



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

DESARROLLO DE UN MANUAL MECÁNICO-ELÉCTRICO DE
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO GR-60 QUE SE APLICAN A LOS AUTOBUSES
VISTABUSS, MULTEGO Y BUSSCAR.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
SOLÓRZANO FAVILA EDUARDO
VALDELAMAR VAZQUEZ ALFONSO

ASESOR:
ING. RODOLFO ZARAGOZA BUCHAIN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

A nuestros padres:

Para ellos, quienes nos han guiado y apoyado en todo momento para lograr esta meta:

Muchas gracias.

A nuestros hermanos:

Por su ejemplo y ayuda igualmente gracias.

A todos

Esperamos que lo aquí investigado les sea de ayuda.

ÍNDICE

Titulo de tesis	1
Objetivo	2
Objetivos particulares	3
Justificación	4
Introducción	5

CAPITULO I

“PRINCIPIOS DE AIRE ACONDICIONADO”

1.1	Antecedentes teóricos.	7
1.2	Aire acondicionado.	8
1.3	Breve historia del aire acondicionado.	8
1.4	Necesidades del aire acondicionado.	8
1.5	Aplicaciones del aire acondicionado.	9
1.6	Análisis del aire atmosférico.	11
1.7	Aire acondicionado en automóviles.	12
1.8	Psicometría del aire.	13
1.9	Refrigeración.	15

CAPITULO II

“ELECTRICIDAD BÁSICA”

2.1	Principios de electricidad.	19
2.2	Electricidad estática.	20
2.3	Electrocinética.	21
2.4	Corriente eléctrica.	21
2.5	Circuito.	23
2.6	Voltaje.	23
2.7	Intensidad de corriente eléctrica.	24
2.8	Resistencia de los circuitos.	26
2.9	Circuitos eléctricos.	27
2.10	Dispositivos eléctricos.	30

CAPITULO III

“COMPONENTES MECÁNICOS DEL AIRE ACONDICIONADO DE AUTOBUSES”

3.1	Descripción de la unidad y sus componentes.	33
3.2	Ensamble del evaporador y del condensador.	34
3.3	Ciclo de calefacción.	36
3.4	Válvula de paso de anticongelante.	36
3.5	Ciclo de refrigeración.	37

CAPITULO IV

“DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y DE CONTROL DE AIRE ACONDICIONADO DE AUTOBUSES”

4.1	Dispositivos eléctricos.	41
4.1.1	Tablero de relevadores, motores de imanes permanentes de dos velocidades con conexión serie o paralela (opción 1).	41
4.1.2	Tablero de relevadores, motores de corriente directa conmutados eléctricamente en señales de entrada de dos velocidades o motores de imanes permanentes (opción 2).	44
4.2	Dispositivos electrónicos.	47
4.2.1	Función del sistema electrónico.	47
4.3	Controles del sistema de operación.	47
4.4	Módulo de control digital.	48
4.5	Operación del módulo de control digital.	49
4.6	Innovaciones.	50
4.6	Interruptores térmicos.	50
4.6.2	Interruptores de presión.	50
4.6.3	Interruptores de presión de descarga alta y baja.	50

CAPITULO V

“MANTENIMIENTO PREVENTIVO”

5.1	Tabla de mantenimiento preventivo.	52
5.2	Válvula de servicio para succión y descarga.	53
5.3	Múltiple de manómetros.	53
5.4	Entrampado de refrigerante.	55
5.5	Cambio de carga de refrigerante.	55
5.6	Revisión de fugas de refrigerante.	56
5.7	Deshidratación y vacío.	56
5.8	Carga de refrigerante al sistema.	58
5.9	Carga parcial de refrigerante al sistema.	59
5.10	Revisión de carga del refrigerante.	59
5.11	Forma de abrir la tapa de la unidad.	60
5.12	Cambio del filtro deshidratador.	61
5.13	Revisión de interruptores de presión.	63
5.14	Válvula de expansión termostática.	64
5.15	Cambio de serpentín condensador.	68
5.16	Cambio de serpentín evaporador.	69
5.17	Servicio de la válvula de paso de anticongelante.	70
5.18	Servicio de la válvula solenoide de línea de líquido.	73
5.19	Cambio del motor del condensador.	76
5.20	Servicio del ensamble del motor evaporador.	78
5.21	Cambio del filtro de aire de retorno.	79
5.22	Cambio del compresor.	80
5.23	Tablas de diagnóstico de fallas.	85

Conclusiones.	88
Bibliografía.	90

Objetivo

Dar a conocer la operación tanto mecánica como eléctrica, y el mantenimiento del sistema GR-60, el cual explique su operación y funcionamiento, para un correcto diagnóstico de fallas, así como su corrección y reparación. Apoyado por asesores técnicos y con manuales del fabricante.

Objetivos particulares

- a) Introducir al lector a una mayor conocimiento acerca de los antecedentes teóricos del aire acondicionado para mayor entendimiento de este trabajo.
- b) Explicar conceptos básicos acerca de los circuitos y dispositivos eléctricos.
- c) Mas adentrado a este trabajo se explicara el ciclo de calefacción y refrigeración, así como sus principales componentes dentro del sistema GR-60.
- d) Se dará a conocer una serie de pasos para dar un buen mantenimiento preventivo al sistema.
- e) Al final dentro del mantenimiento, se propondrá una tabla de diagnostico de fallas para facilitar el trabajo del personal especializado en el mantenimiento correctivo.
- f) Se proporcionara un tabla de datos técnicos acerca del sistema GR-60 así como del compresor 05G.

Se ejemplificara un caso practico para una mayor comprensión del lector, tratando de abarcar temas adentrados en el trabajo.

Justificación

Con la realización de este manual se busca la actualización de los egresados de las ingenierías y de toda persona interesada en el área del aire acondicionado, en la operación y funcionamiento para el diagnóstico y reparación de los actuales sistemas de aire acondicionado del auto transporte.

Se trata de explicar de una forma objetiva y clara el como poder realizar de una manera rápida y eficaz, el diagnóstico y reparación en fallas del sistema y así poder estar a la vanguardia de la industria a nivel mundial.

Para poder cumplir con lo antes mencionado nos auxiliaremos en manuales especializados del fabricante, además se contara con el apoyo y la experiencia de ingenieros del ramo y asesores técnicos especializados de la carrera.

