificador A/C
- (6) VSD en "ON" → Marcha mínima del motor
- (7) Relé de embrague magnético en "ON"
- (8) Sensor de temperatura en "ON"
Temperatura del sensor de temperatura es menor a 180°C (356°F)
- (9) Embrague magnético en "ON"

- (10) Sensor detector de revoluciones suministra señales RPM del compresor a amplificador A/C

Si el compresor no es cerrado el embrague magnético es continuamente provisto de energía.

3.2 MONTAJE DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Existen muchas versiones de equipos móviles de refrigeración y de aire acondicionado. En este capítulo se discutirá el aire acondicionado para automóviles. Los sistemas de aire acondicionado que se han visto hasta ahora tienen motor eléctrico manejado por el compresor.

En el aire acondicionado de automóviles, la máquina de combustión interna del vehículo suministra la energía para conducir el compresor. Esto se lleva a cabo con una serie de poleas y correas de conducción. Esta clase de sistema se utiliza en automóviles, en camionetas y en camiones.

Hay otros tipos de sistemas de refrigeración y aire acondicionado que no se tratarán en este libro. Los sistemas como los que se encuentran en camiones refrigerados utilizan un generador que produce energía para conducir una sección condensadora ordinaria.

Al abrir la capota de un vehículo y al examinarlo por dentro, el sistema de aire acondicionado no es difícil de localizar. En la (figura 3.15), se muestra el compresor para aire acondicionado en automóviles. Téngase presente que tiene dos salidas de servicio, como cualquier otro compresor. En los sistemas para automóviles, las vibraciones son una fuente constante de escape de refrigerante; por esto se utilizan comúnmente mangueras de presión de caucho, que ayudan mucho a amortiguar las vibraciones de la máquina y de la carretera. Téngase también presente la colocación de la polea, al frente del compresor. En la mayor parte de los sistemas, se utiliza un embrague electromagnético para establecer el ciclo de

prender y apagar el compresor. La mayor parte de estos sistemas no tienen una regla fija para llegar a su tonelaje. El observar la pauta de una tonelada por cada 400 pies cuadrados podría no efectuar la función esperada. Por las extremadas cargas de calefacción en las superficies de vidrio y por la falta de aislamiento, es normal hallar una unidad de tonelada y media en un vehículo. Este compresor ha sido diseñado con un factor de servicio bastante desigual. La velocidad de este compresor puede fluctuar entre cero y 3.500 rpm en un segundo. Se detiene y marcha mientras la máquina esté cambiando constantemente de velocidad.

El compresor tiene una proporción variable de salida, con un mínimo y un máximo, según la fluctuación de la velocidad.

El montaje del embrague se controla con el interruptor de on/off y un termostato. Cuando el termostato registra la cantidad adecuada, el embrague se desenergiza y el compresor deja de bombear. La (figura 3.16) muestra el montaje del embrague, el cual puede tener polea sencilla o doble.

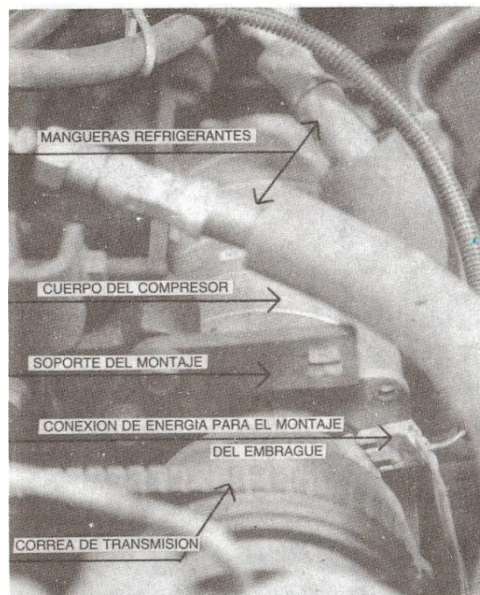


Figura 3.15 Compresor sistema A/C

La manguera de descarga que viene del compresor conduce al montaje del secador del filtro receptor, que casi siempre tiene un tubo indicador. La (Figura 3.17) muestra el montaje típico de un secador de filtro receptor. La manguera que sale del receptor llega a la bobina del condensador.

La (Figura 3.18) muestra una bobina de condensador de aire acondicionado para automóviles. El serpentín del condensador de la mayor parte de automóviles se coloca al frente del radiador y utiliza el ventilador normal para sacar aire a través de él cuando el carro está parado. Cuando el vehículo está moviendo el émbolo, el aire pasa por la bobina del condensador y condensa el refrigerante. El condensador del automóvil debe lavarse con frecuencia. La suciedad de las carreteras y los insectos muertos obstaculizan el flujo de aire; por esto se utiliza una manguera de agua para lavar el condensador.

La manguera que "sale del condensador es la línea líquida y lleva a la válvula de expansión de temperatura. Puede verse en la (Figura 3.19) que la válvula de expansión es muy similar a aquellas con las que se trabaja. Antes de seguir adelante, mírese la (Figura 3.20), que muestra un control de presión.

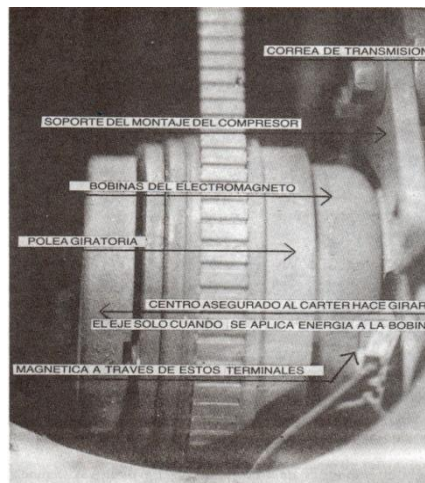


Figura 3.16 Embrague A/C

Dichos controles están alambrados en series, a través del embrague, y harán que el compresor no funcione cuando la presión sea demasiado alta o demasiado baja. Con el uso de estos controles, los fabricantes de compresores lograron reducir la cantidad de cambios de compresor durante el tiempo de la garantía. Por esto, no debe olvidarse ningún control.

Sí se encuentra un control defectuoso o una situación que haga que éste se desconecte, hágase la reparación necesaria y, solo entonces, déjese que la unidad trabaje. La bobina del evaporador y el motor de conducción del ventilador aparecen en diferentes lugares.

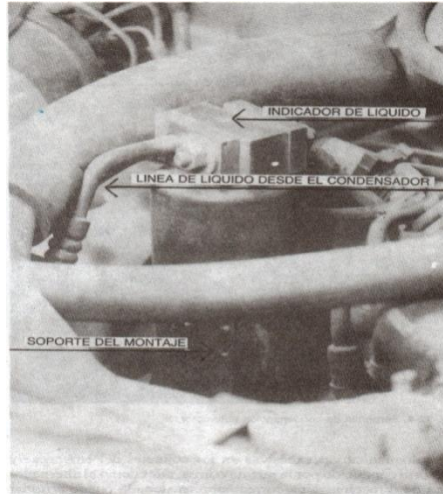


Figura 3.17 Secador del Filtro Receptor

Algunos se montan en el compartimiento del motor y otros debajo del tablero de instrumentos. Infortunadamente, hacerles mantenimiento requiere, en la mayor parte de los casos, de gran experiencia por parte del técnico que selecciona el aire acondicionado para el automóvil. Se requieren muchas herramientas especializadas que el técnico promedio no tiene en su caja de herramientas. Déjense las reparaciones mayores del evaporador al técnico de mantenimiento de aire acondicionado para automóviles.

Las correas de conducción del compresor se fabrican específicamente para automóviles tal como se describió en el capítulo 24. Cuando la correa de conducción se cristaliza, produce ruidos. Ello se debe a la falta de tracción.

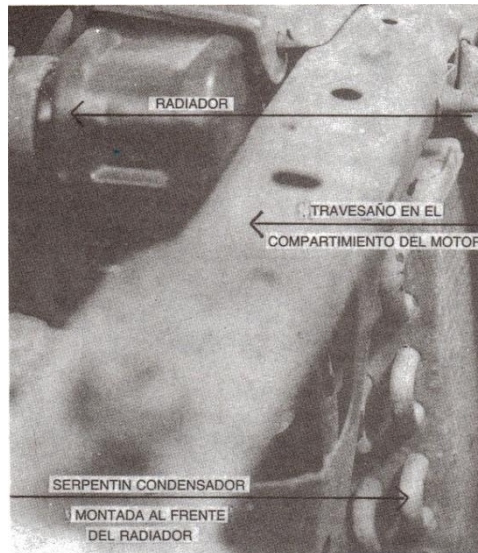


Figura 3.18 Bobina del Condensador

El tensionamiento excesivo de la correa de conducción, para eliminar el ruido, conduce únicamente a que se coloquen cargas excesivas en los cojinetes del embrague y de cualquier otro accesorio conducido por la misma correa, tales como el alternador o la bomba hidráulica de dirección. Una correa sobre tensionada puede arruinar un alternador, una bomba hidráulica de dirección o una bomba de agua en muy poco tiempo. Una correa nueva aumentará la eficiencia del compresor, puesto que no se deslizará por la polea del embrague.

Otra cosa es el calor que genera el deslizamiento de la correa de conducción y que puede hacer que la grasa lubricante del cojinete del embrague se derrita y se salga del cojinete, con lo cual puede ocasionar una avería.

No hay manera, en este caso, de utilizar un amperímetro de abrazadera, para detectar si la correa está excesivamente tensionada. Deberá, pues, ajustarse al tacto y con cierta holgura.

Debe tenerse mucho cuidado cuando se carga un sistema de aire acondicionado para automóviles. Debe utilizarse una máscara para proteger los ojos y la cara. La carga, en un sistema de automóvil, oscila entre una y media, y tres libras de refrigerante.

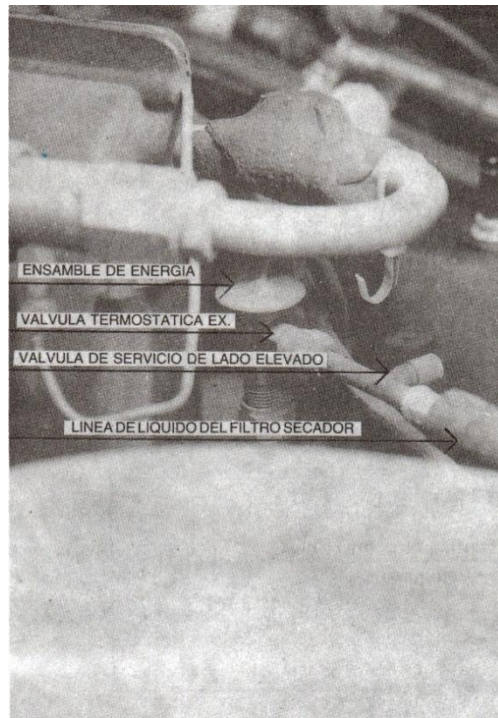


Figura 3.19 Válvula de Expansión

El motivo del cuidado extremado consiste en que los ventiladores en movimiento, las correas y las mangueras de caucho para refrigeración pueden romperse sin previo aviso si no se toman las precauciones debidas. Al hacer mantenimiento al sistema, el refrigerante puede manejarse en contenedores de una libra. Si se tiene un sistema que está completamente vacío de refrigerante, se cargará con un cilindro de peso, a veces llamado disco marcador de carga. Para llegar al tope de carga, límpiese el tubo indicador del secador del filtro receptor. Mientras se carga, préstese atención al tubo indicador. Tan pronto como se detenga el destello del tubo, detenga la carga. Un ventilador de ventana o de piso dirigido a la bobina condensadora simulará el émbolo para el aire durante las condiciones de conducción.

En la mayor parte de los sistemas de aire acondicionado para automóviles se utiliza el refrigerante R-12. La alta presión de estos sistemas será mucho mayor que en un sistema R-12 normal.

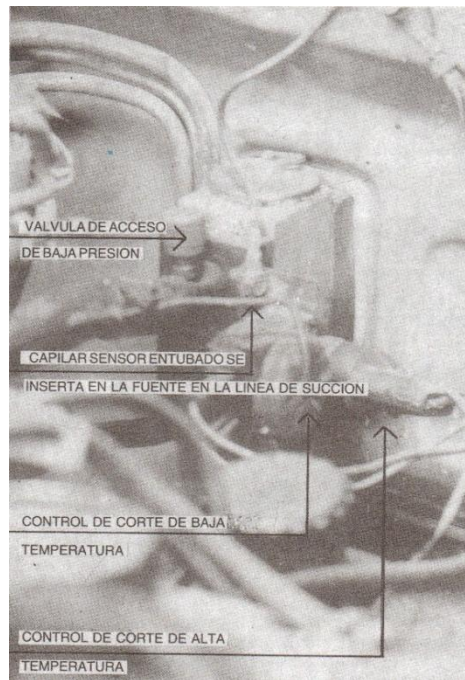


Figura 3.20 Control de Presión

Las presiones fluctuarán normalmente, entre 165 libras y 300 libras. En otras aplicaciones, estas presiones serían inaceptables. Este es otro motivo por el cual los compresores son unidades especialmente diseñadas para soportar el uso y el abuso. La alta presión de este sistema hace que el control de alta presión sea una necesidad absoluta del sistema de control. Si se omite o se salta, puede verse que la presión seguirá aumentando hasta que se rompa el eslabón más débil del sistema.

La carga del sistema es un aspecto decisivo. Por esta razón, cada vez que un técnico de mantenimiento coloca su múltiple y los calibradores en una válvula Schraeder, se pierden un par de onzas en la carga. En un sistema que esté utilizando entre 7 libras y 10 libras, la pérdida de dos onzas es bastante notoria. Si un sistema tiene solo una libra y once onzas, la pérdida de una onza puede ser decisiva y puede causar problemas tales como el congelamiento de la bobina evaporadora por enfriamiento insuficiente.

Debido a la poca cantidad de refrigerante que se utiliza en el sistema, debe medirse una carga completa con el disco indicador de carga. Ello asegura una vida más prolongada de la unidad, al evitar la sobrecarga o una carga muy baja.

El desagüe de condensación casi siempre gotea desde la manguera que se encuentra conectada a la bandeja de desagüe de condensación. Si el carro se detiene en un sitio durante mucho tiempo, se formará un charco de agua debajo de él. A veces es posible que este desagüe se obstruya y que haya rebosamiento.

Esto puede causar un problema mayor pues el alfombrado se empapará. En contraste con la sección evaporadora que se localiza en una estructura, en el caso de los automóviles no se han tomado las precauciones necesarias para que haya un filtro del aire de retorno, que tenga la finalidad de mantener limpio el evaporador. Lo mismo se aplica a la limpieza de la bandeja de condensación.

Esto no es muy común en el mantenimiento de aire acondicionado para automóviles. Si hay bloqueo en el desagüe, trátase de limpiarlo partiendo de la salida de la línea de desagüe de condensación, por donde sale del vehículo.

3.3 MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO

Para este estudio se procedió a montar el modulo electrónico en un vehículo chevrolet RODEO ya que su espacio interior es muy amplio y en su tablero se puede trabajar de mejor manera como se puede observar en el (Anexo 1-6)

Se procede a desmontar los protectores plásticos inferiores del tablero tanto del lado del conductor como de la guantera que se encuentra en la parte izquierda del pasajero.

Esto se hace con el fin de poder adaptar a la carrocería los 2 ejes con sus respectivos discos los cuales son los que se acoplan a los mandos originales del jeep.

Estos ejes y discos fueron fabricados en un torno, tomando en cuenta las medidas de este modelo de vehículo para futuros estudios se puede modernizar este tipo de adaptaciones ya que en la actualidad existen otros tipos de diseños que controlan al A/C.

Para el motor numero #1 el cual controla la temperatura del A/C el cual se empotrara bajo el volante del jeep como se muestra en la (Anexo 2-6), el recorrido de este motor es de derecha a izquierda dependiendo de las órdenes que diera el control automático instalado en el centro inferior de la consola de instrumentos.

Si el sensor de temperatura que se encuentra en la parte superior del tablero cerca del parabrisas diera la información que en el interior del vehículo se encuentra muy caliente el control automático de climatización inmediatamente da la orden al motor numero #1 para que este gire y su eje empuje la palanca del tablero al punto de color azul, el cual indica que salga A/C frio (Anexo 3-6).

Pero si la señal del sensor de temperatura es que en el interior del vehículo se encuentra muy frio, el control automático de climatización dará la orden al motor numero #1 para que este gire al sentido contrario y el eje recoja la palanca de control del tablero y se ubique en la zona roja para que emita A/C caliente (Anexo 4-6)

A su vez en el lado izquierdo del vehículo se instala el motor número #2 con su respectivo eje y su disco este se acopla a la palanca del tablero que controla la velocidad de salida del A/C (Anexo 5-6)

Este motor está diseñado para que funcione paso a paso según le indique el control de climatización automático. Esto se da ya que la temperatura debe bajar o subir de una manera rápida y efectiva para evitar malestar en los ocupantes del auto.

Es decir si la temperatura enviada por el sensor es muy alta en el interior del auto el motor #2 empezara a girar en sentido de las manecillas del reloj y el eje adaptado a la palanca hará que esta se mueva desde la posición OFF hasta la posición 4 con una variación de 3 segundos por ciclo y se quedara en la posición 4 hasta que el sensor envíe la información al control automático y este de la orden a los dos motores para que regresen a su posición de apagado esto es el motor #1 al centro y el motor #2 a la posición OFF.

De esta manera evitamos que el conductor pierda la concentración en la conducción y que no tenga que quitar sus manos del vehículo para dar mejor confort a su viaje tanto para él como para sus acompañantes. (Anexo 6-6)

IV CAPITULO

4.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO⁶

4.1.-VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE DEL COMPRESOR

El procedimiento que a continuación se explica puede seguirse cuando es necesario verificar el nivel de aceite de los compresores Air Temp., Tecumseh y York equipados con válvulas de servicio en los lados de baja y alta presión. Aquellos equipados con válvulas tipo Schrader harán necesario purgar el refrigerante del sistema para poder verificar el nivel de aceite.