Cabe destacar que toda la información que se quedara plasmada en este libro proviene mayoritariamente de catálogos y manuales del propio fabricante y que es difícil de conseguir en cualquier otro tipo de textos, ya que se podría considerar hasta cierto punto de confidencial gran parte de esta información.

Por lo que pretendemos dejar un buen legado a toda persona que este interesada acerca de estos temas de una fuente de información fidedigna y confiable para el desarrollo de sus habilidades en el campo de trabajo.

Para lograr cumplir con nuestro objetivo contamos con la ayuda de personal especializado dentro del área de trabajo así como de nuestro asesor que durante nuestro periodo como estudiantes, demostró tener una gran capacidad de conocimientos y habilidades por lo que no dudamos de lograr con creces los objetivos planteados.

Introducción

Las unidades Aplex están diseñadas para ofrecer una climatización completa, por que el sistema reconoce requerimientos de enfriamiento, calefacción o recalentamiento, dando el mejo nivel de confort en sus pasajeros.

Su diseño aerodinámico y estético presenta una mínima resistencia al aire mientras el autobús se encuentra en movimiento, así como una mejor distribución de aire en su interior. Entre otras características del sistema existe una reducción en tamaño, bajo peso y ofrece más del 25 % en capacidad de enfriamiento, con una reducción considerable en mantenimiento y servicio, alargando la vida útil de la unidad.

La unidad GR-60 es un sistema que tiene contenido los ensambles condensador- evaporador y calefacción en una sola pieza. Dicha unidad es instalada sobre el toldo del autobús y en la posición que mas convenga al fabricante del vehículo.

Las unidades GR están diseñadas para operar con refrigerante R-134a, excepto exista otra especificación.

Todos los sistemas de control trabajan en 12 ó 14 VCD, provenientes de la batería o alternador del autobús, o bien generada por alguna o otra fuente.

La operación de las unidades GR es controlada automáticamente por el modulo de control digital, el cual mantiene la temperatura interior del autobús en la temperatura de referencia deseada.

Esta manual contiene instrucciones de operación y servicio para el aire acondicionado, calefacción y ventilación de las unidades GR.

Será elaborada como una guía de mantenimiento y servicio para los técnicos calificados en unidades de aire acondicionado de autobuses. Las operaciones y cambios aquí descritos deben hacerse bajo el consentimiento del dueño del equipo, ya que una falla ó inadecuada programación u operación pueden poner en serio riesgo la integridad física de los operadores, usuarios y sistema.

CAPITULO I

PRINCIPIOS DEL AIRE ACONDICIONADO

1.1 Antecedentes teóricos.

No obstante que la refrigeración, como la conocemos actualmente, data de unos sesenta años, algunos de sus principios fueron conocidos hace tanto como 10 000 años antes de Cristo.

Los egipcios contaban con un sistema para suprimir calor del palacio del faraón. Las paredes estaban construidas de enormes bloques de piedra, con peso superior de 1 000 ton., un lado pulido y el otro áspero.

Durante la noche, 3 000 esclavos dismantelaban las paredes y acarreaban las piedras al desierto del Sahara. Como la temperatura en el desierto disminuye a niveles muy bajos durante la noche, las piedras se enfriaban. En realidad el calor absorbido a lo largo del día, se disipaba en el aire fresco de la noche. Antes del amanecer, los esclavos acarreaban de regreso las piedras al sitio donde el palacio y volvían a colocarlas en su lugar utilizando cemento.

Se supone que el faraón disfrutaba dentro de su palacio de temperaturas de alrededor de 80° F (26.7° C), mientras que afuera éstas subían hasta 130° F (54° C) o más. Se necesitaba de 3 000 esclavos durante toda la noche para realizar un trabajo que hoy la refrigeración efectúa fácilmente.

Los antiguos egipcios también descubrieron que el agua se podía enfriar colocándola dentro de vasijas porosas puestas sobre los techos, al ocultarse el sol. Las brisas nocturnas evaporaban la humedad que se colaba a través de las vasijas, enfriando el agua que se encontraba dentro de éstas.

Mucho más recientemente, en los principios del siglo xx, en Luray, Virginia (E.U.A.), el señor T. C. Northcott fue tal vez el primer hombre en la historia, en tener una casa con aire acondicionado y calefacción de tipo central.

El Sr. Northcott, ingeniero especializado en calefacción y ventilación, hizo construir su casa encima de las famosas cavernas de Luray. El y su familia sufrían de alergia, y sabía que el aire filtrado a través de piedra caliza estaba libre de polen y polvo.

A cierta distancia atrás de su casa introdujo un tiro (tubo de chimenea) hasta llegar al techo de la caverna. Utilizó un ventilador de 42 pulg. para succionar, a través del tiro, 8 000 pies³ / min. de aire.

Desde el cobertizo donde había enterrado el tiro, construyó un ducto o pasaje hasta la casa. El ducto estaba dividido en dos cámaras, la superior contenía aire calentado por el sol, la inferior transportaba aire de la caverna. El ducto superior era utilizado en los días fríos; el ducto inferior, en los días calientes(Carrier).

La refrigeración doméstica hizo su aparición en 1910, no obstante que ya en 1820 se había obtenido hielo por medios artificiales. En 1913, la primera máquina, operada manualmente, fue producida por J. L. Larsen.

En 1918, la compañía Kelvinator fabricó el primer refrigerador automático. La aceptación de éste fue lenta y para 1920 sólo unas 200 unidades habían sido vendidas.

En 1926, el primer refrigerador sellado o hermético fue introducido por la General Electric. Al siguiente año, Electrolux introdujo una unidad de absorción automática. Fue en 1927 cuando hizo su aparición en el mercado el primer acondicionador de aire.

El aire acondicionado móvil, ha hecho posible que la era espacial esté sobre nosotros en el siglo xx. Lo que era ficción hace apenas unas cuantos años es algo común hoy. Los submarinos atómicos son capa de permanecer sumergidos indefinidamente, debido en parte al acondicionamiento del aire.

1.2 Aire acondicionado.

Es el proceso de tratamiento de aire así como control simultaneo de la temperatura, humedad, limpieza y distribución para a obtener los requerimientos de un espacio acondicionado.

Como se indico en la definición, las acciones incluidas en la operación de un sistema de aire acondicionado son:

- a) Control de temperatura.
- b) Control de humedad.
- c) Filtrado, limpieza y purificación del aire.
- d) Movimiento y circulación del aire.