HERRAMIENTAS

Llave para las válvulas de servicio, llaves de mano, protección para los ojos, cubiertas protectoras de los guardafangos, juego de manómetros en múltiple, varillas medidora del nivel del aceite.

MATERIAL

Aceite para refrigeración

PROCEDIMIENTO

Se debe proceder a bloquear al compresor del sistema, siga las instrucciones dadas en este manual:

1. Quite el tapón del cuerpo del compresor para tener acceso al cárter del Compresor
2. Utilizando la varilla medidora (figura 8.2 tesis Pág. 180) mida el nivel de Aceite.

⁶ Páginas Internet: Buscadores de Aire Acondicionado Automotriz

3. Compare la medición tomada con los valores de la (Fig. 8.1 tesis Pág. 179) para determinar el nivel correcto del aceite.
4. Agregue aceite de refrigeración en la cantidad necesaria para hacer subir el nivel existente hasta el punto deseado.
5. Coloque de nuevo el tapón del orificio de verificación del nivel.
6. Si se retiró el tapón del orificio de verificación, por un tiempo mayor de cinco minutos, purgue el aire del compresor de la siguiente manera:
 - 6.1 Abra la válvula de mano del múltiple situada en el lado de alta del mismo
 - 6.2. Coloque en posición media la válvula de servicio del lado de baja del compresor, cambiándola de la posición de apoyo frontal.
 - 6.3 La presión que ejerce el refrigerante en el lado de baja forzará al aire hacia fuera del compresor a través del lado de alta del múltiple.
 - 6.4. Transcurridos cinco segundos de purga, cierre la válvula de mano del lado de alta del múltiple.
- 7.- Coloque en posición medida las válvulas de servicio de los lados de alta y baja del compresor.

VERIFICAR Y AGREGAR ACEITE

Los compresores General Motors de seis cilindros se cargan de fábrica con 10 oz de aceite de refrigeración con viscosidad de 525. El diseño y configuración del compresor de seis cilindros obliga a que el procedimiento de verificación del aceite sea radicalmente distinto al procedimiento usado en los compresores de cinco cilindros.

En un compresor de seis cilindros, no se recomienda revisar el nivel de aceite, a menos que haya evidencia de una pérdida cuantiosa de aceite como sería el caso si hubiera una línea de refrigeración rota, una fuga grave en el sello, o cuando ocurre un accidente automovilístico

Para revisar la carga de aceite del compresor, es necesario bajarlo del vehículo drenar el aceite e inmediatamente medirlo. En todos los casos en qué es neces-

rio revisar el nivel de aceite, se sugiere se elimine el aceite drenado del interior del compresor, después de haber medido la cantidad extraída.

Si el compresor, retirado del vehículo y drenado, muestra indicios de materias extrañas o si el aceite contiene virutas y algunas otras partículas extrañas, sustituya el recibidor-secador y vacié totalmente el sistema, o sustituya todas las piezas componentes que así lo ameriten.

Si el sistema fue vaciado para limpiarlo, agregue 10 oz completas de aceite de refrigeración limpio al compresor nuevo o sustituido. Excepto en aquel sistema que ha sido totalmente vaciado, agregue las siguientes cantidades de aceite a cualquier sistema al cual le hayan sido cambiados los siguientes componentes.

Evaporador 3 oz líquidas

Condensador 1 oz líquida

Recibidor/secador 1 oz líquida

No tome en cuenta aquellas pérdidas de aceite debidas al cambio de alguna línea o amortiguador, a menos que dicha parte contenga en su interior una cantidad significativa de aceite, en cuyo caso se debe agregar la misma cantidad de aceite limpio de refrigeración al sistema.

4.2.- AJUSTE DEL TERMOSTATO⁴

El termostato, dispositivo que controla la temperatura del evaporador estableciendo ciclos de operación para el clutch (embrague) se preajusta en la fábrica.

Las diferentes altitudes sobre el nivel del mar así como las diversas condiciones de humedad, pueden hacer necesario que el termostato sea inspeccionado y ocasionalmente ajustado a las necesidades que imponen las condiciones locales. Este procedimiento se refiere al ajuste del termostato.

⁴ Enrique Crnicer Royo: Aire Comprimido. Editorial Paraninfo; Madrid España 1993

Debe tenerse en cuenta que algunos termostatos no tienen medios para ser ajustados.

HERRAMIENTAS

Termómetro para servicio, múltiple y juego de manómetros, llaves de mano, llave para las válvulas de servicio, destornillador pequeño.

PROCEDIMIENTO

1. Conecte el juego de manómetros y el múltiple, al sistema
2. Ponga en marcha el motor a una velocidad de 1200 a 1500 rpm, ajuste los Controles del acondicionador de aire en el punto de enfriamiento máximo.
3. Manténgalo funcionando durante 5 a 10 min. con el termómetro introducido. Dentro del evaporador o cerca de la válvula de expansión termostática. Asegúrese que el evaporador no tenga ventiladores montados en la parte frontal de la unidad.
4. Observe la ventanilla de observación para asegurarse de la existencia de una carga total de refrigerante.
5. De vuelta al termostato hasta la posición máxima, o sea girándolo en sentido del movimiento de las manecillas del reloj.
6. Ajuste los ventiladores a velocidad baja o media
7. Observe el manómetro mixto del múltiple: debe registrar de 14 a 26 lb/plg después de que el sistema haya funcionado durante 5 a 10 min.
8. Observe la presión que registra el manómetro del lado de alta del múltiple. La presión del lado de alta debe aproximarse a los valores de la tabla temperatura – presión (Fig. 8.3 tesis Pág. 186).
9. Compare la lectura del manómetro de baja presión con la temperatura que registra el termómetro insertado en el centro del evaporador, procediendo a comparar ambas con la tabla de la relación temperatura – presión Fig. 8.3. El termómetro debe indicar de 15° F a 35° F, tomando en cuenta el aumento de temperatura debido a las pérdidas que se presentan en las paredes del serpentín del evaporador.

4.2.1.- AJUSTE DEL TERMOSTATO

1. Retire el frente del evaporador o las salidas de aire si es necesario para tener acceso al termostato
2. Localice el tornillo de ajuste (en algunos modelos se encuentra atrás de una compuerta de acceso). El diseño de algunos evaporadores crea la necesidad de extraer el termostato para tener acceso al tornillo de ajuste.
3. Gire el tornillo de ajuste en sentido contrario a las manecillas del reloj para reducir la temperatura obteniendo esto al retrasar el punto de apertura. A la inversa, girando el tornillo en sentido de las manecillas del reloj aumentará la temperatura (Fig. 8.4 tesis Pág. 188).
4. Una vez ajustado el ciclo de operación, verifique el funcionamiento del termostato. Si se concluye que está correcto, compruébelo que esté correcto tres o cuatro veces para asegurar que el funcionamiento sea constante.
5. Si el ciclo de operación es inconstante o no puede ser ajustado, será necesario sustituir el termostato.

4.2.2.- PREPARE EL SISTEMA PARA SU FUNCIONAMIENTO

1. Regrese el motor a su velocidad ralenti normal y deténgalo
2. Vuelva a conectar la puerta de acceso al termostato y haga lo mismo con el termostato, poniéndolo en la caja (bastidor) del evaporador. Coloque de nuevo en su lugar cualquier otra parte que haya sido quitada para lograr el acceso al termostato
3. Retire el termostato
4. Coloque en posición de apoyo trasero las válvulas de servicio del compresor y retire el juego de manómetros y el múltiple. Coloque de nuevo las cubiertas protectoras y las cachuchas.

4.3.- VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA⁵.

Esta verificación debe efectuarse cuando la válvula de expansión ha sido desconectada de la unidad acondicionadora. Asegúrese que esté limpia la rejilla coladora situada en la entrada de la válvula. Si la rejilla está parcialmente obstruida, las lecturas proporcionadas, por los instrumentos serán incorrectas.

HERRAMIENTAS

Múltiple y juego de manómetros

Válvula derivadora y perforadora para las latas

Acoplador (unión) hembra ¼ plg acampanada

Conexión en T de ¼ plg macho, acampanada

Cachucha de prueba de ¼ plg (con barreno de .026plg)

Adaptador (reducción) de ½ plg hembra x ¼ plg macho

Adaptador (reducción) de 3/8 plg hembra x ¼ plg macho.

MATERIAL

Refrigerante 12, recipiente con hielo y agua fría, sal, recipiente con agua caliente a 125 grados F

Es necesario una presión constante de 70 lb / plg², o superior para efectuar esta verificación. Esta presión puede proporcionar unos cilindros de aire seco dióxido de carbono, nitrógeno seco, refrigerante 22 o refrigerante 12. Un tanque conteniendo una sustancia a alta presión tal como nitrógeno, debe contar con una válvula reguladora de la presión.

PROCEDIMIENTO

1. Cierre las válvulas de mano de los lados de alta y baja del múltiple
2. Retire la manguera de servicio del lado de baja del múltiple
3. Instale en el lado de baja del múltiple el acoplador hembra acampanado de ¼ plg.

⁵ Toyota Motor Corporation: Toyota 21R, 22 R Motor Manual de Reparación Japón 1990

4. Conecte al acoplador acampanado en el lado de baja, la conexión en T macho acampanada de ¼ plg
5. Conecte la manguera del lado de baja del múltiple, a la conexión en T acampanada de ¼ plg
6. Instale en la conexión en T de ¼ plg la cachucha de prueba de ¼ plg
7. Instale la conexión reductora de 3/8 hembra x ¼ plg macho en la entrada de la válvula de expansión
8. Instale la conexión reductora de ½ plg hembra x ¼ plg macho a la salida de la válvula de expansión.
9. Sujete la manguera del lado de baja del múltiple, a la salida de la válvula de expansión.
10. Sujete la manguera del lado de alta del múltiple, a la entrada de la válvula de expansión.
11. Adapte a la lata de refrigerante R-12 la válvula derivadora y perforadora.
12. Perfore la lata y gire la válvula hacia fuera para permitir la salida de la presión hacia el múltiple.
13. Llene con hielo picado un recipiente forrado con aislante térmico. Agregue agua. Haga uso de un termómetro para obtener exactamente 32°, F si fuera necesario, agregue sal y agite la mezcla.
14. Caliente agua en otro recipiente hasta alcanzar una temperatura de 125F

El diagrama (Figura.4.1) que muestra las conexiones necesarias para la verificación de la válvula de expansión termostática, es aplicable sólo para una válvula de expansión termostática del tipo balanceada internamente.

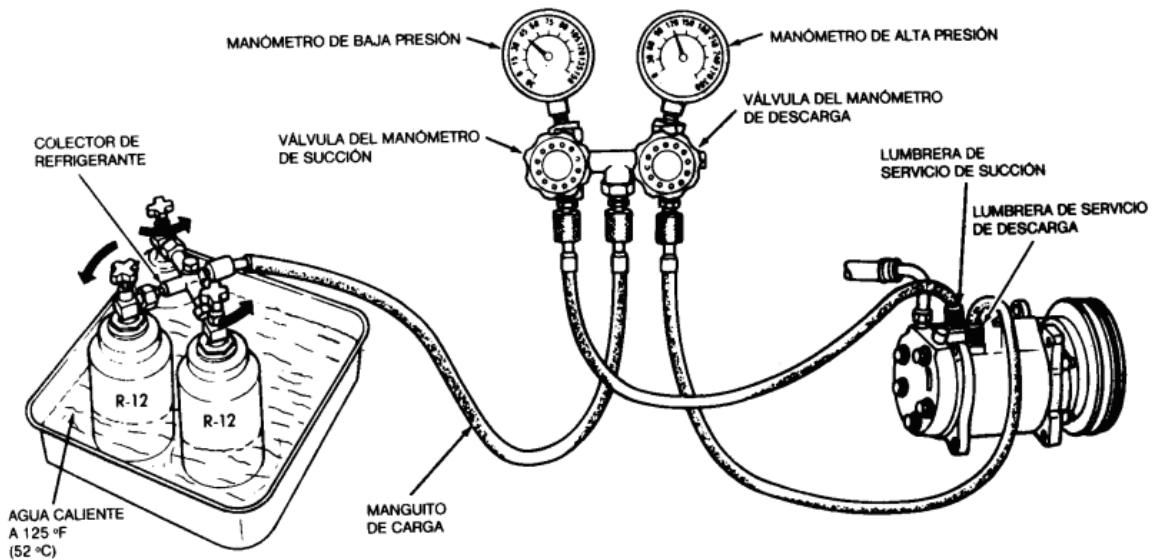


Figura 4.1 Válvula de Expansión Termostática

Si la verificación se lleva a cabo para una válvula de expansión balanceada externamente, será necesario instalar otra conexión antes de la cachucha de prueba.

El balanceador externo se conectará a esta conexión. Cuando se proceda a verificar la válvula de expansión balanceada externamente se debe contar a demás con las siguientes piezas:

- Acoplador (unión) de 1 – ¼ plg hembra acampanada y
- Una conexión T de 1 - ¼ plg macho acampanada

4.3.1.- VERIFICACIÓN DEL FLUJO MÁXIMO DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

1. Invierta la posición del recipiente con refrigerante
2. Coloque el bulbo remoto de la válvula de expansión termostática dentro del recipiente conteniendo agua caliente a 125°, F.
3. Abra la válvula de mano del lado de alta del múltiple y ajústela hasta obtener una presión de exactamente 70 lb / plg²,

4. Observe el manómetro del lado de baja. Bajo las condiciones de flujo máximo, la presión debe ser de 43 – 55 lb /plg² .Si la presión registrada es inferior a 43 lb / plg² ,la válvula no permite el paso de una cantidad suficiente de refrigerante al evaporador.

4.3.2.- VERIFICACIÓN DEL FLUJO MÍNIMO DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

1. Coloque el bulbo remoto dentro del recipiente con agua helada a 32°, F
2. Abra la válvula de mano del lado de alta del múltiple y ajústela hasta obtener una presión de 70 lb/ plg².
3. Obsérvese la presión que registra el manómetro del lado de baja. Consulte la tabla de conversión para determinar cuál debe ser la lectura correcta en el lado de baja. El manómetro del lado de baja debe encontrarse dentro de los límites que fije la tabla de conversión, si es que la válvula aprueba el examen de flujo mínimo a que se le está sometiendo.

LIMPIEZA DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN:

Si la válvula de expansión no aprueba satisfactoriamente uno o ambos exámenes a que se le ha sujetado, se puede intentar limpiarla. De otra manera, deberá usar una válvula nueva. Aunque cada válvula tiene distinta construcción, lo siguiente servirá de guía:

1. Retire el diafragma, el tubo capilar y el conjunto del bulbo remoto
2. Extraiga el tornillo de ajuste del súper calor, cuente el número de vueltas necesarias para extraer el tornillo, de esta manera será más sencillo localizar su posición correcta al armar de nuevo la válvula.
3. Retire el resorte de ajuste del súper calor y el asiento de la válvula. Quite la válvula y la(s) varilla(s) de empuje.
4. Limpie la válvula y todas las piezas con aceite mineral LIMPIO. Déjelas escurrir y saque con aire.
5. Invierta el orden anterior y vuelva a ensamblar la válvula.

6. Verifique los flujos, máximos y mínimos, que permite la válvula de expansión, según lo explicado en esta unidad.
7. Si la válvula no aprueba el examen de flujo máximo y mínimo, intente ajustar el resorte de súper calor.
8. Si la válvula no aprueba el examen una vez más, se debe instalar una nueva. No es factible repararla.

4.4.- PERDIDAS DE AIRE POR FUGAS⁴.

Las fugas de aire en conductos son difíciles de evaluar por supeditarse en gran manera de la fabricación de los conductos. En ciertos casos las fugas (Figura 4.2) pueden alcanzar cifras importantes del volumen de aire suministrado y en otros es de tan poca magnitud que pasan desapercibidas. Si la instalación es larga, la fuga puede llegar hasta un 10% del caudal total en instalaciones a baja presión. De cualquier manera las fugas de aire pueden variar dentro de amplios límites, según sea la presión del aire, tipo de construcción empleado para los conductos, y principalmente como se trabajen, su cerramiento y el ensamblaje por juntas. No obstante debe admitirse una cierta cantidad de caudal para las fugas de aire, las cuales dependerán de las condiciones de servicio.

Otro dato a superar es el calentamiento del aire en los conductos. Dado que el aire que se envía a los ambientes a acondicionar tiene una temperatura entre 10 y 15°C, al pasar a través de los ambientes no acondicionados, a una temperatura bastante más alta, se calienta.

Este calentamiento puede considerarse como un aumento de la carga sensible del ambiente. Depende del aislamiento que lleven los conductos.

El procedimiento explicado a continuación no es aconsejable, debiendo seguirse sólo cuando no hay otro recurso. La humedad entra en ebullición y es eliminada cuando hay un vacío presente. Únicamente la parte del compresor del lado de baja estará sujeta a vacío, así que la mayor parte, de la humedad que sea elimi-

⁴ Enrique Crnicer Royo: Aire Comprimido. Editorial Paraninfo; Madrid España 1993

nada del sistema, siguiendo este método, se depositará en los platos de las válvulas del compresor.

El aire es la única materia no condensable que podrá ser eliminada de un modo eficiente del sistema. La costumbre de utilizar la unidad compresora como si fuera bomba de vacío a la larga perjudicará al compresor y si ocurriera un desperfecto en este último atribuible a esta práctica, el fabricante no respetará la garantía de funcionamiento. Un vacío superior a 25 plg de Hg rara vez podrá ser alcanzada. A este nivel de vacío el agua hervirá a 125.

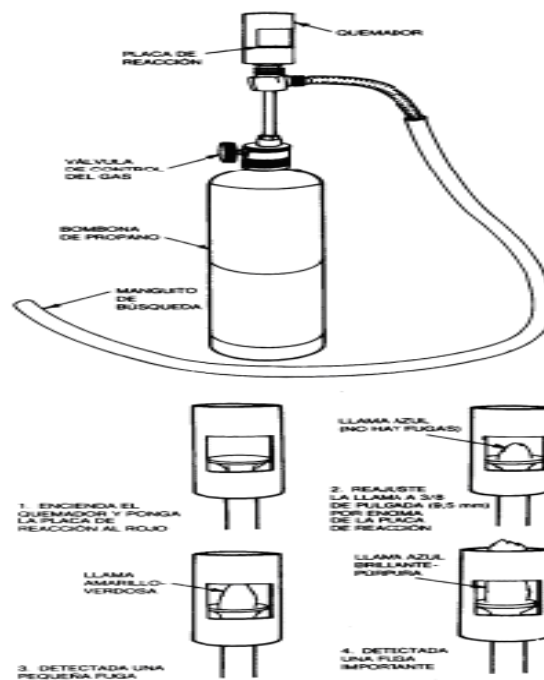


Figura 4.2 Detector de fugas del tipo de llama o de quemador (ATW)

HERRAMIENTAS

Llave para las válvulas de servicio, llaves de mano adecuadas, cubiertas protectoras para los guardafangos, juego de manómetros en múltiple.

PROCEDIMIENTO

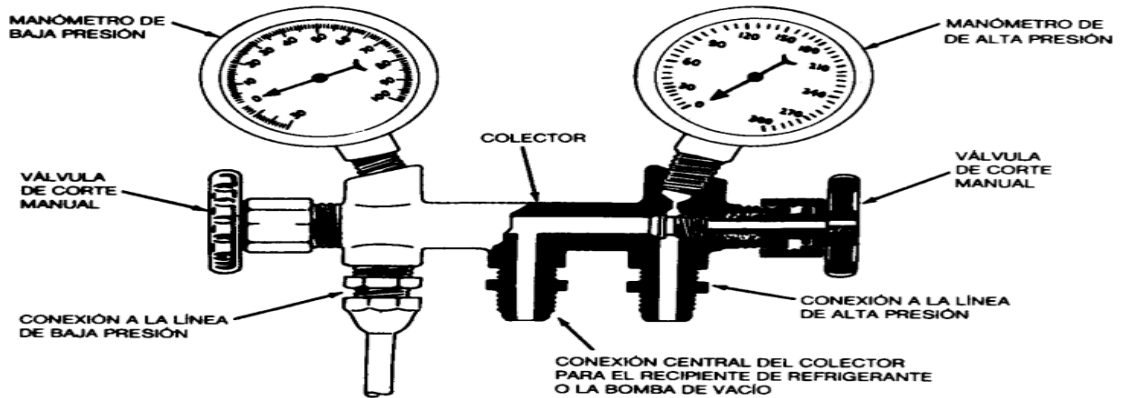


Figura 4.3 Método de Conexión para pruebas de Fugas

1. Conecte al sistema el juego de manómetros en múltiple
2. Coloque en posición media la válvula de servicio del lado de baja; posición de apoyo frontal.
3. Cierre las válvulas de mano en los lados de alta y baja del múltiple.

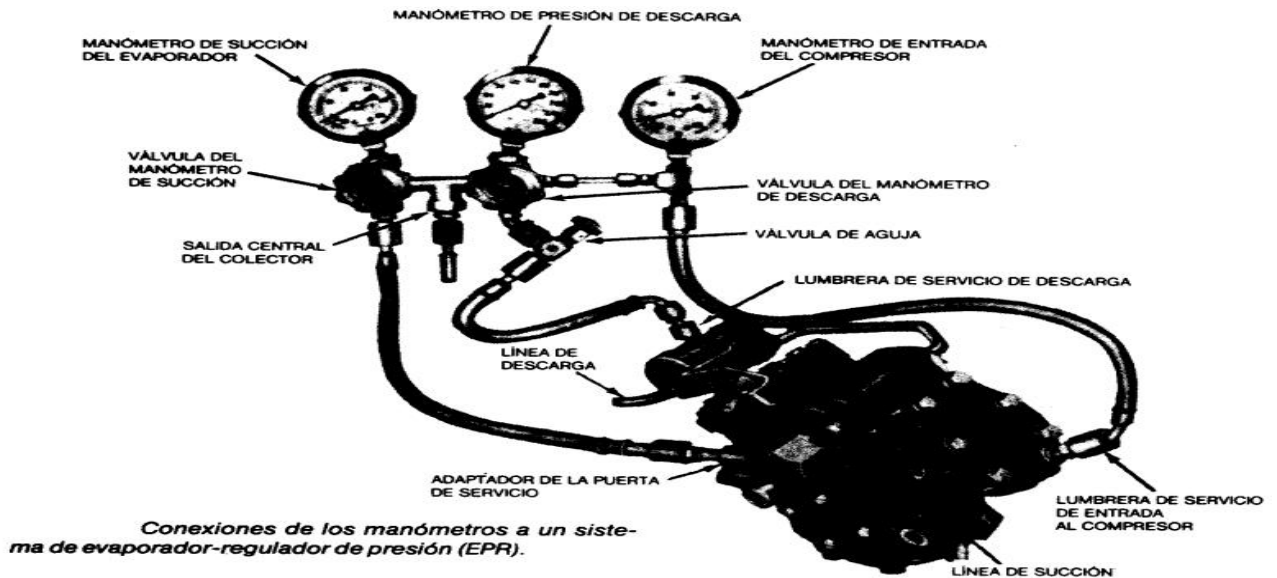


Figura 4.4 Conexiones de los manómetros a un sistema de evaporador – regulador de presión. (EPR)

4.4.1.- EVACUACIÓN DEL SISTEMA

1. Ponga en marcha el motor del automóvil a velocidad ralentí aproximadamente 500 rpm.

2. Abra la válvula de mano del lado de alta del múltiple
3. Ponga en marcha el acondicionador de aire, o embrague el clutch del compresor para poner en marcha a este último.
4. Observe el manómetro combinado cuando el vacío alcance 25 plg de Hg cierre el manómetro del lado de alta del múltiple. Rara vez es posible alcanzar con este procedimiento un vacío por debajo de 25 plg de Hg. Si se mantiene funcionando el compresor en forma continúa una vez alcanzado ese vacío, se acelerará el proceso de desgaste del mismo con la posibilidad de dañarlo, ya que estaría funcionando con insuficiencia lubricación. Si el compresor falla debido a falta de aceite, la garantía del fabricante será anulada. No existe sustituto para una bomba de vacío.
5. Desembargue el clutch o apague el motor del automóvil.

INSPECCIÓN DE IRREGULARIDADES

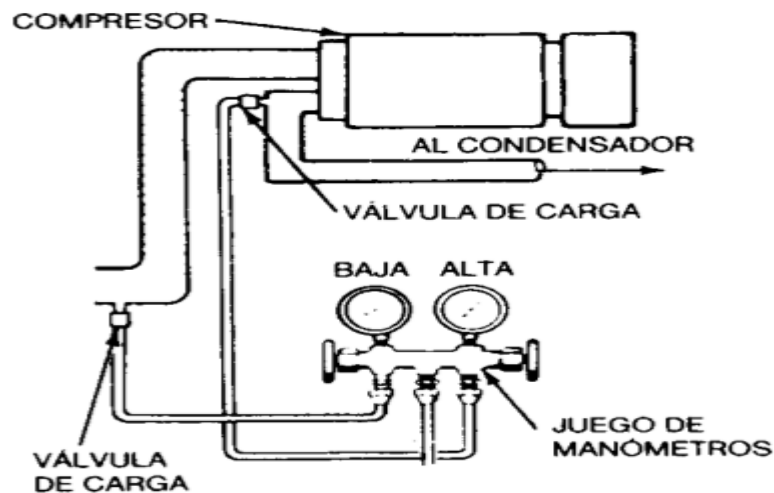


Figura 4.5 Diagrama de Conexión

1. El manómetro combinado no debe subir a un ritmo mayor de 1 plg de Hg cada 5 min.
2. Si el sistema no cumple con este requisito, debe agregarse una carga parcial y proceder a detectar las fugas en el sistema como se describe en detección de fugas.
3. Después que la fuga haya sido localizada y corregida el sistema debe ser purgado y los procesos de evacuación repetidos de nuevo.

4.5.- RENOVACIÓN DEL AIRE³

CARGUE EL SISTEMA

1. Asegúrese que estén cerradas ambas válvulas de mano de los lados de alta y baja del múltiple
2. Ponga en marcha el motor y ajuste la velocidad del mismo a aproximadamente 1250 rpm.
3. Ponga los controles del acondicionador de aire en la posición máxima y el control del ventilador a la velocidad máxima también.
4. Conserve el cilindro con refrigerante en posición vertical (figura 6.6 TESIS PAG 156) Una porción de refrigerante líquido que pudiera entrar al compresor podría provocar daños serios.
5. Abra la válvula de mano del lado de baja del múltiple para permitir la entrada de refrigerante en estado gaseoso al sistema.
6. Coloque el cilindro sobre una báscula para asegurarse de la medición correcta del refrigerante. Si se desconoce la capacidad del sistema, cargue hasta llegar a la ventanilla de observación y proceda a agregar 4 oz más. La cantidad de refrigerante utilizado se puede determinar por medio de la báscula

COMPLETE LA CARGA DEL SISTEMA

1. Al llenarse, cierre la válvula de mano del lado de baja del múltiple
2. Cierre la válvula de servicio del cilindro y retire la manguera del adaptador

3. Efectúe la verificación de rendimiento o alguna otra verificación que pudiera ser necesaria
4. Ajuste a su punto normal la velocidad ralentí del motor. Apague el motor
5. Coloque en posición de apoyo trasero las válvulas de servicio del compresor y retire el juego de manómetros en múltiple
6. Vuelva a colocar todas las cachuchas protectoras y las cubiertas.

4.6.- LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

Haciendo una verificación sistemática de los componentes funcionales del ciclo de refrigeración será posible detectar las fallas que el cliente pasaría por alto. Lo que es más, una detección anticipada y la debida reparación de una falla prolongará la vida de los componentes, al mismo tiempo que protegerá al cliente de fallas inesperadas.

LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS VISUAL Y AUDITIVA

La manera más sencilla de detectar las fallas es viendo y oyendo.

ESTA LA CORREA DE PROPULSIÓN FLOJA?

Si la correa está floja, resbalará y se gastará. Regular a la tensión normal si están sueltas y reemplace las defectuosas con correas nuevas.

SE ESCUCHA RUIDO CERCA DEL COMPRESOR

Verifique si los pernos de montaje del compresor y los pernos de montaje del brazo están sueltos. Reajuste todos los pernos que encuentre sueltos.

SE ESCUCHA RUIDO DENTRO DEL COMPRESOR

El ruido puede ser causado por un cojinete gastado ó por la falta de aceite de refrigeración en el sistema. Desmonte el compresor, desármelo y haga las repara-

ciones y reemplazos necesarios. Los ruidos también pueden ser creados por una falta de aceite en el compresor de manera que antes de desmontar el compresor asegurarse que haya verificado la cantidad de aceite del compresor.

ALETAS DEL CONDENSADOR CUBIERTAS DE SUCIEDAD

Si las aletas del condensador están cubiertas de suciedad y polvo, el efecto de enfriamiento del condensador será reducido grandemente.

Como esto reducirá la capacidad de enfriamiento, lave toda la suciedad y el polvo del condensador. Si se usa un cepillo de hebras rígidas, tenga cuidado de no dañar las aletas.

ESTA OBSTRUIDO EL FILTRO DE AIRE?

Un filtro de aire obstruido reducirá el flujo de aire y bajará la capacidad de enfriamiento. Si el filtro de aire está obstruido, desmóntelo y lávelo.

PUEDEN VERSE MANCHAS DE ACEITE EN LAS CONEXIONES Y JUNTAS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

Los lugares que muestran manchas de aceite indican que hay una fuga de refrigerante. Esto se debe a que el aceite del compresor que está mezclado con el refrigerante escapará junto con el refrigerante en caso que este escape del ciclo de refrigeración, haciendo que se forme una mancha de aceite en el lugar de la fuga.

Si se encuentra dicha mancha de aceite, dependiendo de la situación, debe reajustar ó cambiar la pieza para detener la fuga del gas.

Las juntas de empaquetaduras del compresor y las conexiones de las tuberías son los lugares donde más a menudo se pueden ver las manchas de aceite, de manera que debe darles la mayor importancia a estos lugares.

SE ESCUCHA RUIDO CERCA DEL SOPLADOR

Encienda el motor del soplador en las velocidades LO, MED y HI (baja, intermedia y alta). Si se escuchan ruidos anormales o si la rotación del motor es defectuosa, reemplace el soplador. Los objetos extraños atascados en el soplador también producen ruidos y los ajustes inadecuados pueden causar que el motor gire mal por lo que todos estos puntos deberán verificarse antes de cambiar el motor.

VERIFICACIÓN DE LA CANTIDAD DEL REFRIGERANTE A TRAVÉS DEL VIDRIO DE OBSERVACIÓN.

Si puede verse un gran flujo de burbujas a través del vidrio de observación, el refrigerante es insuficiente, de manera que deberá reponerlo a su nivel normal. En este instante, verifique las manchas de aceite descritas anteriormente para asegurarse que no haya fugas de refrigerante.

Si no pueden verse las burbujas a través del vidrio de observación aún cuando se enfrié el condensador vertiéndole agua, la cantidad de refrigerante es excesiva por lo que deberá sustraer refrigerante hasta que llegue a su nivel normal. Debe ejercerse total cautela al sustraer el refrigerante de la válvula de servicio del lado de baja presión para evitar sustraer más refrigerante del debido ó permitir que salga el aceite del compresor.

TABLAS DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

Tabla 4.1 Enfriamiento Insuficiente

1. ENFRIAMIENTO INSUFICIENTE

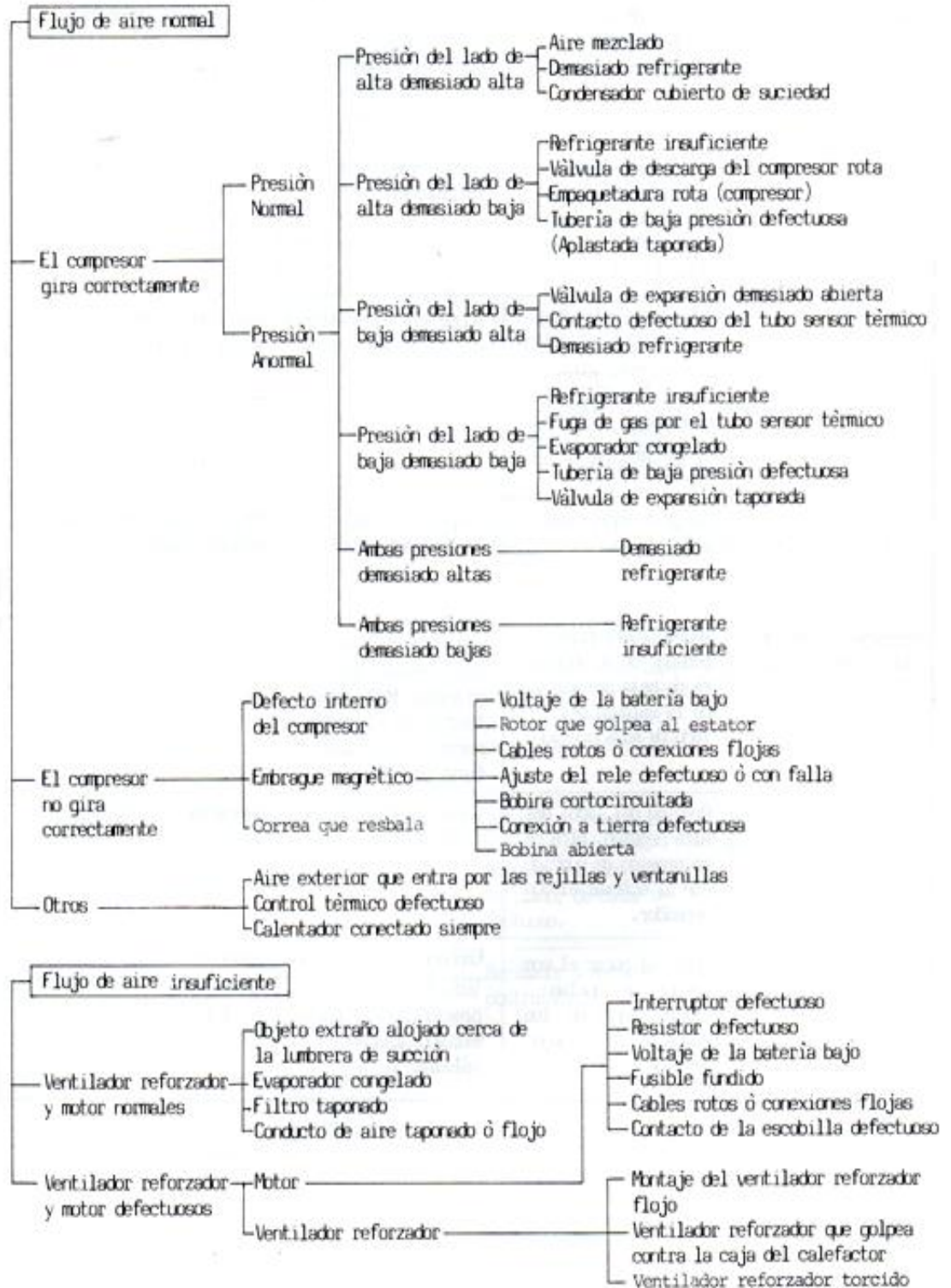


Tabla 4.2 Averías del Compresor

Síntoma	Condición	Causa Probable	Remedio
Presión de descarga anormalmente alta.	Succión de aire por el abanico del radiador muy pobre.	Correa del abanico rota ó floja.	Enderécelas ó reemplácelas.
		Aletas del condensador y radiador cubiertas de polvo y suciedad.	Limpie el condensador y el radiador.
	No aparecen burbujas a través del vidrio de observación cuando se enfría el condensador con agua.	Carga excesiva de refrigerante.	Descargue el refrigerante a la cantidad adecuada.
	Presión en tubos del lado de alta presión anormalmente alta. Justo al parar el compresor, la presión cae súbitamente a como 2 Kg./cm ² .	Aire en el sistema de refrigeración.	Descargue el refrigerante y después de una descarga suficiente, recargue el refrigerante.
	Carga de calor demasiado grande.	Temperatura exterior anormalmente alta.	Trate de enfriar el condensador
Presión de succión anormalmente alta.	Anormalmente frío al-rededor de la manguera de baja presión y de la válvula del lado de baja presión.	Orificio de la válvula de expansión demasiado grande. Mal contacto en el tubo sensor de calor ó fuga de gas.	Válvula a instalarse ó cámbiese.
	Presión del lado la alta presión, alta pero presión de succión cae al enfriar el condensador.	Carga excesiva de refrigerante.	Descargue el refrigerante a la cantidad adecuada
	Justo al parar el compresor, se igualan las presiones de los lados de alta y baja presión.	Empaquetadura reventada.	Cámbiela.
Válvula de alta presión rota ü objeto extraño atascado en la válvula.		Reemplace la válvula ó retire el objeto extraño.	