1.3 Breve historia del aire acondicionado.

Durante miles de años el hombre ha intentado vencer las incomodidades del calor y la humedad excesivos. Pero fue en los primeros años del presente siglo que se inició el acondicionamiento del aire.

El acondicionamiento científico del aire se originó en 1902, primero se utilizo para ayudar en los procesos industriales como por ejemplo, en el hilado del algodón, en la producción de fibras sintéticas, para imprimir colores múltiples en diversos productos, etc. Se hizo popular en la década de los 20, cuando cientos de teatros fueron equipados con sistemas de enfriamiento para atraer a los clientes durante los calurosos meses de verano.

Desde entonces el aire se acondiciona en muchos lugares: escuelas, oficinas, industriales, casas, automóviles.

1.4 Necesidades del aire acondicionado.

Climatizar ciertos locales no es el modo alguno, procurar una comunidad de higiene. El calor procedente del metabolismo humano sirve para mantener constante la temperatura del cuerpo, lo que resulta indispensable para el desarrollo de las funciones vitales.

Una parte de calor se cede al ambiente como consecuencia, la temperatura del cuerpo humano suele ser mayor que tal de la del aire que lo rodea.

La epidermis participa en primer lugar en ese intercambio térmico, la respiración también pero menor grado. Ese intercambio se efectúa de cuatro maneras distintas.

- a) Por transmisión del ambiente (conversión).
- b) Por irradiación en dirección a la superficie más fría del local.
- c) Por evaporación de epidermis (transmisión).
- d) Por la vía respiratoria calor seco y respiración de agua.

1.5 Aplicaciones del aire acondicionado.

La descripción que se hace a continuación de las distintas aplicaciones particulares del acondicionamiento de aire indican solamente las características más importantes que determinan el cálculo de la carga y la elección del sistema más adecuado. El proyectista debe agudizar su ingenio para considerar las distintas aplicaciones e incluso las distintas idiosincrasias dentro de cada aplicación.

Residencia:

La arquitectura de las residencias es muy variable, pasando desde edificios de tipo multicelular hasta chalets de zonas residenciales.

Cualquier que sea su tipo, existe una magnitud de dispositivos estructurales, orientaciones y sombras que pueden reducir la carga de acondicionamiento.

Muchos fabricantes producen unidades de calefacción, acondicionamiento y bombas de calor especiales para residencias.

Los aparatos de ventana pueden utilizarse en locales individuales junto con sistemas de calefacción ya existentes. Puede tenerse en cuenta la calefacción y acondicionamiento de aire por medio de energía solar.

Establecimientos de comidas y bebidas:

Esta clasificación comprende los restaurantes, cafeterías, comedores, bares, salones de fiesta.

Las características principal de estos locales es la existencia de grandes cargas a determinadas horas del día noche. Estas cargas deben coordinarse con las condiciones externas que existen al mismo tiempo para determinar la verdadera carga de refrigeración.

Es un requisito indispensable la buena ventilación con un control de aire extraído para neutralizar los olores de la comida y del tabaco. Esta ventilación debe realizarse no solamente para el bienestar del ocupante si no para evitar la absorción de olores por las puertas y mobiliario.

Otro aspecto a considerar en la valoración de la carga para este tipo de aplicaciones es la concentración de calor sensible y latente en los espacios destinados al baile y diversión.

Tiendas:

En esta clasificación están comprendidas las tiendas y los grandes almacenes. En la mayoría de los casos se pueden utilizar unidades compactas situados en el suelo, suspendidas del techo o montadas en él.

A veces los proyectos pueden exigir el montaje de centrales con unidades de ducterías al ventilador y un amplio de sistema de conductos. En combinación con las unidades de tratamiento de aire pueden mantenerse plantas de refrigeración por expansión directa o unidades de enfriamiento de agua.

Club campestres (rurales):

Estas residencias se encuentran situadas normalmente en campo abierto y con frecuencia en lo alto de la colina, completamente expuestos a las agentes climáticos. Esta aplicación sugiere el empleo de toda clase de equipos, desde acondicionadores de ventana hasta centrales enfriadores de agua con unidades fan – coil (ventilador serpentín) dentro de la gama de equipos construidos en fabrica.

El panorama del acondicionamiento de aire puede definirse en tres niveles, estos se describen, a continuación, en forma general.

Aire acondicionado residencial:

Tiene como finalidad modificar las condiciones ambientales, para crear ambientes, confortable y saludables en pequeños locales o casas habitación incluye unidades para acondicionador residencias o pequeños locales.

Aire acondicionado comercial:

Su finalidad es modificar las condiciones ambientales para crear ambientes confortables y saludables en locales concurridos por determinado numero de personas con la finalidad de presentar algún servicio incluye sistema para tiendas, supermercados y unidades centrales.

Aire acondicionado industrial:

Su función es modificar las condiciones ambientales en los procesos de fabricación de ciertos productos que así lo requieren ya sea todo el proceso o solo en determinadas etapas del mismo.

1.6 Análisis del aire atmosférico.

El aire es una mezcla de gases que rodea a la tierra, es invisible, sin olor ni sabor. El aire que rodea a la tierra se llama atmósfera, y se extiende sobre la tierra 400 millas (645 km) y será dividida en algunas capas.

La capa más cercana a la tierra se llama atmósfera baja, se extiende desde el nivel del mar hasta aproximadamente 30000 pies de altura (9,145 mts). La siguiente capa se llama troposfera y abarca desde 30000 a 50000 pies (9,145 a 15,250 mts). La capa que se extiende desde 250 pies (15,250 mts) hasta 200 millas (322 km) es llamada estratosfera.

NOMBRE QUÍMICO	SÍMBOLO	% EN PESO	% EN VOLUMEN
Nitrógeno	N ₂	75.47	78.03
Oxígeno	O ₂	23.19	20.99
Bióxido de C	CO ₂	0.004	0.03
Hidrógeno	H ₂	0.001	0.01
Agua	H ₂ O	0.001	0.001
Polvo			
Gases raros		1.03	0.94

Tabla 1. Gases y sustancias que contienen el aire en la atmósfera.

El aire atmosférico es una mezcla de oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono, hidrógeno, bióxido de azufre, vapor de agua (humedad) y un muy pequeño porcentaje de gases raros.

La tabla 1 nos muestra la composición básica del aire atmosférico.