Síntoma	Condición	Causa Probable	Remedio
Presión de descarga anormalmente baja.	La salida de la válvula de expansión no está congelada, presión del lado de baja presión indica vacío.	Fuga de gas en el tubo sintetizador de calor. Válvula de expansión congelada ó defectuosa	Reemplácela.
	Gran pasaje de burbujas a través del vidrio de observación. El condensador no está caliente.	No hay suficiente refrigerante.	Cargue el refrigerante a la cantidad adecuada.
	Si el condensador se detiene, se igualan las presiones de los lados de alta y baja presión, inmediatamente.	Válvula de descarga ó de succión del compresor rota.	Repáre ó reemplácela.
		Objeto extraño atascado en la válvula de descarga del compresor.	Desarme y reemplace.
Presión de succión anormalmente baja.	Gran pasaje de burbujas a través del vidrio de observación. El condensador no está caliente.	No hay suficiente refrigerante.	Cargue el refrigerante a la cantidad adecuada.
	La válvula de expansión no está congelada, la tubería del lado de baja presión no está fría.	Fuga de gas en el tubo sintetizador de calor. Válvula de expansión congelada ó defectuosa.	Reemplácela
	Válvula de expansión congelada.	Válvula de expansión tiende a atascarse. Montaje del tubo sintetizador efe calor defectuoso.	Límpielo (remueva la humedad) ó cámbielo.
	Diferencia de temperatura adelante y atrás del recibidor y secador. Cuando es excesiva, se congela el tubo posterior del filtro del recibidor.	Recibidor y secador obstruido.	Reemplácelo.

Síntoma	Condición	Causa Probable	Remedio
Tanto la presión de descarga como la de succión, ambas altas.	Aletas del condensador grandemente cubiertas de sucio y polvo.	Enfriamiento del condensador insuficiente.	Lave la suciedad y el polvo para mejorar el flujo de aire.
	No se ven pasar burbujas por el vidrio de observación al vertir agua sobre el condensador.	Carga excesiva de refrigerante.	Descargue el refrigerante a la cantidad adecuada.
Tanto la presión de descarga como la de succión, ambas bajas.	Alrededores de la válvula de servicio fríos comparados con el evaporador.	Aparato ó tuberías del lado de baja presión obstruidos.	Repare ó cambie las partes defectuosas.
	Temperatura de la entrada de la válvula de expansión muy fría comparada con la de los alrededores del recibidor y secador.	Tubería del lado de alta presión obstruida.	Arregle la parte obstruida ó cámbiela.
	El sello del eje se pone notablemente sucio y el gas disminuye.	Fuga de gas a través del sello del eje.	Cambie el sello del eje.
Fuga de gas	Los pernos se manchan de aceite.	Fuga de gas a través de las partes sujetas entre sí mediante pernos.	Vuelva a ajustar los pernos.
	Las unieras que usan empaquetaduras se manchan de aceite.	Fuga de gas a través de las uniones que llevan empaquetaduras.	Cambie las empaquetaduras.
	Fuga a través de partes rajadas.	El gas se fuga a través de las partes.	Cambie la parte rajada.

Tabla 4.3 Averías en el Embrague Magnético

Síntoma	Condición	Causa Probable	Remedio
No hay atracción	Cables normales.	Bobina abierta.	Cámbiela.
	No hay atracción aun cuando el interruptor del enfriador está en ON (encendido).	Partes del cableado abiertas, cableado ó conexión defectuosa (conexión a tierra, fusible).	Vuelva a hacer la conexión ó reemplace las partes abiertas del cableado.
		Contactos del interruptor defectuosos, mal funcionamiento (termostato, relevador estabilizador, interruptor del enfriador).	Repárelo ó cámbielo.
	Con el interruptor en ON (encendido), el rotor muestra movimiento y atrae cuando se le empuja.	Juego entre el rotor y el estator muy grande.	Repárelo ó cámbielo.
Resbala.	El embrague resbala al rotar.	Voltaje de la batería muy bajo.	Recargue la batería.
		Hay aceite en la cara del embrague.	Limpie el aceite.
		Capas de la bobina cortas	Cámbiela.

Tabla 4.4 Averías en la Válvula de Expansión

Síntoma	Condición	Causa Probable	Remedio
La salida de la válvula no está fría.	No puede sentirse la diferencia de temperaturas entre la salida y la entrada.	Fuga de gas en el tubo sensible de calor. La cantidad de refrigerante en el ciclo es muy pequeña. Orificio de la válvula de expansión muy grande.	Vuelva a montar el tubo sintetizador de calor. Repare el punto de fuga del gas y recargue el refrigerante. Reponga la válvula de expansión.
Entrada de la válvula fría ó congelada.	La tubería de alta presión del recibidor y secador se siente fría.	Recibidor y secador obstruidos.	Cambie el recibidor y secador.
	Congelamiento	Interior de la válvula de expansión obstruido por congelamiento.	Cambie la válvula de expansión y el recibidor y secador.

Síntoma	Condición	Causa Probable	Remedio
Compresor ruidoso.	Ruido de golpes del interior del compresor.	Objeto extraño atascado en la válvula de succión ó de descarga.	Desarme y remueva el objeto extraño.
		Válvula de descarga ó de succión rota.	Cambie la válvula.
Embrague Magnético ruidoso.	Ruido de maracas cuando el embrague magnético no está acoplado.	Cojinete desgastado ó dañado.	Cambie el cojinete.
Ruido en las tuberías.	Tuberías mal sujetas.	Tubería vibra.	Asegure la tubería.
	Tuberías directamente enganchadas a la carrocería.	Ruido pulsante resuena en la carrocería.	Instale cojín de caucho
Ruido del condensador.	Inminentes vibraciones del condensador.	Soporte del montaje del condensador resuena contra la carrocería.	Asegúrelo insertando un amortiguador de goma entre la carrocería.

		ía.	ía y el soporte
Ruido producido por el soporte.	Vibra al ser tocado, continuo ruido de batimiento se oye cuando opera.	Soporte rajado ó roto. Pernos de montaje sueltos.	Repárelo con soldadura ó cámbielo. Ajuste los pernos.
Polea de marcha mínima ruidosa.	Produce ruido de maracas.	Cojinete roto.	Cámbielo.
	Vibra cuando se toca.	Soporte rajado ó suelto.	Cámbielo ó ajústelo.
Polea impulsora ruidosa.	Vibra.	Mal instalado.	Ajústela.
		Cojinete roto.	Cambie el cojinete.
		Muesca ó ranura defectuosa.	Cambie la polea.
Correa V ruidosa.	Deflexión de la correa V muy grande.	Correa V suelta.	Regule la tensión.
	Superficie lateral de la correa V rasgada.	Centro de la correa V desalineado.	Alargue el centro.

LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS CON EL MANÓMETRO MÚLTIPLE.³

Este es un método con el cual las fallas son detectadas y reparadas usando el manómetro múltiple para indicar las presiones de los lados de alta y baja presión del ciclo refrigerante en los medidores respectivos.

Primero, cierre firmemente las válvulas de los lados de alta y baja presión del medidor múltiple y conecte las mangueras de carga (roja y azul) a sus respectivas válvulas de servicio del compresor.

IMPORTANTE

Asegúrese de evacuar el aire de las mangueras de carga en el extremo de la conexión del manómetro múltiple utilizando la presión del refrigerante del sistema de refrigeración.

³ Toyota Motor Corporation: HFC134a. Acondicionador de Aire Principios Básicos y Reparación

CONDICIÓN NORMAL

Si el sistema de refrigeración está funcionando normalmente, la lectura en el lado de baja presión debe ser generalmente de 1.5 a 2.0 kg/cm² (21 a 28 psi, 147 a 196 Kappa) y la del lado de alta presión debe estar en los alrededores de 14.5 a 15 kg/cm² (206 a 213 psi, 1422 a 1471 kPa), cuando la temperatura de la toma de aire del aire acondicionado está alrededor de 30° a 35°C (86 a 95°F), la velocidad del motor a 1500 ó 2000 rpm, la perilla de enfriamiento fijada al máximo, y el ventilador funcionando a su velocidad máxima.

Las lecturas de los manómetros que se muestran en la gráfica son los mismos que se toman bajo las mismas condiciones (temperatura del orificio succión de 30 a 35°C (86 a 95°F), velocidad del motor de 1500 ó 2000 rpm, enfriamiento máximo, ventilador a velocidad máxima, de manera que debe notarse que las lecturas de los manómetros se cambiarán hasta cierto punto con las condiciones ambientales.

IMPORTANTE

La velocidad del motor debe 1500 a 2000 rpm, modelo, verifique ser de dependiendo del el manual de reparaciones para mayores detalles.

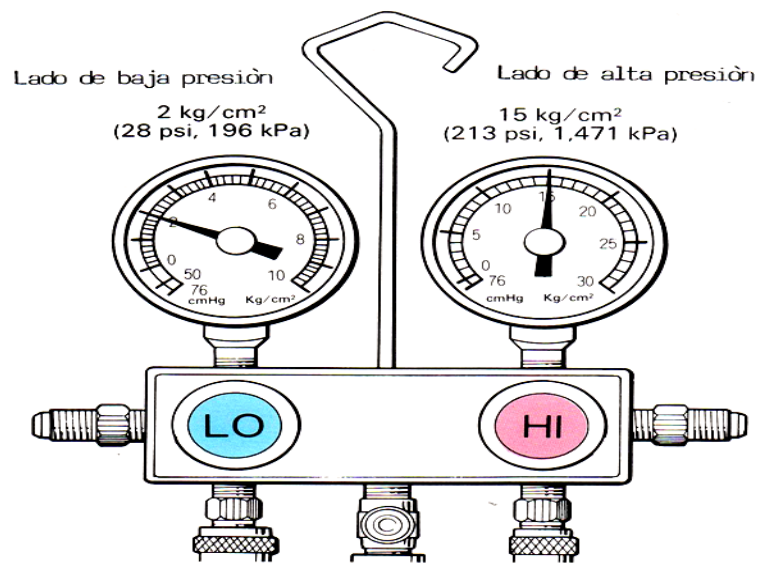


Figura 4.6 Refrigerante Insuficiente

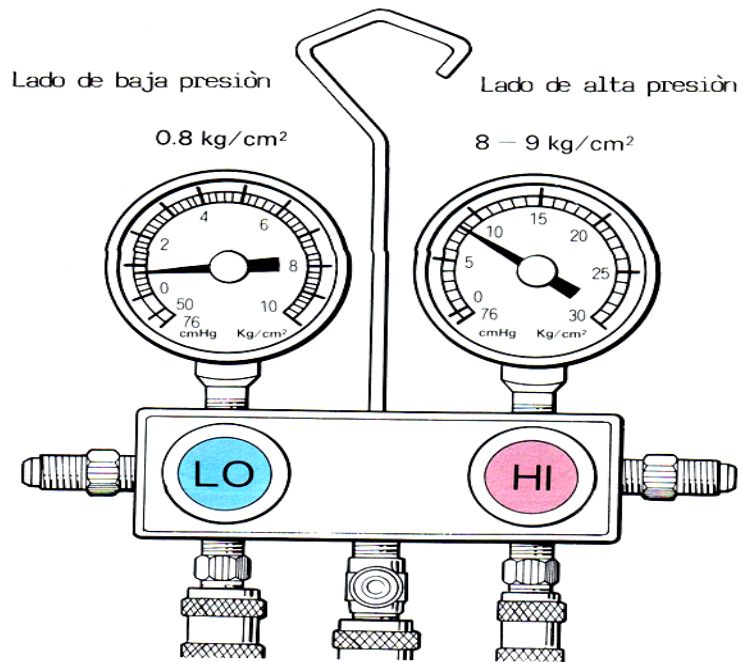


Figura 4.7 Presión Insuficiente

Condición

- Se desea más enfriamiento

Síntomas observados en el sistema de refrigeración

- La presión del lado de baja y alta presión están bajas Lado de baja presión: 0.8 kg/cm² (11 PSI, 78 kPa) Lado de alta presión: 8-9 kg/cm² (114-128 PSI, 785-882 kPa)
- Se ven burbujas a través del vidrio de observación.
- El aire que descarga el acondicionador de aire está ligeramente frío.

Causa

- Fuga de gas en algún lugar del sistema de refrigeración.

Remedio

- Verifique las fugas con un detector de fugas y corrijalas
- Cargue el refrigerante a la cantidad adecuada.

CANTIDAD EXCESIVA DE REFRIGERANTE CARGADO O ENFRIAMIENTO INSUFICIENTE DEL CONDENSADOR.

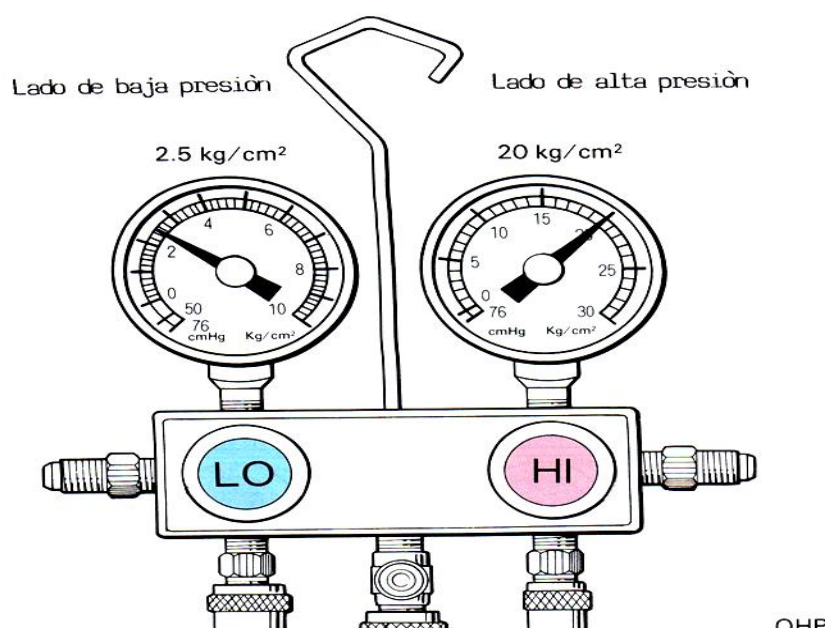


Figura 4.8 Refrigerante en Exceso

Condición

- Síntomas observados en el sistema de refrigeración

Síntomas observados en el sistema de refrigeración

- La presión del lado de baja presión y del lado de alta presión están altas, ambas. Lado de baja presión: 2.5 kg/cm² (36 psi, 245 kPa) Lado de alta presión: 20 kg/cm² (284 PSI, 1961 kPa)

Causas

- Debido a la sobrecarga de refrigerante en el sistema, no hay rendimiento adecuado.
- Mal enfriamiento del condensador.
- Los acoplamientos fluidos resbalan ó hay fuga de silicón.

Remedio

- Limpiar el condensador.
- Ajustar la correa del ventilador a su tensión apropiada.
- Reparar los acoplamientos fluidos, regular la cantidad de aceite de silicón a su cantidad apropiada.
- Si (a), (b) y (c) están en condiciones normales, verifique la cantidad de refrigerante.

IMPORTANTE

Si debe descargarse una cantidad excesiva de refrigerante, afloje la válvula del lado de baja presión del múltiple del calibrador y déjelo escapar lentamente.

AIRE EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

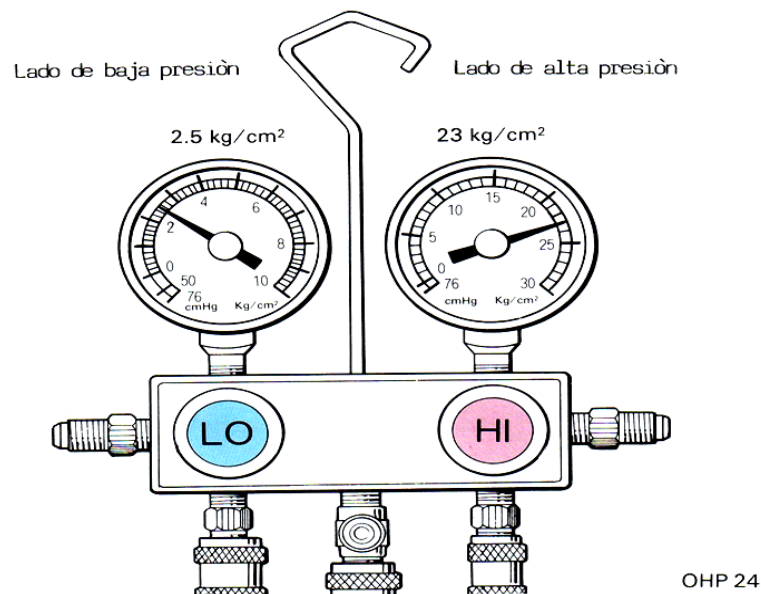


Figura 4.9 Aire en el Sistema

Condición

- El acondicionador de aire no enfría lo suficiente.

Síntomas observados en el sistema de refrigeración

- La presión de los lados de alta y baja presión está alta. Lado de baja presión: 2.5 kg/cm² (36 PSI, 245 kPa) Lado de alta presión: 23 Kg./cm² (327 PSI, 2,256 kPa)
- La tubería del lado de baja presión no se siente fría al tocarla.

Causa

- Aire en el sistema de refrigeración

Remedio

- a. Cambie el recibidor.
- b. Verifique la contaminación y cantidad de aceite del compresor.
- c. Evacue y cargue con refrigerante nuevo.

IMPORTANTE

Los síntomas que se han descrito pueden observarse cuando el refrigerante es cargado sin evacuar previamente el aire.

HUMEDAD EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

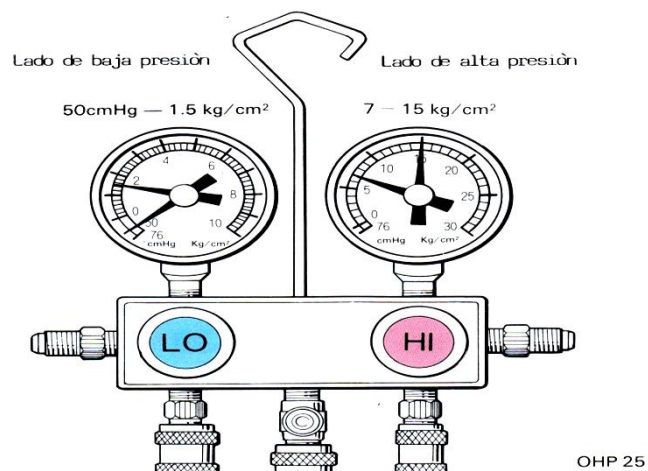


Figura 4.10 Humedad en el Sistema Refrigeración

Condición

- Enfriamiento esporádico ó no enfría.

Síntomas observados en el sistema de refrigeración.

- Durante la operación, la presión del lado de baja presión se alterna entre vacío y presión normal.
- Lado de baja presión: 50 cmHg - 1.5 Kg./cm² (20 in.Hg - 21 PSI, 67 - 147 kPa)
- Lado de alta presión: 7-15 kg/cm² (100 - 213 PSI, 686 - 1,471 kPa)

Causa

- El secador está en un estado sobresaturado.
- La humedad que hay en el ciclo de refrigeración se congela en el orificio de la válvula de expansión y causa una obstrucción temporal. Después de un tiempo, el hielo se derrite y la condición regresa a su estado normal.

Remedio

- Cambie el recibidor.
- Remueva la humedad del sistema de refrigeración mediante la evacuación repetitiva.
- Recargue con refrigerante nuevo a la cantidad apropiada.

EL REFRIGERANTE DEJA DE CIRCULAR

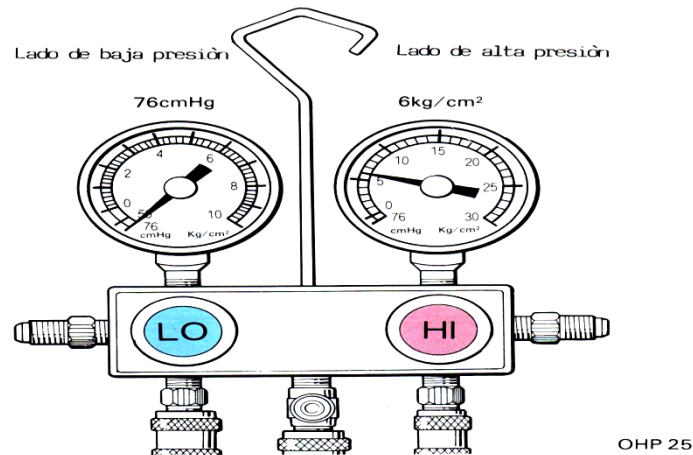


Figura 4.11 Problemas de Circulación del A/C

Condición

- Enfriamiento intermitente ó no enfría.

Sintonías observadas en el sistema de refrigeración.

- Se muestra vacío en el lado de baja presión y muy poca presión en lado de alta presión.
- Lado de baja presión: 76 cmHg (30 in.Hg, 101 kPa)
- Lado de alta presión: 6 kg/cm²(85 Psi 588 kpa)
- Formación de escarcha ó de roció en el recibidor y secador ó la tubería que va antes y después de la válvula de expansión.

Causa

- El flujo del refrigerante es obstruido por la humedad ó el sucio en el sistema de refrigeración ó por el congelamiento ó adhesión en el orificio de la válvula de expansión.

Remedio

- Permita que pase un tiempo y reasuma la operación para decidir si la obstrucción se debe a la humedad ó la suciedad.
- En caso que sea debido a la humedad—Corrígase refiriéndose a la instrucción 5.
- En caso que sea debido a la suciedad—Remueva la válvula de expansión y sople el sucio con aire comprimido. Si no puede remover la suciedad, reemplace la válvula de expansión. Reemplace el receptor. Evacue y cargue la cantidad apropiada de refrigerante nuevo.

En caso que sea debido a la fuga de gas en el tubo sensor térmico.
Reemplace la válvula de expansión.

PROBLEMAS EN LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN (SE ABRE DEMASIADO) O TUBO SINTETIZADOR DE CALOR INDEBIDAMENTE INSTALADO.

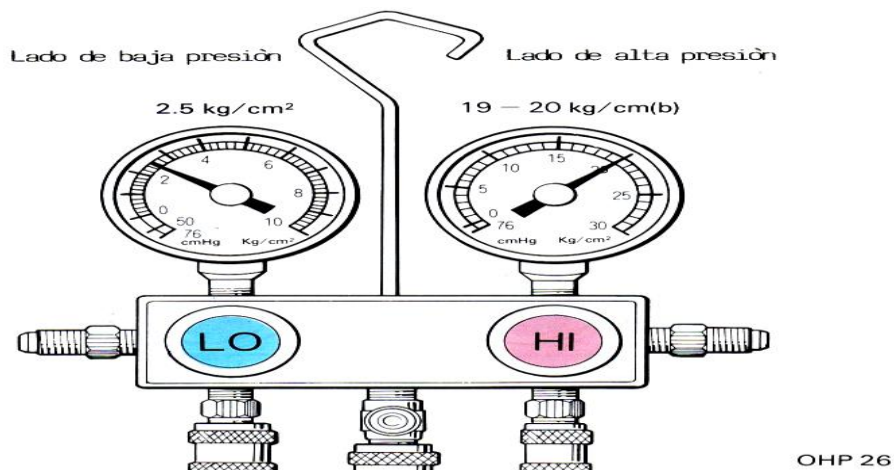


Figura 4.12 Problemas Válvulas de Expansión

Condición

- Enfriamiento insuficiente

Síntomas observados en el sistema de refrigeración

- Tanto la presión del lado de baja presión como la del lado de alta presión están ambas muy altas.

Lado de baja presión: 2.5 kg/cm² (36 PSI, 245 kPa)

Lado de alta presión: 19 - 20 kg/cm² (270 - 284 PSI, 1,863 - 1,961 kPa)

- Escarcha ó bastante roció en las tuberías del lado de baja presión.

Causas

- Problemas en la válvula de expansión ó el tubo sensor de calor está indebidamente instalado. . Ajuste del flujo no está correcto.
- Cantidad excesiva de refrigerante liquido en la tubería del lado de baja presión.
- Válvula de expansión demasiado abierta.

Remedio

- a) Verifique la instalación del tubo sensor de calor.
- b) Si (a) está en condiciones normales, reemplace la válvula de expansión.

EL COMPRESOR NO COMPRIME BIEN

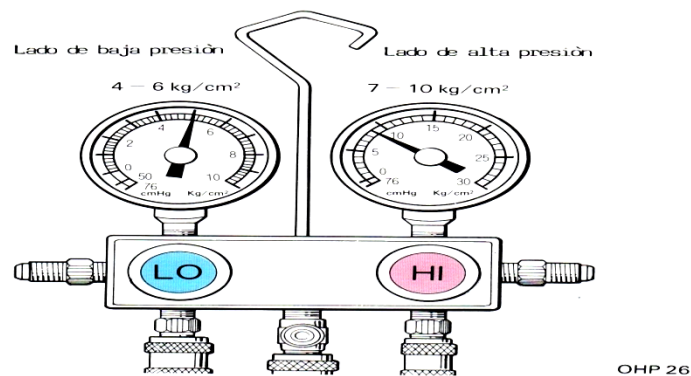


Figura 4.13 Fallas de Compresor

Condición

- No hay enfriamiento

Síntomas observados en el sistema de refrigeración

- Presión del lado de baja presión demasiado alta.
- Presión del lado de alta presión demasiado baja.

Causa

- La válvula tiene fugas ó está rota, partes móviles deslizantes (pistón, cilindro, empaquetadura, varilla intermedia, etc.) rotas.

Remedio

- Desarme y repare el compresor. (Refiérase al manual de reparación del compresor).

SERVICIO Y REPARACIÓN HERRAMIENTAS DE SERVICIO Y DETECTOR DE FUGAS.

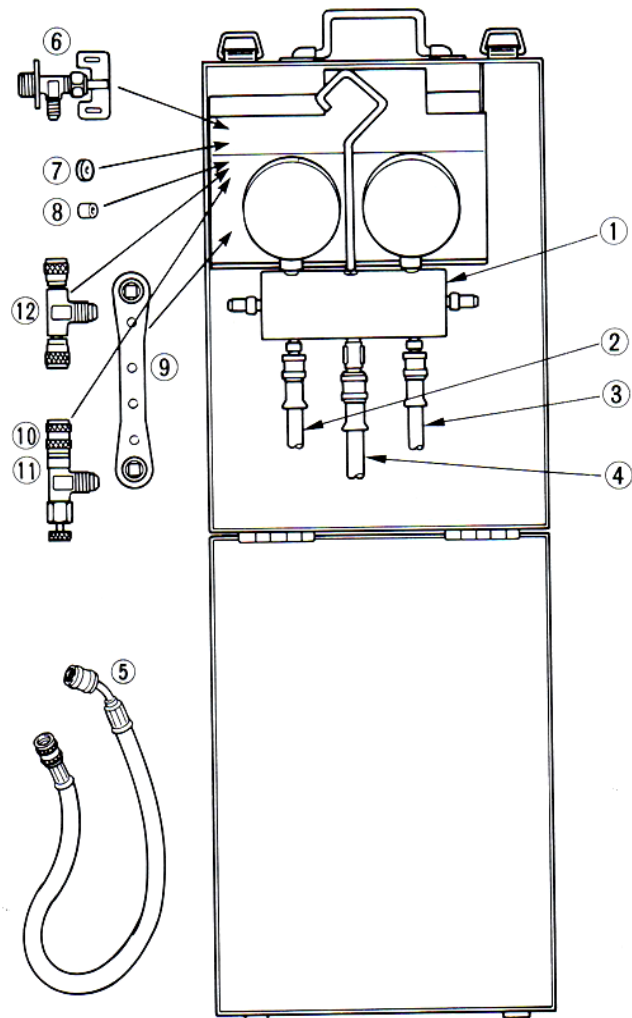
1. HERRAMIENTAS DE SERVICIO

Varias herramientas son usadas para el servicio del sistema acondicionador de aire. Los artículos en el juego de herramientas de servicio del acondicionador de aire (Repuesto No. 07110-58011) son descritos aquí.

Este conjunto de herramientas de servicio incluye las siguientes herramientas.

- (1) Medidor para cargar refrigerante (manómetro múltiple)
 - a. Tubería de carga de refrigerante (azul)
- (2) Tubería de carga de refrigerante (rojo)
- (3) Tubería de carga de refrigerante (verde)

- (4) Tubería de carga de refrigerante anaranjado
- (5) Válvula de servicio del tambor de refrigerante (válvula de la lata de servicio)
- (6) Empaquetadura
- (7) Empaquetadura de tubería de carga de refrigerante
- (8) Llave de la válvula del servicio del compresor
- (9) Válvula de tope (7/16 pulg.)
- (10) Válvula de tope (3/8 pulg.)
- (11) Junta T



OHP 27

Figura 4.14 Equipo Detector de fugas

MANÓMETRO MÚLTIPLE

El manómetro múltiple se usa no solamente para extraer y cargar sino también para la localización de averías ó diagnóstico de fallas. Las características, construcción y métodos de manipulación cubiertas en esta sección deben entenderse totalmente.

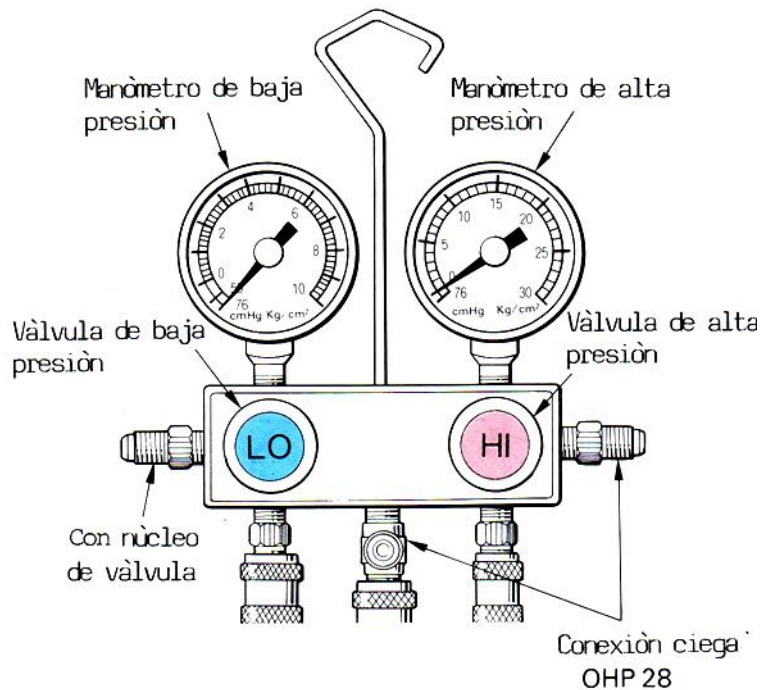


Figura 4.15 Fallas con Manómetros

Características

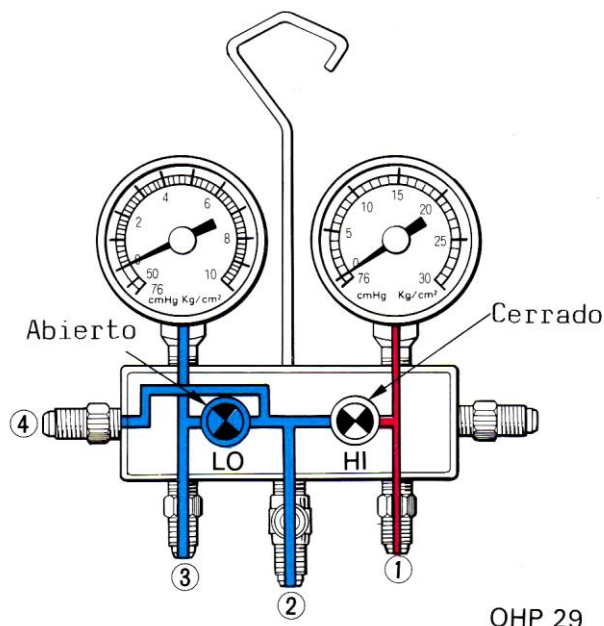
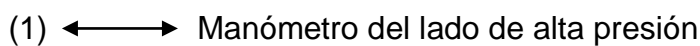
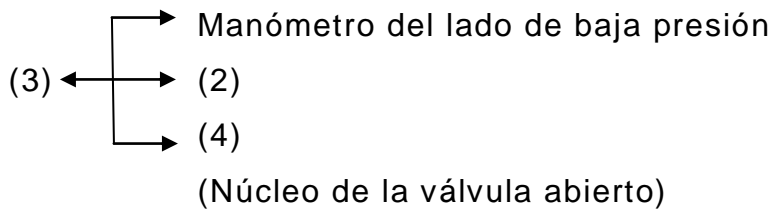
1. Las perillas del lado delantero del manómetro múltiple son las manijas de la válvula. LO es para la válvula de baja presión y HI para la válvula de alta presión. Ambas válvulas pueden abrirse y cerrarse eficazmente con solo girar la llave una vuelta.
2. Utilizando la conexión (con el interior del núcleo de la válvula) que se proyecta por el lado izquierdo del manómetro múltiple, se puede efectuar con eficacia la evacuación del aire y la carga del refrigerante

3. Las manijas de la válvula y las tuberías flexibles (mangueras de carga) se diferencian por colores para poder accionarla rápidamente sin peligro de confundir los lados de alta presión baja presión y de carga.
4. En dos lugares se han instalado conexiones ciegas para permitir el almacenamiento de las mangueras y evitar que el polvo ó la humedad entren en las tuberías flexibles (mangueras de carga), cuando no se usan.

Construcción y Método de Manipulación

Se han provisto los pasos que se muestran en el diagrama para la abertura y cierre de las válvulas de baja y alta presión.

- 1) Cuando la válvula de baja presión (LO) está abierta y la válvula de alta presión (HI) está cerrada.



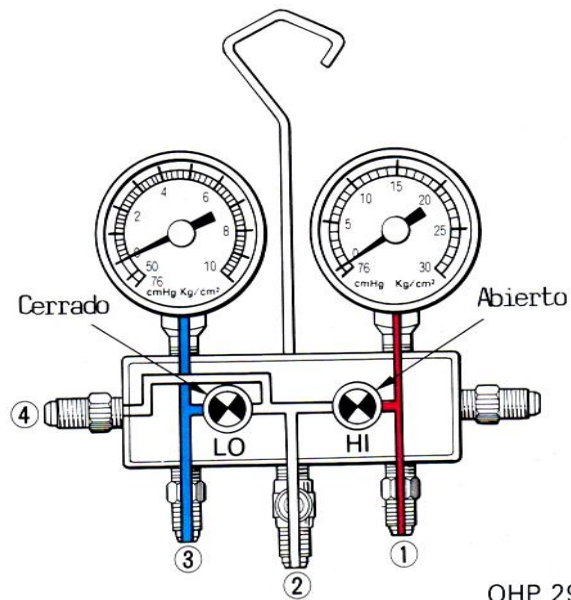
OHP 29

Figura 4.16 Métodos de Manipulación

1) Cuando la válvula de baja presión (LO) está cerrada y la válvula de alta presión (HI) está abierta:

(3) ← → Manómetro del lado de baja presión

(1) ← → Manómetro del lado de alta presión
 → (2)
 → (4)
 (Núcleo de la válvula abierto)



OHP 29

Figura 4.17 Manómetro en Alta Presión

2) Cuando tanto la válvula de baja presión (LO) como la válvula de alta presión (HI) están abiertas, todos los pasajes están abiertos.