Oxígeno:

La atmósfera es aproximadamente es del 23% de oxígeno de peso. Este fácilmente se combina en muchas sustancias, cuando son quemados combustibles tales como la madera, carbón o aceite, el oxígeno de la atmósfera se combinan con el carbón e hidrógeno en el combustible para formar bióxido de carbono y agua.

El oxígeno se repone a la atmósfera a través de las plantas. Las raíces de las plantas absorben humedad del suelo absorbida por la planta, al combinarse con el carbón produce bióxido de carbono.

Nitrógeno:

Aproximadamente las tres cuartas partes de la atmósfera de la tierra en peso consisten en nitrógeno, en un elemento gaseoso que no se combina fácilmente con otras, substancias, si se combina con otros elementos. El nitrógeno normalmente es inestable y tiende a separarse de los otros elementos.

Los compuestos de nitrógeno se combinan con hidrógeno para formar amoniaco. El amoniaco, producido de está forma hace mejores fertilizantes. El amoniaco también un refrigerante importante (NH₃ H₃) (R-717). El nitrógeno líquido obtenido el aire en un refrigerante para propósitos espaciales.

Bióxido de carbono:

La atmósfera contiene aproximadamente 0.03 a 0.004 % de bióxido. Es una combinación de carbón y oxígeno es importante para desarrollo de las plantas.

Hidrógeno:

Es un gas muy ligero, no se presenta en porcentajes de peso, sin embargo se muestra en volumen. El hidrógeno forma una parte muy pequeña de la atmósfera. Esta presenta en la mayoría de los componentes.

Bióxido de azufre:

El bióxido de azufre es formado al quemar combustible que contengan azufre. Muchas plantas de energía tiene ahora la facilidad de quitar el azufre de los escapes.

Vapor de agua:

La capacidad de vapor de agua en la atmósfera varia con la temperatura. No se indica en porcentaje, pero un poco por el termino "Humedad relativa".

1.7 Aire acondicionado en automóviles.

El acondicionamiento de aire para automóviles hace posible modificar la condición del aire dentro del vehículo, mediante el control simultáneo de su contenido de humedad y su contenido de calor (temperatura).

El acondicionamiento de aire estuvo disponible para su uso en automóviles en 1927 – 28; pero en aquel tiempo el término realmente significaba que el automóvil estaba equipado con un calefactor, ventilación y algún medio para filtrar el aire.

En 1938 unos pocos camiones para pasajeros contaba con aire acondicionado. Dos años más tarde, en 1940, la compañía Packard, presentó el primer automóvil enfriado por medio de refrigeración. Estas primeras unidades eran originalmente utilizadas en el ramo comercial, pero adaptadas para su uso en automóviles.

No se elaboraron datos precisos, pero antes de estallar la Segunda Guerra Mundial existían entre 3 000 y 4 000 unidades refrigerantes instaladas en automóviles Packard.

La Segunda Guerra Mundial impidió el progreso del acondicionamiento de aire automotriz hasta los primeros años de la década de 1950, cuando la demanda del accesorio comenzó en el Suroeste de los E.U.A.

Muchas compañías grandes han descubierto que al instalar acondicionadores de aire en los automóviles de sus vendedores, las ventas se han incrementado y en algunos casos duplicado.

Los auto de alquiler y las cabinas de camiones cargueros están siendo dotados de aire acondicionado. Debido al acondicionamiento de aire, el negocio de autos de alquiler se ha incrementado.

Los transportes de carga han obtenido mayores ganancias, debido a que los conductores cuyas cabinas cuentan con aire acondicionado cubren mayores distancias que aquellos cuyos camiones no cuentan con aire acondicionado.

Actualmente, el aire acondicionado en los automóviles, ha dejado de ser un lujo, es una necesidad.

¿De qué manera le atañe a usted esto?

A medida que la popularidad del aire acondicionado aumenta en los automóviles y camiones, es obvio que exista una demanda creciente de personal de servicio y mantenimiento.

Muchos talleres que hace apenas unos cuantos años, tomaban el aire acondicionado sólo como un complemento para sus ingresos, actualmente encuentran en esta actividad su principal fuente de ganancias.

Todo lo que se requiere para manejar esto, la más costosa de las operaciones en el automóvil, es un conocimiento práctico y comprensión de la operación y funcionamiento de los controles y circuitos de la unidad acondicionadora de aire del automóvil, así como un buen conocimiento del equipo, herramientas especiales, técnicas y "trucos" del oficio.

1.8 Psicometría del aire.

Leyes psicrométricas:

- 1.- Cuando el aire seco se satura adiabáticamente, la temperatura se reduce y la humedad relativa se incrementa, y la reducción de calor sensible es igual al incremento simultáneo de calor latente.
- 2.- Cuando el contenido de humedad del aire se incrementa adiabáticamente, la temperatura se reduce simultáneamente hasta que la presión de vapor corresponde a la temperatura de saturación. Ésta se llama "temperatura de saturación adiabática".
- 3.- Cuando cierta cantidad de agua aislada se evapora, se supone que la temperatura final será la adiabática de saturación y no está afectada por convección, por lo que la temperatura de bulbo húmedo será la adiabática de saturación.

4.- La temperatura de bulbo húmedo del aire depende sólo del calor total sensibles y latente y es independiente de sus proporciones relativas. En otras palabras, la temperatura de bulbo húmedo es constante ya que el calor también lo es.

Carta psicrométrica:

La carta psicrométrica, con ella se pueden analizar gráficamente las propiedades psicrométricas y se facilita la solución de diferentes problemas.

La carta muestra, básicamente, la relación entre las cinco siguientes propiedades del aire.

- 1) Temperatura del bulbo húmedo.
- 2) Temperatura de rocío.
- 3) Temperatura de bulbo seco.
- 4) Humedad relativa.
- 5) Humedad específica.

Cuando se conocen dos datos de estas propiedades, las demás se encuentran con toda facilidad.

La carta parte de la línea de saturación, o sea, a cada temperatura de bulbo seco corresponde cierta cantidad de humedad para que haya saturación; por lo tanto, si en las abscisas se representan las temperaturas y en las ordenadas las humedades específicas, la línea de saturación tiene la forma mostrada en la siguiente figura.

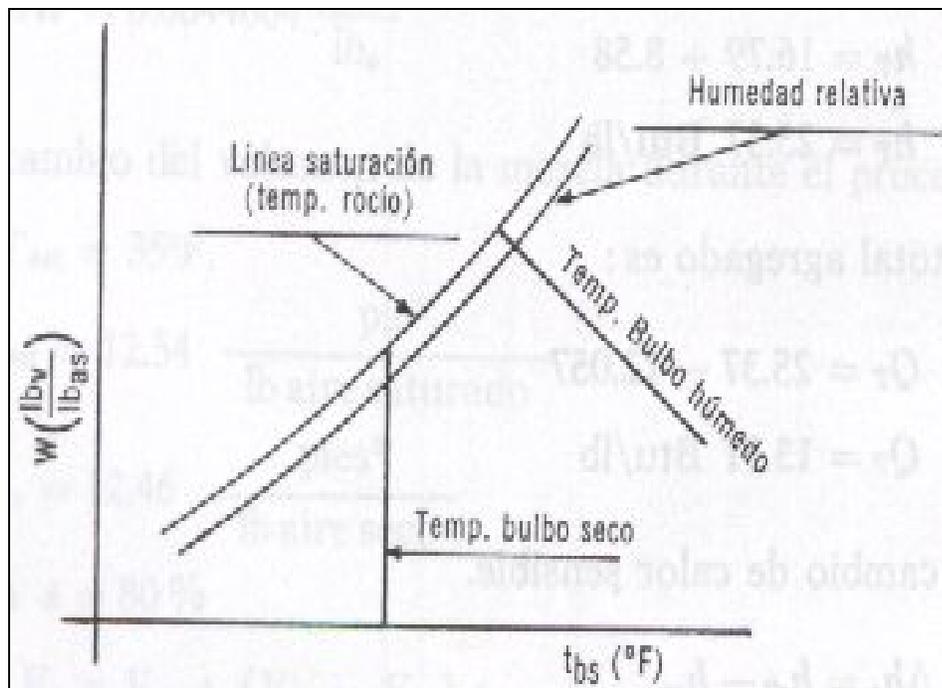


Figura 1. Propiedades psicrométricas del aire.

Propiedades psicrométricas a diferentes alturas:

La mayoría de las cartas psicrométricas se han hecho para la presión barométrica, al nivel del mar, $P_b = 29.92$ plg Hg, sin embargo, hay cartas especiales para ciertos lugares específicos que se encuentran a diferentes altitudes, como la carta para 7,500 pies de altitud de la ciudad de México.

Cuando se requiere hacer cálculos psicrométricos de un lugar cuya altitud es considerable y no se cuenta con una carta especial, se usa la carta estándar al nivel de mar, haciendo las correspondientes correcciones de humedad específica, entalpía y volumen.

La carta psicrométrica estándar contiene las tablas necesarias para poder hacer dichas correcciones; por lo general, estas tablas de correcciones están localizadas en el margen izquierdo de la misma.

1.9 Refrigeración.

Definición:

Refrigeración es al rama de la ciencia que trata del proceso de reducir y mantener más baja que su alrededor, la temperatura de un espacio dado o de un producto.

Ya que el calor absorbido se transfiere a otro cuerpo, es evidente que el proceso de refrigeración es opuesto al de calefacción.

Carga de calor:

Carga de calor es la cantidad de calor que debe retirarse del espacio por refrigerar, para reducir o mantener la temperatura deseada.

En la mayoría de los casos, la carga de calor es la suma del calor que se fuga al espacio refrigerado a través de paredes, rendijas, ranuras, etc., más el calor que produce algún producto por refrigerar o motores eléctricos, alumbrado, personas, etcétera.

Agentes de refrigeración:

En cualquier proceso de refrigeración, el cuerpo empleado como absorbente de calor se llama agente de refrigeración o agente refrigerante.

Los procesos de refrigeración se clasifican en sensibles y latentes. El proceso es sensible, cuando la temperatura del refrigerante varía al absorber calor. Es latente cuando la temperatura del refrigerante, al absorber calor, permanece constante y causa cambio de estado.

En los dos procesos, la temperatura del agente de refrigeración es menor que la temperatura del espacio por refrigerar.

Ciclo mecánico de compresión:

En el siguiente diagrama muestra los cuatro componentes básicos de cualquier sistema de refrigeración. De hecho, sólo una pequeña parte de este sistema se usa para lograr el enfriamiento. El resto es equipo necesario para la recuperación del refrigerante; o sea, que sirve como medio para convertir el refrigerante de gas a líquido de modo que se pueda volver a usar.

El funcionamiento del sistema se comprende fácilmente si se divide su operación en cuatro fases, las cuales constituyen el llamado ciclo de refrigeración.

Estas fases son: Evaporación, Compresión, Condensación y Control. Se presentan en el diagrama siguiente, en el que puede verse también la actuación del refrigerante como esponja de calor.

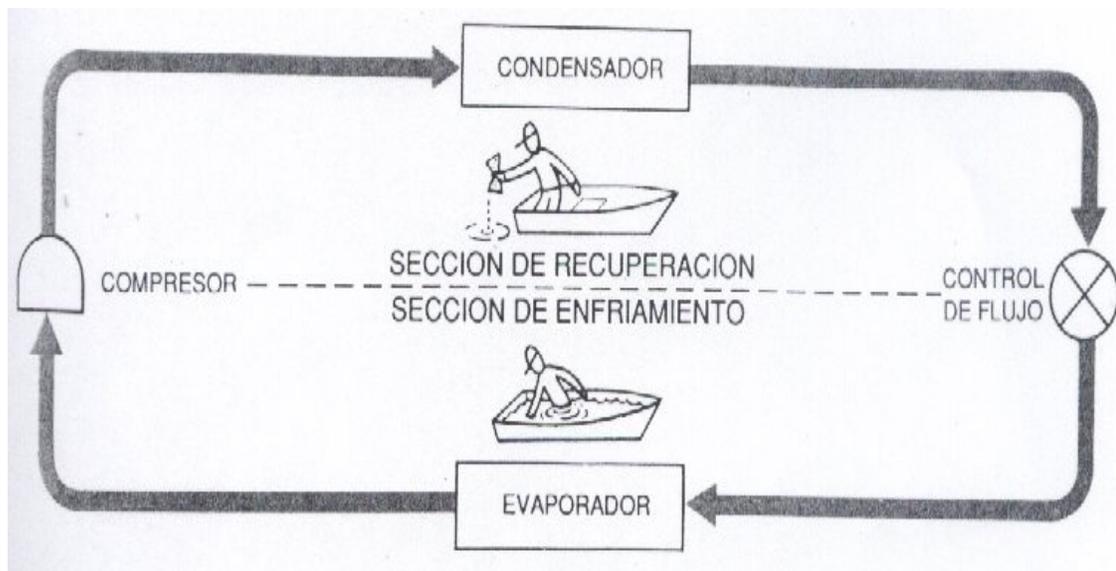


Figura 2. Ciclo de refrigeración por compresión mecánica.