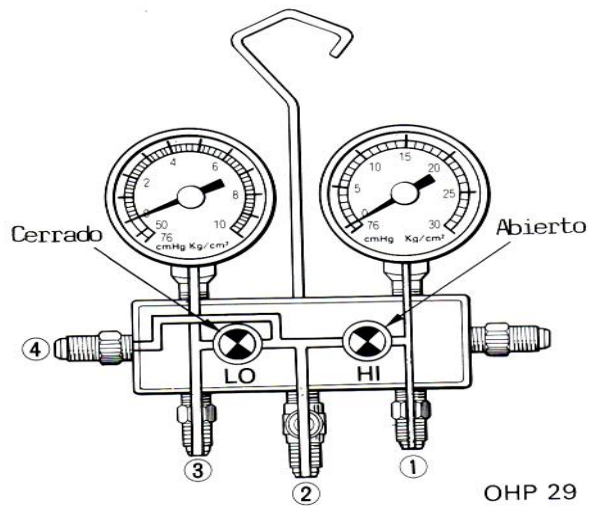


Figura 4.18 Válvulas Abiertas

3) Cuando tanto la válvula de baja presión (LO) como la válvula de alta presión (HI) están cerradas:

(3) \longleftrightarrow Manómetro del lado de baja presión

(1) \longleftrightarrow Manómetro del lado de alta presión

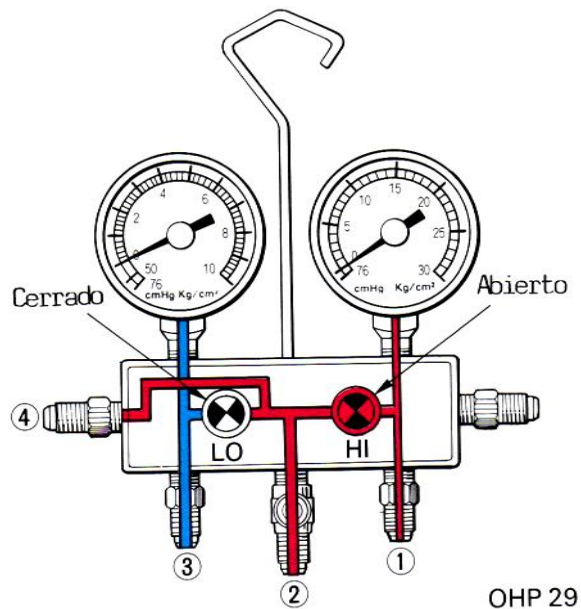


Figura 4.19 Válvulas Cerradas

MANGUERAS DE CARGA DE REFRIGERANTE

Las mangueras se diferencian por los colores - rojo, anaranjado, verde y azul. Como regla general, la manguera azul se usa en el lado de baja presión, la manguera verde en el lado de carga, y la roja en el lado de alta presión.

IMPORTANTE

Uso de Manguera Roja y Manguera Anaranjada

Cuando se carga el compresor con el refrigerante, mientras el compresor está funcionando se debe cargar desde el lado de presión baja, pero si la manguera de carga del lado de alta presión es usada en vez de la manguera de carga del lado de baja presión por error y la válvula del lado de baja presión es abierta para cargar del lado de baja presión, gas con mucha presión fluiría en reversa al depósito de servicio, con el resultado de que el depósito de servicio podría estallar. Para prevenir errores con las mangueras el diámetro de la rosca de la válvula de servicio en modelos producidos desde marzo de 1987 fue reducida de 7/16 pulg. (11.1 mm) a 3/8 pulg. (9.5 mm). La manguera anaranjada es la manguera que corresponde a la válvula de servicio más pequeña.

Válvula de servicio

De tamaño convencional
(7/16 pulg., 11.1 mm)



Manguera roja

Válvula de servicio

De tamaño pequeño
(3/8 pulg., 9.5 mm)



Manguera anaranjada

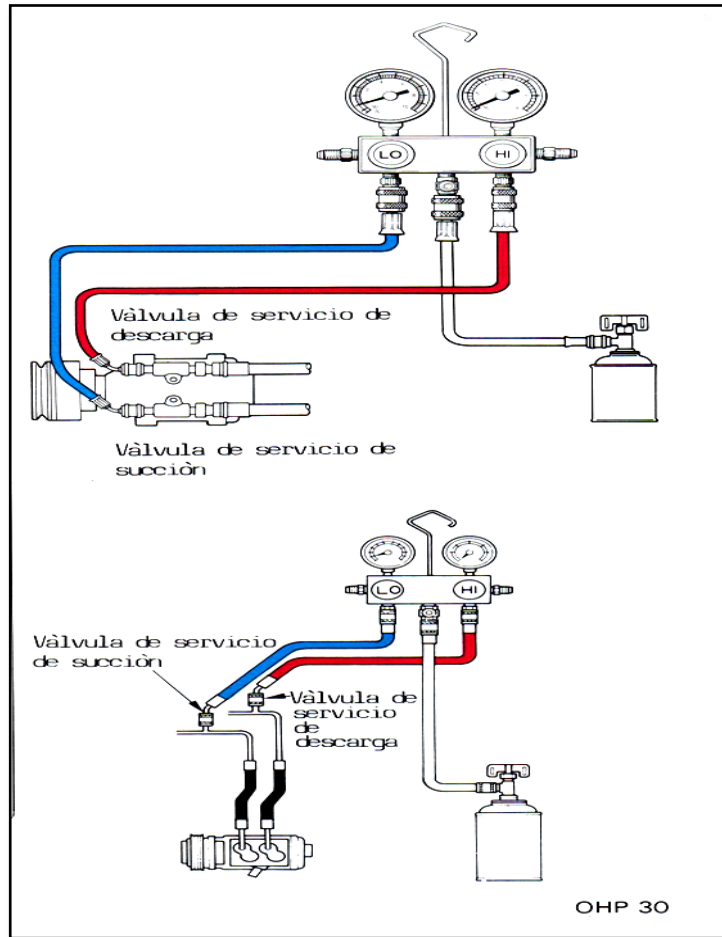
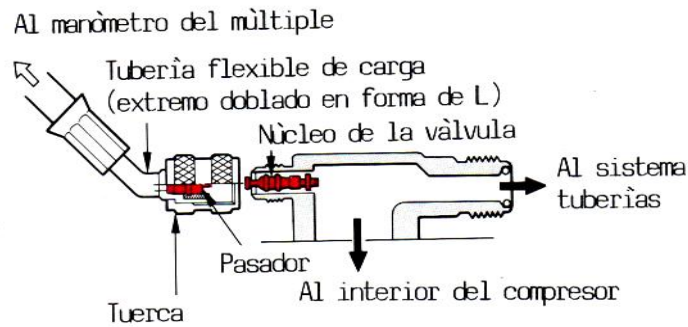


Figura 4.20 Mangueras de Carga

La tuerca que hay en la tubería flexible (manguera) con acoplamiento en forma de L está dotada de un pasador para abrir el núcleo de la válvula. Aunque el acoplamiento esté equipado con núcleo de la válvula, no hay necesidad de usar un adaptador. Enroscándola ligeramente al acoplamiento se asegurará una conexión completa.

Al manómetro del múltiple.



OHP 31

Figura 4.21 Conexión de Mangueras de presión de Aire

IMPORTANTE

Si vibra la aguja del medidor, corríjalo ajustando esta tuerca un poco más.

Después de completar la carga del gas refrigerante en el sistema de refrigeración, la manguera ó tubería flexible de carga deberá desconectarse de la manera siguiente:

1. Afloje la tuerca de la manguera de carga que será desconectada mientras sujeta el acoplamiento de tal manera que su pasador de abertura del núcleo de la válvula se mantenga presionado contra el núcleo en la conexión de acoplamiento.
2. Cuando se destornilla completamente la tuerca, saque la manguera de carga al mismo tiempo que abre la válvula del múltiple (con el objeto de evitar que los dedos se congelen).

Cuando el juego del manómetro múltiple, no está en uso, conectar los extremos de las mangueras en los encajes de repuesto de la manguera de carga del refrigerante.

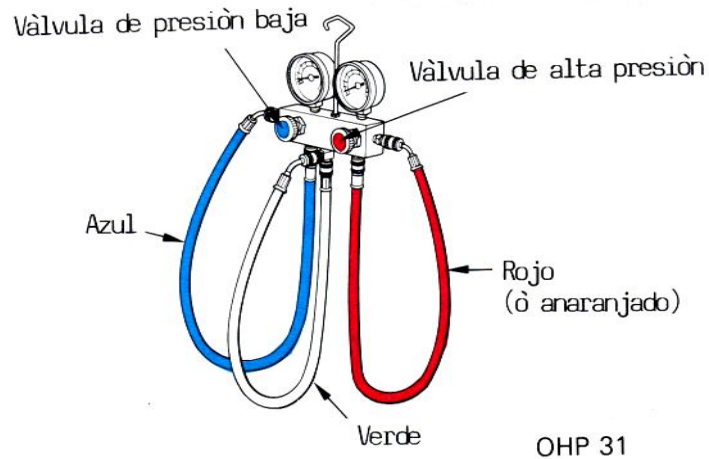


Figura 4.22 Verificación de Fugas en las Mangueras

VÁLVULA DE CONTENEDOR DE REFRIGERANTE

Esta válvula se usa cuando se transfiere el gas refrigerante contenido en la lata de servicio al sistema de refrigeración.

Al girar la válvula en sentido horario, la aguja sube y permite que el refrigerante pase a través de la válvula y cargar el sistema refrigerante. Si la carga debe ser parcial, gire la llave en sentido horario para detener el flujo de gas.

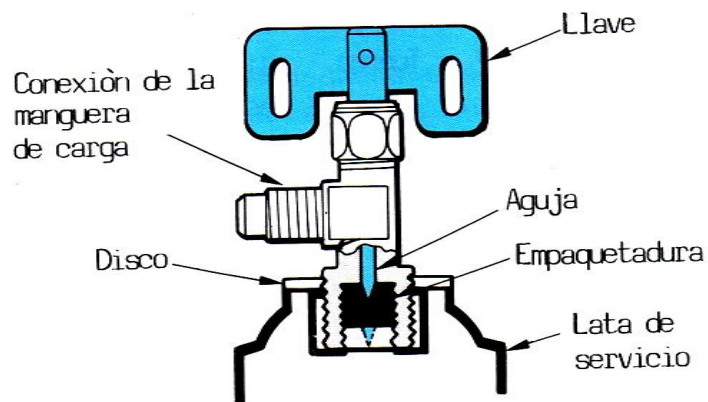


Figura 4.23 Válvula de Control del Refrigerante

VÁLVULA DE TOPE

Cuando se desengancha la manguera de carga de la válvula de servicio de descarga de tipo núcleo de válvula, el gas refrigerante y aceite del compresor se pueden derramar. Usando la válvula de tope se previene que esto ocurra.

Como se ve en la siguiente ilustración, la válvula de tope tiene una tuerca para la instalación, una boquilla para la instalación de la manguera de carga, un vástago, el cual presiona en el núcleo de la válvula y una llave para mover el vástago.

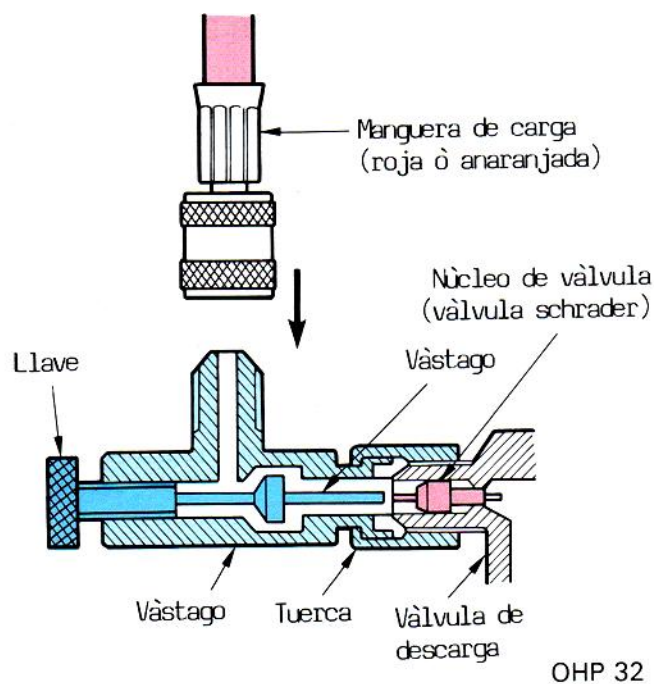


Figura 4.24 Válvula de Control

Al mover la llave en sentido horario se mueve el vástago en la dirección del núcleo de la válvula y presiona en el núcleo de la válvula, de manera que si se instala una válvula de tope en la válvula de descarga, primero mover la llave completamente en sentido horario y luego instalarla. Hay dos tamaños de válvula de servicio, de igual manera hay dos tamaños de manguera de carga, una para la válvula de servicio convencional y una para la válvula de servicio pequeño.

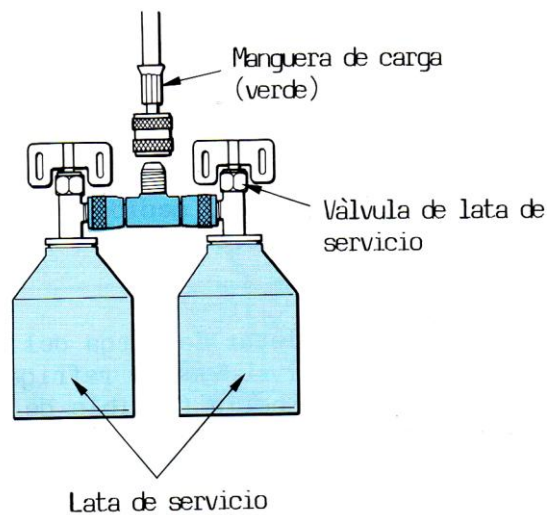
REFERENCIA

Dependiendo del modelo, es posible que sea dificultosa la instalación de la válvula de tope debido a interferencia con el cuerpo del vehículo.

En tal caso, instalar la manguera de carga directamente en la válvula de servicio de descarga sin instalar la válvula de tope.

JUNTA T

La Junta T se usa para aumentar la eficiencia de la carga de gas usando dos latas refrigerantes de servicio al mismo tiempo.



OHP 32

Figura 4.25 Juntas

REFERENCIA

LLAVE DE LA VÁLVULA DE SERVICIO

Como la válvula de servicio del compresor es del tipo de núcleo de válvula (válvula schrader) y es usado en muchos de los modelos recientes, esta llave no es necesaria, pero lo es si se usa la válvula de servicio tipo de émbolo de bomba.

DETECTOR DE FUGAS

El probador que puede detectar la fuga del gas refrigerante se llama detector de fugas. Para ubicar los puntos donde hay fugas, un factor muy importante es "buscar con paciencia". No importa lo preciso que pueda ser el detector, la fuga puede pasar desapercibida si no se busca con cautela y meticulosidad, especialmente en los casos en que tienen que pasar más de diez días antes de que se pueda observar que el enfriamiento es malo. Todas las conexiones, partes giratorias, soldaduras y similares deben ser verificados con gran cuidado, ó de lo contrario no se encontrará la fuga.

Existen los siguientes tipos de detectores de fugas:

- Detector de fugas del tipo de soplete de haluro.
- Detector de fugas del tipo eléctrico

Con un detector de fugas del tipo de soplete de haluro, es posible detectar fugas tan pequeñas que puedan perjudicar la capacidad de enfriamiento en una temporada.

Con un detector de fugas de tipo eléctrico, es posible detectar fugas aproximadamente de 1/15 del tamaño de las que pueden detectarse con el de soplete de haluro.

DETECTOR DE FUGAS DEL TIPO DE SOPLETE DE HALURO.

Los principales componentes del detector de fugas de soplete de haluro son (a) cilindro, (b) cuerpo de la válvula, (c) tubo de succión, (f) boquilla, (g) boca de la llama y (k) tubo de combustión.

Al aspirar, el aire que contiene gas refrigerante a través del tubo de succión, este choca contra (j) la placa de cobre recalentada y forma haluro de cobre, resultando en un cambio de color de la llama.

La fuga del gas se determina mediante el cambio de color de la llama. Al reemplazar la (l) tapa con (m) la tapa de soldar, este detector puede usarse como soldador.

Como se usa una llama abierta, existe el peligro de encender el gas explosivo y por lo tanto debe comprobarse que no hay presencia alguna de materias explosivas inflamables alrededor antes de usar este detector.

Método de Detectar las Fugas de Gas.

- 1) Revise el cilindro para ver si tiene gas (propano) y luego enrosque el cilindro en el cuerpo de la válvula. Al enroscarlo apretado, la válvula interior que está en la punta del cilindro se abre y pone el gas en disposición de salir. Si en este momento se gira la llave en sentido anti horario se permitirá la descarga de gas.
- 2) Para encender, inserte un fósforo ó cerilla ó encendedor encendido a través del orificio del tubo de combustión (h) y gire la llave en sentido anti horario.
- 3) Regule la abertura de la válvula de manera que la longitud de la llama esté entre la línea superior (o) (límite superior) y la línea inferior (p) (límite inferior). Si la llama se hace más larga que el límite superior, sólo hará que el tubo de combustión se caliente más, y evitará la detección de la fuga de gas.

Cuanta más pequeña sea la llama, más sensible será a las fugas.

- 4) Después de regular la longitud de la llama, lleve la punta del tubo de succión lentamente hacia los lugares más propensos a tener fugas (conexiones de tubos) y observe el cambio de color de la llama.

La relación entre el color de la llama y la magnitud de las fugas se muestra en la tabla siguiente.

Al comprobar la fuga, mantenga siempre vertical el detector de fugas.

- 5) Cuando no se use el detector de fugas, guárdelo retirado del cilindro.