Evaporación:

En la etapa de evaporación el refrigerante absorbe calor del espacio que lo rodea y por consiguiente la enfría. Esta etapa tiene lugar en un componente denominado evaporador, el cual es llamado así debido a que, al absorber calor del refrigerante, lo cambia de líquido a gas; o sea, lo evapora. Esta etapa equivale a mojar la esponja.

Compresión:

Después de evaporarse, el refrigerante es conducido a un compresor donde se aumenta la presión. Este aumento de presión es necesario para que el gas refrigerante cambie de fácilmente a líquido.

Condensación:

La fase de condensación del ciclo se efectúa en una unidad llamada condensador. Aquí, el gas refrigerante a alta presión cede el calor al aire, al agua o a ambos, cambiando de gas a líquido. Esta fase equivale a exprimir la esponja.

Control:

La fase de control es desarrollada por un mecanismo de control de flujo. Este mecanismo regula el flujo del refrigerante dentro del evaporador, y también actúa como trampa de presión. Después que el refrigerante deja el control de flujo se dirige al evaporador y comienza de nuevo el ciclo.

CAPITULO II

ELECTRICIDAD BÁSICA

2.1 Principios de electricidad.

La materia se encuentra compuesta por átomos. El átomo, esencia de todas las cosas, se consideraba en la antigüedad como un concepto filosófico que no tenía base científica. La palabra átomo proviene del latín atomus, y esta palabra del griego átomos; de a, privar, y tenno, cortar o dividir; esto es, la definición por raíz sería: aquello que no se puede dividir, lo indivisible.

La materia, sin importar el estado en que se encuentre, está constituida por partículas. Éstas reciben el nombre de moléculas, que a su vez son conglomerados de distintos átomos, los cuales proporcionan las características propias de cada tipo de materia.

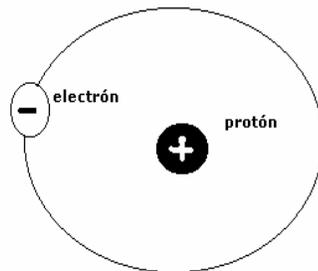


Figura 1. Átomo de hidrógeno.

Una molécula es la parte más pequeña en que se puede dividir la materia sin que ésta pierda sus características y propiedades físicas. La molécula, a su vez, está constituida por elementos simples, que denominamos átomos.

Un átomo es la parte más pequeña en que se divide la materia. Un átomo puede representarse como un sistema solar en miniatura. Los átomos están compuestos a su vez por tres partículas más pequeñas, que son: el núcleo, ubicado en el centro y constituido por los neutrones y los protones. En torno al núcleo giran los electrones, como si fueran los planetas en nuestra comparación.

Actualmente, ya se puede fusionar o dividir el átomo, con la consiguiente liberación de energía contenida en su interior e ignorada en la antigüedad. En el núcleo, los protones tienen una carga eléctrica positiva (+), en tanto que los electrones la tienen negativa (-). La razón de que los electrones se encuentren girando alrededor del núcleo en vez de encontrarse unidos a él, siendo que cargas distintas se atraen, se debe a que los electrones giran a gran velocidad y esto impide que sean completamente atraídos por el protón del núcleo, por lo que únicamente lo orbitan. El neutrón se encuentra en el núcleo junto con el protón. Se dice que no tiene carga eléctrica, por lo que es neutro, y es el que proporciona la fuerza de cohesión a la materia.

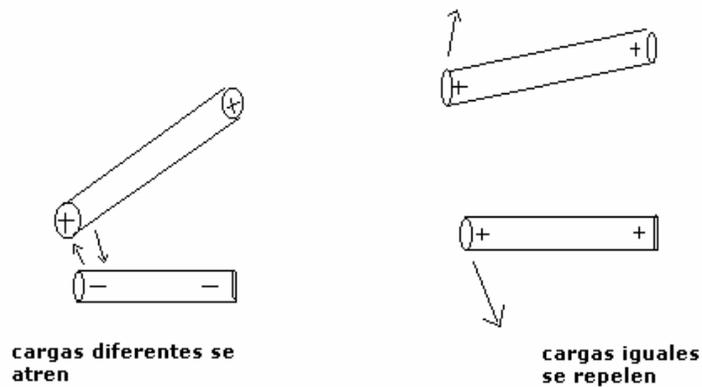


Figura 2. Cargas que se atraen y cargas que se repelen.

2.2 Electricidad estática.

Si se explica la experiencia del frotamiento de un trozo de ámbar con un paño, se dice que por la acción del calor debido al frotamiento, ambos elementos dejaban de ser neutros, ya que en estado natural, todos los cuerpos se encuentran equilibrados eléctricamente.

Al frotar, el ámbar gana electrones y se carga de electricidad negativa, en tanto que el paño, al perderlos, obtiene una carga eléctrica positiva, por lo que ambos se atraen. Ahora bien, la electricidad que se obtiene por frotación se le conoce como electricidad estática, o bien, electrostática. La electrostática es la parte de la física que estudia los sistemas de los cuerpos electrizados en equilibrio.

Un experimento que podemos realizar para conocer esta misteriosa manifestación de la electricidad, consiste en cortar varios trozos pequeños de papel y utilizar un peine de plástico. Pasamos repetidamente el peine por nuestros cabellos y después lo acercamos a los papeles.

En el acto, observaremos que los papeles se adhieren al peine y así permanecen largo rato hasta que vuelven a caer. Lo que sucede es que al pasar el peine por nuestros cabellos, pierde electrones, por lo que queda cargado con electricidad positiva y al aproximarlos a los papeles, que se encuentran equilibrados eléctricamente, son atraídos por el peine, el cual también trata de equilibrarse. Cuando los papeles y el peine han llegado a un estado de equilibrio, la corriente que los "atraía" cesa y el fenómeno termina.

La electrostática trata del conjunto de fenómenos resultantes de la presencia de cargas eléctricas inmóviles.

2.3 Electrocínética.

Durante siglos, solo se obtenía electricidad frotando materiales que producían pequeñas corrientes eléctricas entre sí. A finales del siglo XVIII se descubrió una manera distinta de generarla: se tomaba una barra de zinc y otra de cobre y se les unían alambres en sus extremos. Se sumergían en una solución acidulada (agua con unas gotas de ácido) para que sirviera de fluido conductor... Al unir los alambres terminales del zinc y del cobre se producía un chispazo azulado. Basándose en este fenómeno, el italiano Alejandro Volta inventó, en 1800, la pila eléctrica, obteniendo electricidad por medio de un procedimiento químico.

Al sumergir las placas de cobre y de zinc en el agua con ácido, algunos de los electrones del zinc eran atraídos hacia la placa de cobre, creando en ambas placas una carga eléctrica diferente. La placa de cobre, al ganar electrones, se cargaba negativamente, en tanto que el zinc, al desequilibrarse desde el punto de vista eléctrico por la pérdida de electrones, adquiría una carga eléctrica positiva. Al unir los extremos de alambre conectados a las dos placas, los electrones circulaban de una placa a otra y éstas volvían a equilibrarse.

El paso de los electrones era tan violento que producía el "chispazo". Considerando esto, podemos deducir que en el momento del chispazo se producía una corriente eléctrica. La electrocínética estudia los fenómenos provocados por el desplazamiento de las cargas inmóviles de la electrostática.

La electrocínética enseña que cuando se unen por medio de un conductor dos puntos que se encuentran a diferentes potenciales eléctricos, como en el caso de la barra de cobre y la de zinc, se produce una corriente eléctrica. Así, la electrocínética estudia los efectos de las corrientes eléctricas.

2.4 Corriente eléctrica.

Los átomos tienen una o varias órbitas en las que se acomodan o distribuyen los electrones. Esto depende de la naturaleza del elemento al que correspondan.

En condiciones normales, los átomos se encuentran equilibrados eléctricamente, es decir, la cantidad de electrones que tiene el átomo es la misma cantidad de protones que tiene el núcleo. Si por algún motivo el átomo se desequilibrara eléctricamente al perder o ganar electrones, recibiría entonces el nombre de ion. Ion positivo si ha perdido electrones y ion negativo, en caso de haberlos ganado.

Los electrones se mueven alrededor del núcleo a una velocidad promedio. Cuando se aplica una cierta cantidad de energía a un átomo – por ejemplo, el calor -, se produce un aumento en la velocidad de los electrones, principalmente los de la última órbita; y su velocidad puede llegar a un valor tal que estos electrones se desprenden del átomo.

Por esta razón, si a un metal se le aplica calor, los electrones se pueden desprender de la superficie del metal, formando a su alrededor una especie de nube llamada carga de espacio, o sea que la cantidad de electrones que se pueden desprender, depende principalmente de la cantidad de calor aplicado y de la naturaleza del metal.

Algunas sustancias químicas, como el óxido de bario, tienen la propiedad de emitir gran cantidad de electrones por el efecto del calor, pero también existen materiales que pueden emitir electrones por el efecto de la radiación de la luz. Cuando los electrones se liberan por efecto del calor, se dice que es una emisión termiónica; y cuando se liberan por el efecto de la emisión de la luz se le llama foto emisión.

Los átomos que por su naturaleza tienen uno o dos electrones en su última órbita se consideran buenos conductores eléctricos, o bien, buenos emisores electrónicos, porque este tipo de átomos tiene la propiedad de ceder con facilidad estos electrones. A estos electrones se les conoce como libres.

Por otra parte, a los átomos que tienen de 4 a 7 electrones en la última órbita se les clasifica como aislantes o dieléctricos. La materia con estas condiciones es pésima conductora de corrientes eléctricas, ya que los electrones de sus átomos son muy estables.

Tomemos un trozo de cobre y expongamos teóricamente cómo afectaría su estructura atómica el paso de una corriente eléctrica. Como sabemos, el cobre es un material conductor muy usado en la actualidad.

En primer lugar, para que se produzca una corriente eléctrica es indispensable aplicar una fuerza al alambre de cobre que pueda atraer a los electrones libres de su estructura por un extremo. Los átomos más próximos a la conexión buscarán equilibrarse eléctricamente por lo que atraerán a los electrones libres de los átomos vecinos y éstos a los siguientes, y así sucesivamente.

Por el otro extremo del cobre, conectamos otro conector o terminal cargado con electricidad negativa, contraria a la fuerza del extremo opuesto que es positiva; esta terminal negativa es rica en electrones por lo que el cobre tomará electrones para equilibrarse eléctricamente, mismos que serán arrastrados hasta el otro lado de su estructura, cerrando con esto un círculo o circuito eléctrico que perdurará mientras por un lado del cobre sean jalados los electrones libres y por el otro, el mismo cobre "jale" electrones para tratar de equilibrarse eléctricamente.

En el momento en que desconectáramos alguna de las terminales cargadas con distintos potenciales eléctricos, cesará el movimiento de electrones en la estructura del cobre; cesará la corriente eléctrica.

Mientras esté conectada la fuerza que "atrae", por un lado, y que "impulsa", por el otro, a los electrones libres, éstos se moverán ordenadamente por toda la estructura, pasando de átomo en átomo y conformando una corriente eléctrica. Esta se puede definir como un flujo de electrones. A la fuerza que "pone en movimiento" los electrones de un material conductor se le conoce comúnmente con el nombre de voltaje.

2.5 Circuito.

La palabra circuito proviene del latín “circulare” y que quiere decir “moverse de un modo continuo, volviendo siempre al mismo punto de partida”, “ir y venir continuamente”.

Por tanto, deducimos que un circuito eléctrico es aquél en el que la corriente eléctrica o el flujo de electrones se “mueve de un modo continuo entre la estructura de los conductores o alambres que lo conforman, volviendo siempre al mismo punto de partida”. Por ejemplo, en el caso de la “pila” de Volta, el circuito eléctrico se encontraba formado por los alambres que se encontraban conectados a los trozos de zinc y de cobre, respectivamente.

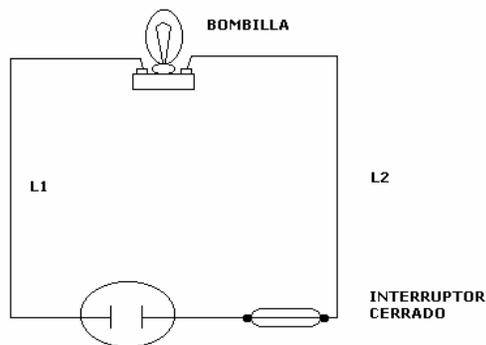


Figura 3. Circuito eléctrico simple.

El generador de la corriente eléctrica es el agua con el ácido sulfúrico y los mismos trozos de cobre y de zinc. Mientras los alambres se encontrasen separados uno de otro, el circuito eléctrico se encontraba abierto, ya que los electrones no podían pasar de un punto a otro en los que existía una diferencia de potencial, ya que el zinc, al perder electrones, adquiría una carga eléctrica positiva y el cobre, al sobresaturarse de electrones, obtenía una carga negativa.

Cuando se unían los alambres y brotaba el chispazo azul al cruzar los electrones de un material al otro se cerraba el circuito. En el ramo de la electricidad, se denomina circuito al camino que recorre una corriente eléctrica a través de lámparas, electromotores, bobinas o cualquier tipo de artefacto eléctrico conectado dentro de este “camino” y consumido de dicha corriente eléctrica.

2.6 Voltaje.

Como ya hemos visto, una corriente eléctrica se define como un “flujo de electrones” que circula ordenadamente de átomo en átomo de la estructura de un material conductor. Para que se pueda producir una corriente eléctrica, es necesaria una “fuerza” que ponga en movimiento a los electrones libres del circuito.

A la fuerza que pone en movimiento a los electrones se le llama “fuerza electromotriz”, pero se conoce más comúnmente con el nombre de “voltaje”, “diferencia de potencial” o “tensión o presión eléctrica”. El voltaje se puede definir como la fuerza que se necesita para hacer fluir una corriente eléctrica. En el cálculo de circuitos eléctricos se simboliza con la letra E y a la unidad de medida se la denomina *volt* (V).

Volt:

El volt, o voltio, como se le denomina en nomenclatura internacional, es la unidad de fuerza electromotriz, y de diferencia de potencial o tensión eléctrica, equivalente a la diferencia de potencial existente entre dos puntos de un conductor por el cual pasa una corriente de un amperio cuando la potencia perdida entre los mismos es de un *vatio* o *watt*. Símbolo : *V*.

2.7 Intensidad de corriente eléctrica.

Dado que la corriente eléctrica se define como un flujo de electrones se le llama intensidad de la corriente a la cantidad de electrones que circula por un punto determinado del circuito en un segundo (cantidad de electrones o número de electrones). En el cálculo de circuitos eléctricos la intensidad se simboliza con la letra *I* y a la unidad de medida se la denomina *amperio* o *ampere*, que es el nombre que le es dado en la nomenclatura internacional.

Ampere:

El ampere es una unidad de medida de la corriente eléctrica. Se simboliza con la letra *A*.

Nota. Para determinar con exactitud la intensidad de un ampere, se hace fluir una corriente eléctrica por un voltímetro, el cual consiste en un recipiente que contiene una solución de nitrato de plata como electrolito, un electrodo llamado ánodo, que consiste en un trozo de plata pura, y otro electrodo de forma cilíndrica llamado cátodo, que es de cobre. Antes de introducir el cátodo en la solución se comprueba con precisión su peso, después se introduce y se aplica una fuerza positiva (+) al ánodo y una fuerza negativa (-) al cátodo. Los iones de nitrato desprenden átomos de plata del ánodo que entran en la solución con carga positiva y se depositan en el cátodo, donde cada átomo absorbe un electrón, formando sobre la superficie del cátodo una capa de plata debido a los átomos que se van depositando ; este proceso se lleva a cabo durante un minuto. Después se retira el cátodo de la solución para comprobar su peso nuevamente y compararlo con el peso anterior y la diferencia se divide entre 60 segundos. Para calcular la cantidad de plata depositada sobre el cátodo en un segundo, se puede comprobar que en condiciones normales se deposita 0.001118 de gramo de plata en un segundo sobre la superficie del cátodo, que equivale a la cantidad de 6 trillones de 280 000 billones de átomos de plata, o sea, 6 280 000 000 000 000 000 átomos, o bien, 628×10^{16} , átomos de plata de acuerdo con el peso atómico y como cada átomo de plata absorbe un electrón del cátodo quiere decir que por el circuito exterior circula una cantidad igual de electrones. A la cantidad eléctrica que se mueve en la solución del voltímetro se le llama *coulombio*, o sea, 628×10^{16} átomos de plata y a la cantidad de electrones que se mueve por el circuito exterior se le llama ampere, que es igual a 628×10^{16} electrones por segundo puesto que cada átomo absorbe un electrón.

Por tanto, una corriente de un ampere es aquella que en cada segundo traslada un coulombio de electricidad en un voltímetro, lo cual quedaría expresado así :

$$\text{amperes} = \frac{\text{coulombios}}{\text{segundo}}$$

O bien :

$$I = \frac{q}{s}$$

donde:

I = Intensidad de la corriente en amperes.

q = Carga eléctrica en coulombios.

t = Tiempo en segundos.

Por acuerdo internacional, se acepta el ampere para medir y expresar la intensidad de una corriente eléctrica.

Clasificación de la corriente alterna.

La corriente alterna se clasifica de acuerdo con su movimiento electrónico (relativo a los electrones), como corriente alterna sinusoidal y como corriente alterna irregular o compleja.

La corriente alterna sinusoidal es aquella que varía en forma ordenada, con simetría. Es de frecuencia baja, de 20 ciclos por segundo (c. p. s.) hasta 20 000 c. p. s., se emplea industrialmente y es producida por generadores mecánicos.

Este tipo de corriente alterna es la que se utiliza para alimentar los hogares de nuestro país. Su diferencia de potencial o voltaje es de 125 v. c. a. (volts de corriente alterna) y tiene una frecuencia de 60. c. p. s., por tanto, en una frecuencia de 60 ciclos por segundo, la corriente alterna " da " 60 vueltas completas por segundo en los conductores que componen los circuitos eléctricos.

La corriente alterna irregular o compleja es aquella que varía en forma desordenada, sin simetría. Generalmente no se emplea.

La corriente alterna es aquella cuya intensidad es variable y varía de sentido de dirección al pasar el valor de su intensidad por el punto cero.