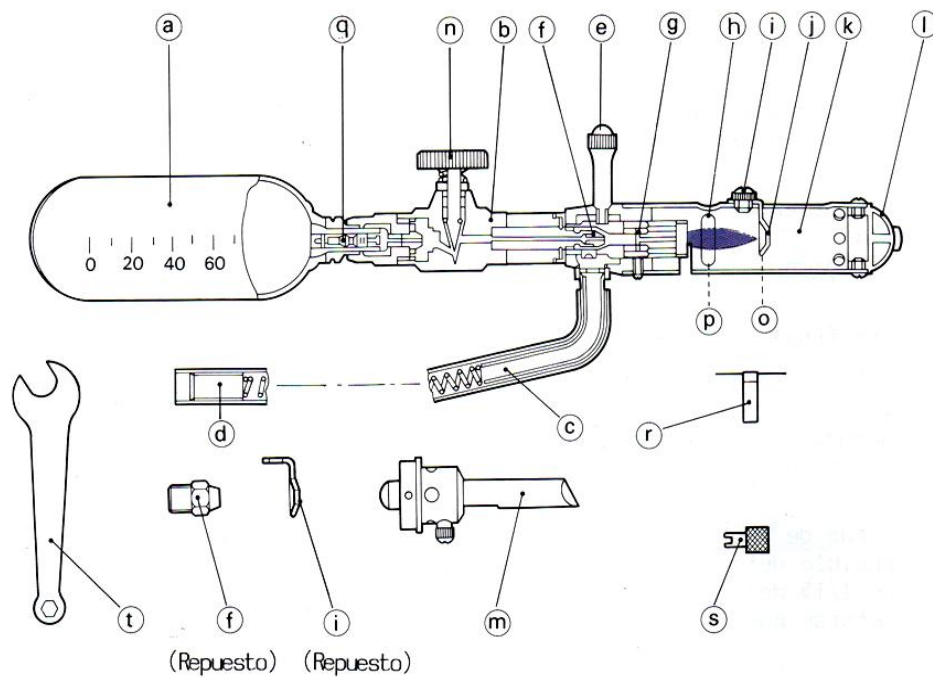


Figura 4.26 Método tipo Soplete de haluro

- (a) Cilindro
- (b) Cuerpo principal de la válvula
- (c) Tubo y tubería flexible (manguera de succión)
- (d) Colador
- (e) Sujetador (tornillo de sujeción del tubo de combustión)
- (f) Boquilla
- (g) Boca de la llama
- (h) Orificio de encendido
- (i) Tornillo de sujeción de la placa de cobre
- (j) Placa de cobre
- (k) Tubo de combustión
- (l) Tapa
- (m) Tapa de soldar
- (n) Llave
- (o) Línea de ajuste de la longitud de la llama (límite superior)
- (p) Línea de ajuste de la longitud de la llama (límite inferior)
- (q) Válvula interior (para el cilindro)
- (r) Limpiador de la boquilla
- (s)

(s) Llave de la válvula del cilindro

(t) Llave de la boquilla

Medida de la Fuga	Cantidad de Fuga			Color de la Llama
	g/me	l/mes	mm	
1	4	0.8	0.13	Imposible de detectar
2	24	4.8	1.85	Verde pálido
3	32	6.8	2.47	Verde claro
4	42	8.4	3.23	Verde claro
5	114	22.8	3.78	Violeta verdoso
6	163	32.6	12.57	Violeta verdoso con fondo violeta
7	500	100.0	3.85	Violeta verdoso con violeta fuerte
8	1,400	280.0	10.80	Violeta con evidencia de descomposición de gas

Tabla 4.5 Método tipo Soplete de Haluro

LLAMA DEL SOPLETE DE HALURO Y CANTIDAD DE FUGAS DEL R-12 DETECTOR DE FUGAS ELÉCTRICO.

Se usan varios tipos de detectores de fugas eléctricos mostrados por diferentes fabricantes. Aquí se describe el Detector de Fugas de Gas (Repuesto No. 07116-38330).

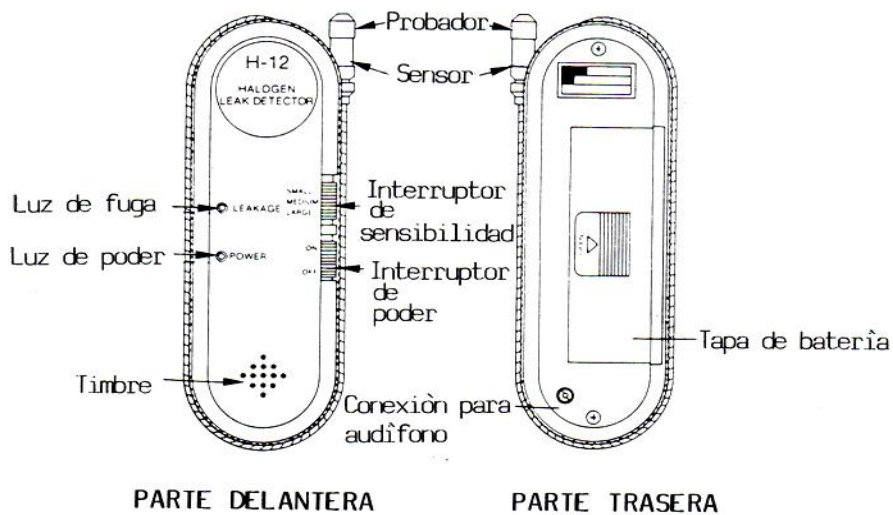


Figura 4.27 Detector de Fugas Eléctrico

Colocar el interruptor de sensibilidad en "MÉDIUM".

1. Prender el interruptor de poder y revisar que la luz de poder (POWER) se haya prendido, el timbre suena dos veces en un segundo, y la luz de fuga (LEAKAGE) se prende junto con el timbre.
2. Colocar la punta del probador junto al lugar donde se cree que hay una fuga, y buscar moviendo el probador a un centímetro por segundo.
 - Si la alarma empieza a sonar rápidamente, entonces se ha encontrado la fuga.
 - Si el lugar de la fuga es difícil de encontrar porque la alarma suena todo el tiempo, mover el interruptor de sensibilidad a "LARGE" y luego buscar de nuevo.
 - Si el intervalo de la alarma aumenta sólo un poco ó nada alrededor del lugar donde se cree hay fuga, cambiar la sensibilidad a "SMALL" y buscar de nuevo.
3. Usando el interruptor de sensibilidad se puede determinar el tamaño de la fuga. Las fugas que son encontradas en "LARGE" son aproximadamente 150 g/yr ó más grandes, "MÉDIUM" indica que las fugas son aproximadamente 15 g/yr ó más grandes, y "SMALL" indica que las fugas son aproximadamente 6 g/yr ó más grandes.

4. Para revisar el funcionamiento de su H-12, una botella de fuga de referencia viene incluida. Para usarla, sacar el tornillo que viene arriba de la tapa, poner el H-12 en "MÉDIUM" y colocar el borde del probador en el agujero de la tapa de la botella. El H-12 debe indicar una fuga, lo que mostrará que funciona correctamente.

El sensor del H-12 es muy delicado, usarlo con cuidado.

PRECAUCIONES PARA EL SERVICIO.

CUANDO MANIPULE EL REFRIGERANTE R-12, DEBERÁ OBSERVAR LAS PRECAUCIONES SIGUIENTES.

- (a) No manipule el refrigerante en un lugar cerrado ó cerca de llamas.
- (b) Use siempre protección para los ojos.
- (c) Tenga cuidado de que el refrigerante liquido no le caiga en la piel.

Si el refrigerante le cae en los ojos o en la piel.

- No se restregué.
- Lave la parte afectada con mucha agua fresca.
- Aplique jalea de petróleo limpia a la piel.
- Vaya rápidamente a visitar al doctor ó a un hospital para recibir un tratamiento inmediato.
- No intente curarse usted mismo.

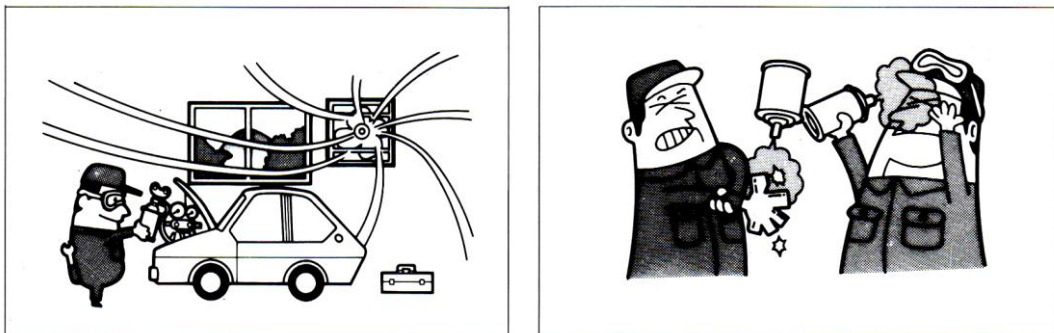


Figura 4.28 Precauciones en el Trabajo

CUANDO REEMPLACE COMPONENTES EN LA LÍNEA DE REFRIGERACIÓN.

- Descargue el refrigerante lentamente antes del reemplazo.
- Inserte un tapón inmediatamente en las partes desconectadas para prevenir la entrada de humedad y suciedad.
- No deje un nuevo condensador ó recibidor, etc. cerca con el tapón removido.
- Descargue refrigerante de la válvula cargadora antes de instalar un nuevo compresor.

Si el refrigerante no es descargado primero, el aceite compresor se derramará con el nitrógeno cuando se saca el tapón.

- No use un mechero para doblar ó alargar el tubo.

Si los tubos son calentados con el mechero, se forma una capa de óxido dentro del tubo, causando el mismo tipo de problema que el acumulamiento de polvo.



Figura 4.29 Reemplazo de Componentes

CUANDO CONECTE LAS TUBERÍAS

- Aplique unas gotas de aceite de refrigeración a los acoplamientos de los anillos en "O".
- Apriete las tuercas usando dos llaves para evitar retorcer los tubos.
- Apriete el acoplamiento del anillo en "O" al par especificado.



Figura 4.30 Reemplazo de Tuberías

CUANDO SE MANEJA UN CONTENEDOR DE REFRIGERANTE (LATA DE SERVICIO)

- a) El contenedor nunca debe ser calentado.
- b) Los contenedores deben ser mantenidos debajo de 40° C (140 °F).
- c) Cuando se calienta la lata de servicio con agua caliente, asegurarse que la válvula sobre la lata de servicio no sea sumergida en el agua, ya que el agua podría penetrar al ciclo refrigerante.
- d) Las latas de servicio vacías nunca deben de rehusarse.



Figura 4.31 Manejo del Refrigerante

CUANDO EL AIRE ACONDICIONADO ESTA PRENDIDO Y EL GAS REFRIGERANTE ESTA SIENDO LLENADO:

- a) Si no hay suficiente gas refrigerante en el sistema de refrigeración, la lubricación de aceite será insuficiente y puede quemarse el compresor, debido a esto tome precauciones para que no ocurra.
- b) Si la válvula en el lado de alta presión está abierta, el refrigerante fluye al revés y causa la ruptura de la lata de servicio, entonces sólo abra y cierre la válvula en el lado de baja presión.
- c) Si la lata de servicio es invertida y se inserta refrigerante en estado líquido, el líquido es comprimido y el compresor se malogra, de manera que el refrigerante debe ser insertado en estado gaseoso.
- d) Tenga cuidado de no insertar mucho gas refrigerante, ya que puede producir problemas como enfriamiento inadecuado, economía de combustible pobre, sobrecalentamiento de motor, etc.

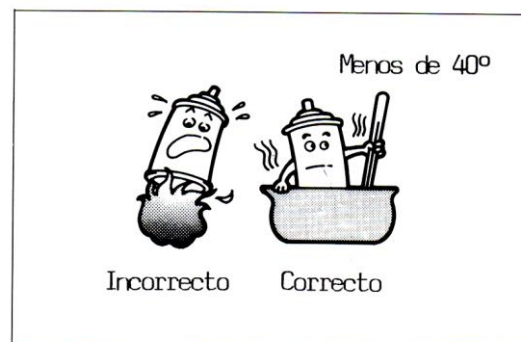


Figura 4.32 Sistema Funcionando

CUANDO SE USA EL DETECTOR DE FUGAS DE TIPO DE SOPLETE DE HALURO.

- a) Como se usa una llama abierta asegurarse que no hay sustancias inflamables antes de usarlo.
- b) Tener cuidado, ya que se produce gas venenoso cuando el gas refrigerante se pone en contacto con partes calientes.



Figura 4.33 Seguridad con el Detector Tipo Soplete Haluro

RENOVACIÓN DEL AIRE

CARGAR EL SISTEMA UTILIZANDO UNA BOTELLA TANQUE

Para aquellos talleres que desarrollan una gran actividad proporcionando servicios a aparatos de aire acondicionado, hay disponibles botellas tanque con refrigerante, con capacidad de 29 y 145 lb. Cuando se utilizan botellas tanque, es necesario recurrir a una báscula o algún otro dispositivo de medición para poder determinar el momento en que el sistema ha alcanzado su carga correcta.

La importancia que tiene el manejo cuidadoso del refrigerante y los recipientes con refrigerante no puede menospreciarse. Todos los accidentes tienen su origen en el manejo inapropiado y descuidado de los anteriores objetos. Recuerde los accidentes no ocurren por si solos. Emanan de una acción descuidada.

HERRAMIENTAS

Llave para las válvulas de servicio, llaves de mano, protección para los ojos, cubiertas protectoras de los guardafangos, juego de manómetros en múltiple, báscula.

PROCEDIMIENTO

- 1.- Conecte el juego de manómetros en múltiple al sistema
- 2.- Coloque en la posición medias las válvulas de servicio de los lados de alta y baja del compresor
- 3.- Cierre las válvulas de mano de los lados de alta y baja del múltiple

4.- Sujete el sistema a vacío obtenido éste, después de llevar a cabo el bombeo requerido.

CONECTE EL RECIPIENTE CON REFRIGERANTE

1.- Conecte la manguera del centro del múltiple al adaptador con que cuenta el cilindro con refrigerante.

2.- Abra la válvula de mano del cilindro con refrigerante.

3.- Afloje por unos segundos la manguera del centro del múltiple, para así purgar el aire en el interior de la manguera.

4.- Hecho esto, el sistema está ya purgado y sujeto a vacío.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- Se ha logrado terminar con un modulo de control de climatización automático el cual será donado a la facultad de Ingeniería Automotriz, el cual ayudara con la formación de los nuevos ingenieros a futuro.
- El tamaño del equipo y capacidad dependerá de las dimensiones del habitáculo del vehículo a instalar este modulo, ya que si el habitáculo es el de un bus necesitaríamos de un sistema de A/C apto para que cubra a toda esta dimensión
- La mejor forma para detectar fugas dentro del sistema de A/C es por medio de un detector de fugas electrónico o utilizando el método más común como es Agua jabonosa con una brocha.
- Gracias a que el conductor se encuentra en la cabina a una temperatura adecuada, se cansaría menos, mantiene mayor atención en la conducción y evita el sueño (confort).
- El acondicionador de A/C es el mejor desempañado para los vidrios por el interior.
- El sistema de A/C necesita muy poco mantenimiento ya que la mejor manera de mantenerlo en perfecto estado es usando en forma continua, pues ello evita que haya oxidación interna en las partes del ducto, pues al generarse permanente mente circulación del gas en los conductos no hay condensación ni acumulación de humedad que puede causar bajo rendimiento.

5.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Facultad de Ingeniería Automotriz implemente la materia de A/C y Refrigeración ya que es un sistema más en el vehículo el mismo que nos ayuda a mantener un ambiente confortable dentro del habitáculo y en estos tiempos que se habla mucho del cambio climático a nivel mundial.
- No se debe utilizar el sistema de A/C sin el refrigerante y lubricante adecuado para el compresor ya que si gira sin estos lubricantes se dañara rápidamente.
- Para soldar una cañería, el sistema de A/C debe encontrarse sin presión y refrigerante para evitar cualquier tipo de accidentes.
- Se debe utilizar un equipo de seguridad personal (E.P.P) al trabajar con refrigerantes ya que al tener contacto con la piel puede producir ceguera, irritaciones e intoxicaciones.
- Se recomienda que al momento de prender el sistema de A/C se debe abrir las ventanas por unos cuantos minutos ya que tenemos que tener siempre en cuenta que el A/C funciona con gas refrigerante el cual a la larga causa problemas de salud muy graves.

ANEXO A

MODULO ELECTRÓNICO

1-6



ANEXO A	MOTORES DE MANDO	2-6
----------------	-------------------------	------------



Montaje de los Motores de Mando

ANEXO A	SENSOR DE TEMPERATURA	3-6
----------------	------------------------------	------------

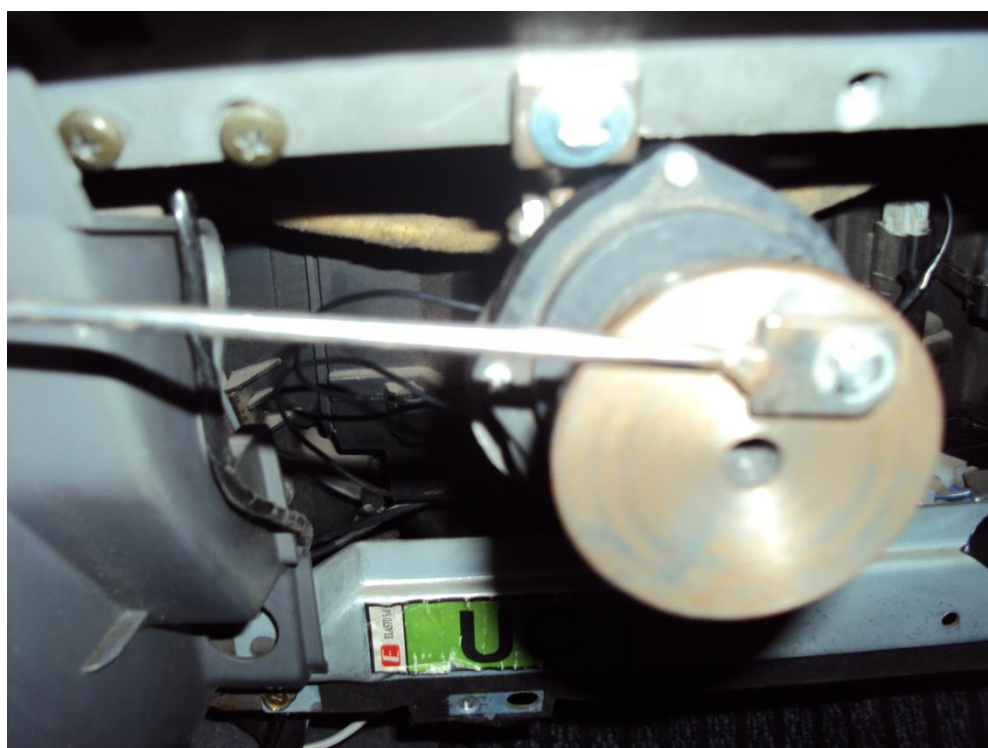


Posición del Sensor de Temperatura en el automóvil

ANEXO A	SENSOR DE TEMPERATURA	4-6
----------------	------------------------------	------------



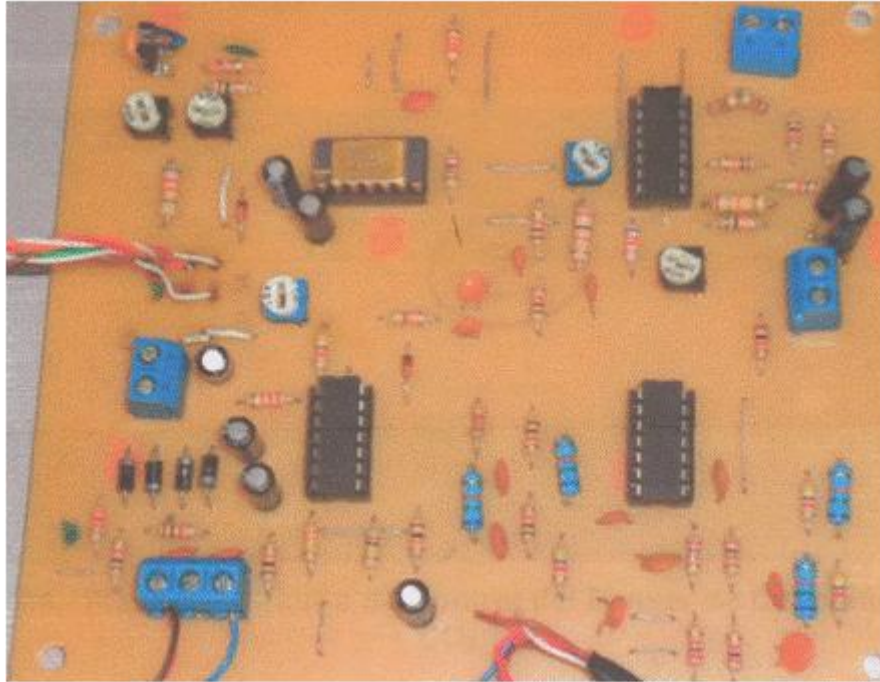
Posición de A/C Caliente



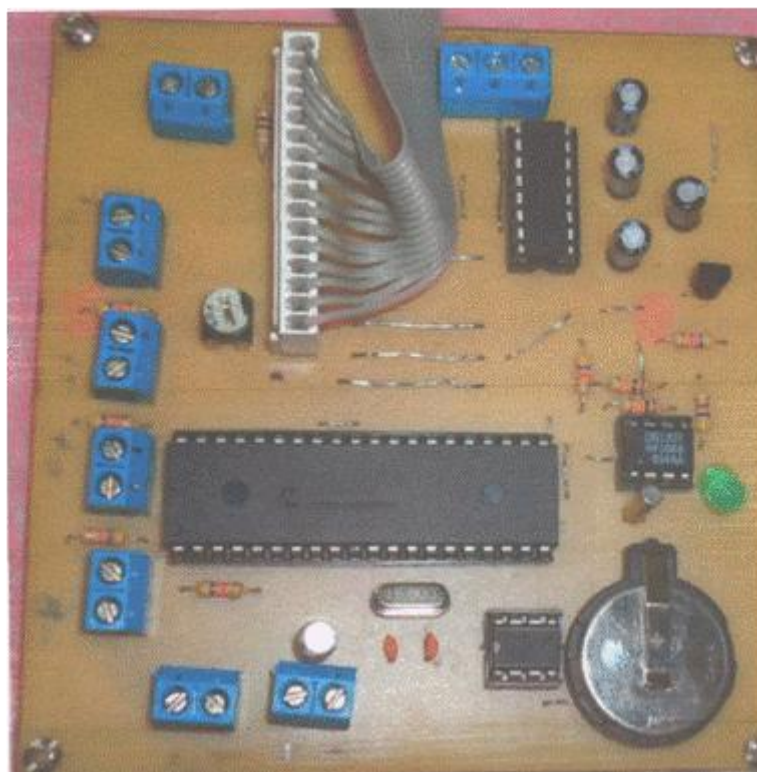
Posición Motores velocidades y Temperatura

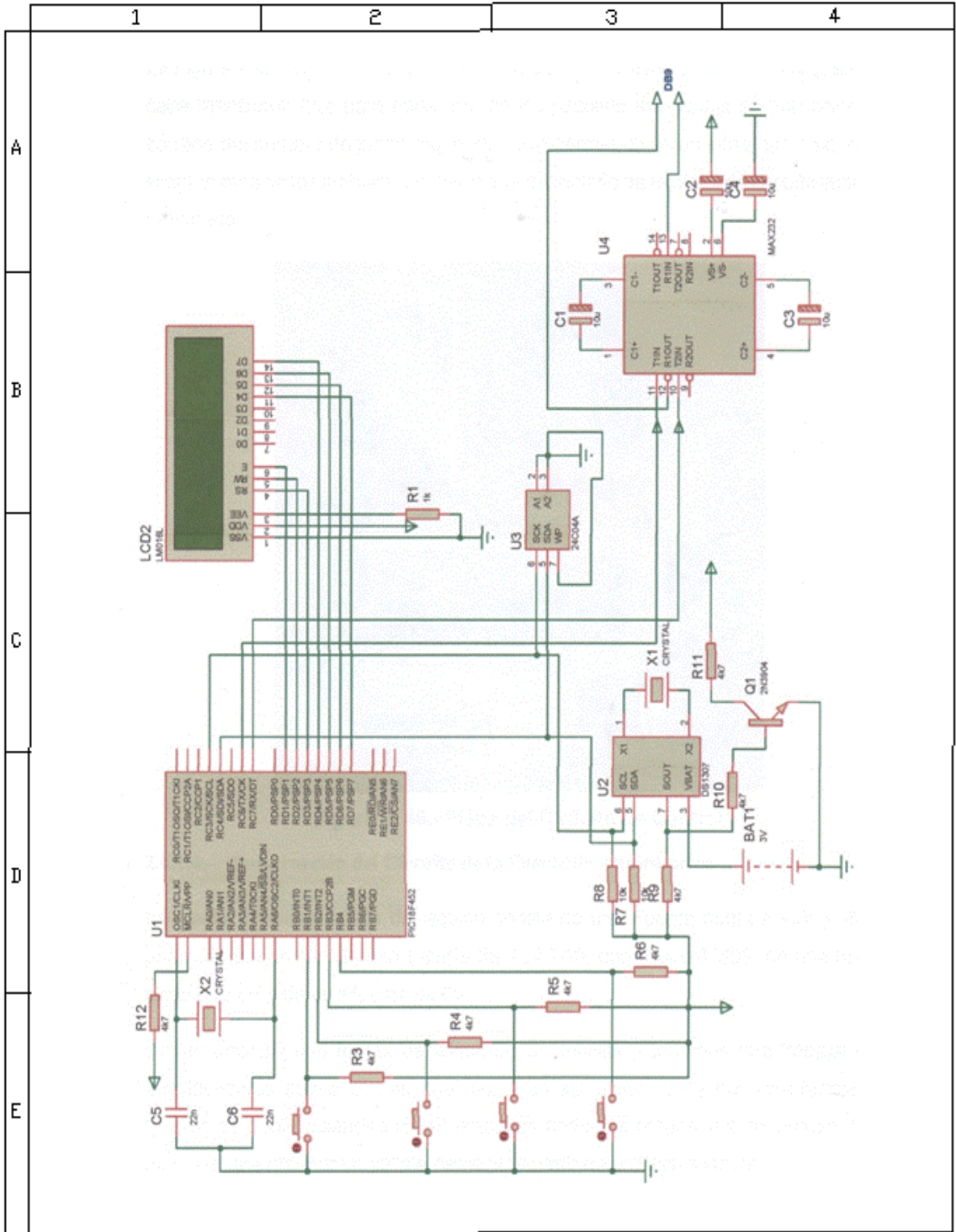


Montaje Completo del Modulo de Climatización

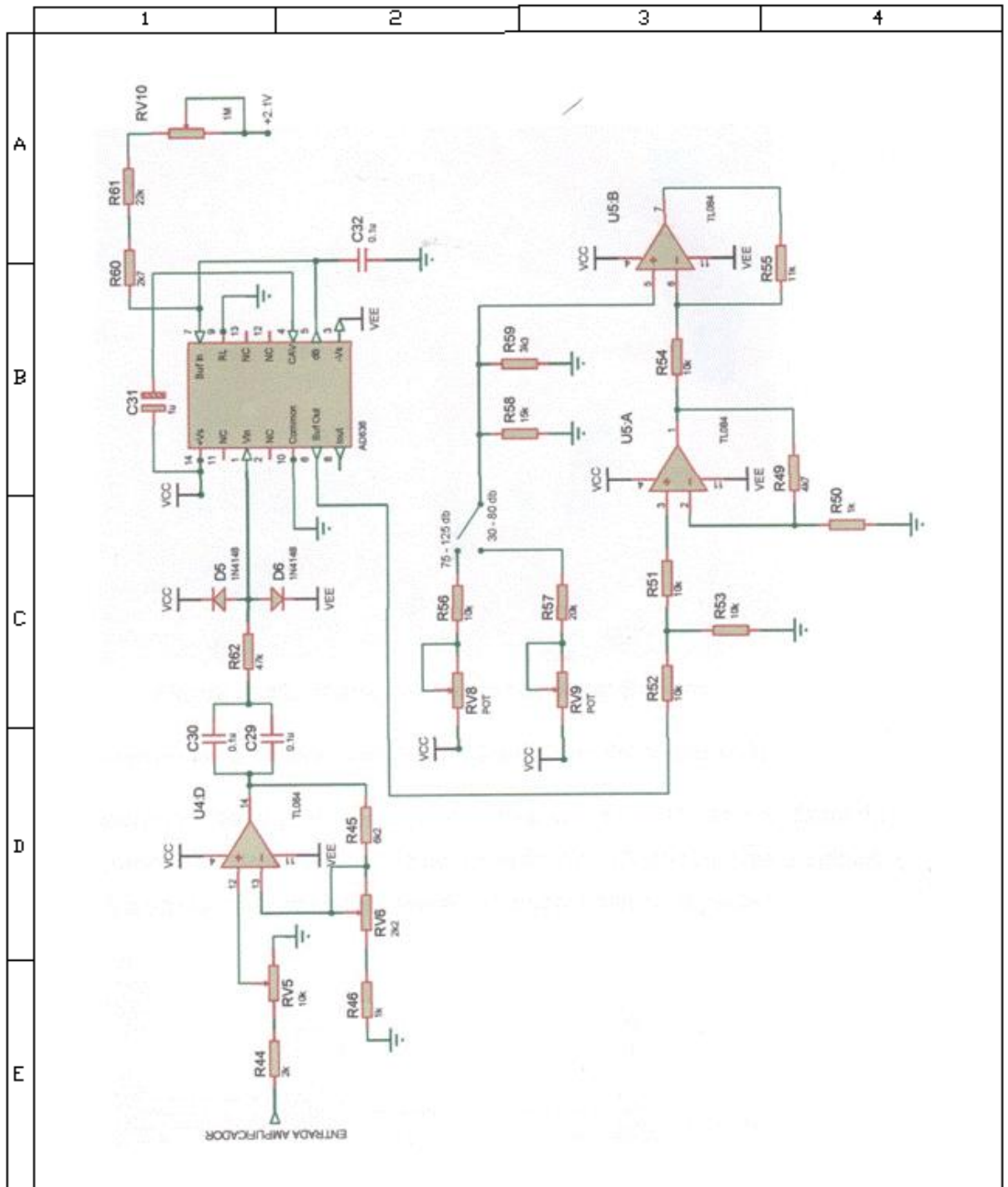


**CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL
MÓDULO DE CLIMATIZACIÓN**

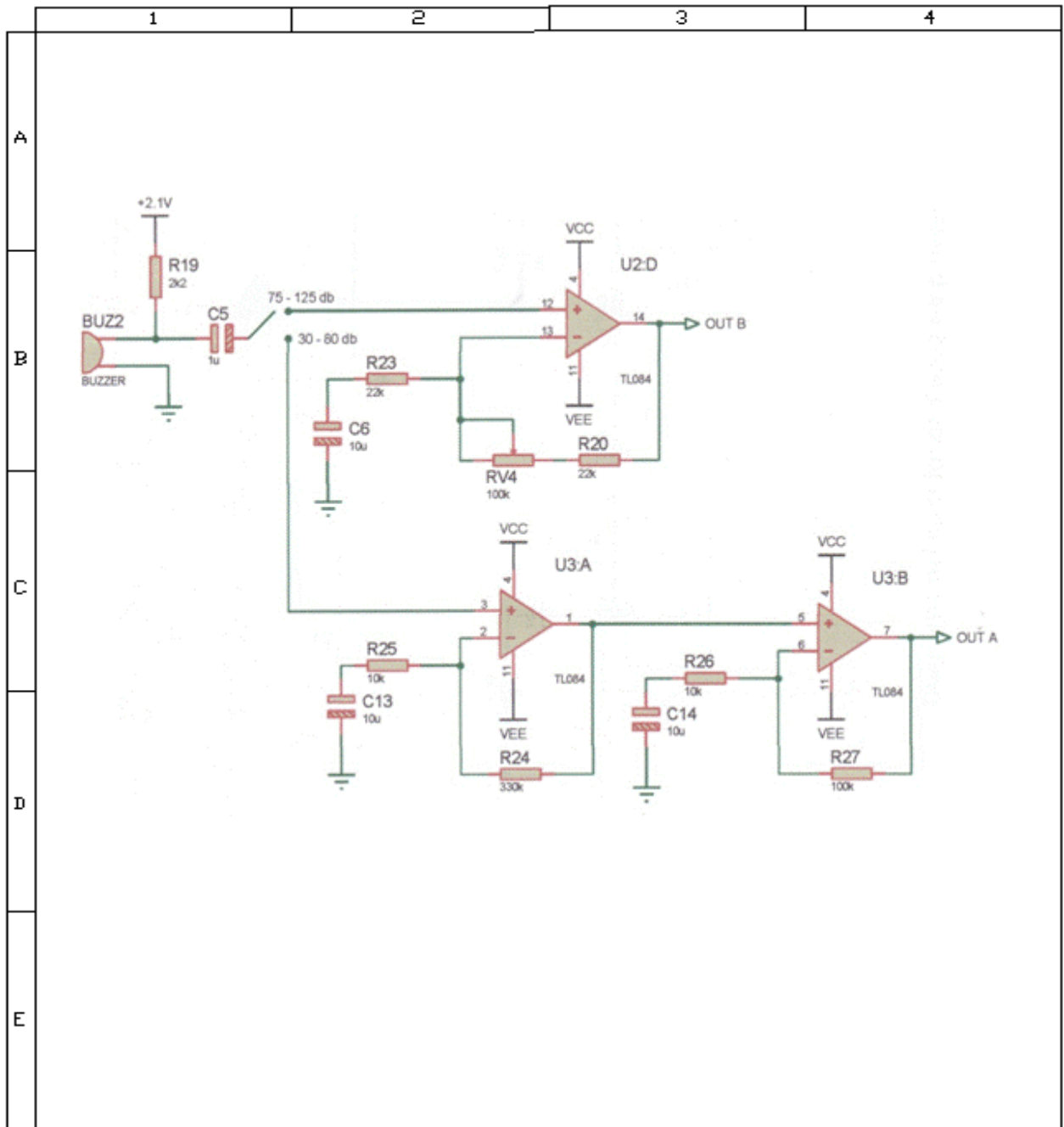
**CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE DATOS DEL MODULO DE CLIMATIZACIÓN**



				Tolerancia	Peso	ESPE	
				Fecha	Nombre	ANEXO C	ESCALA 1:1
			Ilb.	01/01/10	S. Drozco		
			Rev.				
				Aproba			
				INGENIERIA AUTOMOTRIZ		DISEÑO MODULO CLIMATIZACION	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	Peso	ESPE	
				Fecha	Nombre	ANEXO D	ESCALA: 1:1
				Dib.	S. Orozco		
				Rev.			
				Aprob.			
				INGENIERIA AUTOMOTRIZ		DISEÑO ELECTRICO TARJETA DE DATOS DE TEMPERATURA	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	Peso	ESPE	
				Fecha	Nombre	ANEXO E	ESCALA: 1:1
				Dib. 10/01/10	S. Orozco		
				Rev.			
				Aprob.			
				INGENIERIA AUTOMOTRIZ		DISEÑO ELECTRICO TARJETA DE MOVIMIENTO DE LOS MOTORES	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre				

BIBLIOGRAFÍA

- William H. Cruse / Donald L Anglim: Aire acondicionado en el automóvil. Ediciones Alfa omega S.A, MC Graw-Hill, 1992
- Boyce H. Dwigins: A/C para Automóviles, Editorial Continental S.A; Liltom Educational Publishing INC México 1990
- Toyota Motor Corporation: HFC134a Acondicionador de Aire principios Básicos y Reparaciones; Japan 1991.
- Toyota Motor Corporation: Toyota 21R,22R Motor Manual de Reparación Japón 1990.
- Enrique Cnricer Royo: Aire Comprimido Editorial Paraninfo; Madrid España 1993.
- Paginas Internet: Buscadores de Aire Acondicionado Automotriz.
- Buscador de Internet Google “Diseño Eléctrico y construcción para Ing.

Latacunga, Enero 2011

REALIZADO POR:

SANTIAGO PAÚL OROZCO ALARCÓN

ING. JUAN CASTRO

DIRECTOR DE LA CARRERA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DR. EDUARDO VÁSQUEZ ALCÁZAR

DIRECTOR UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO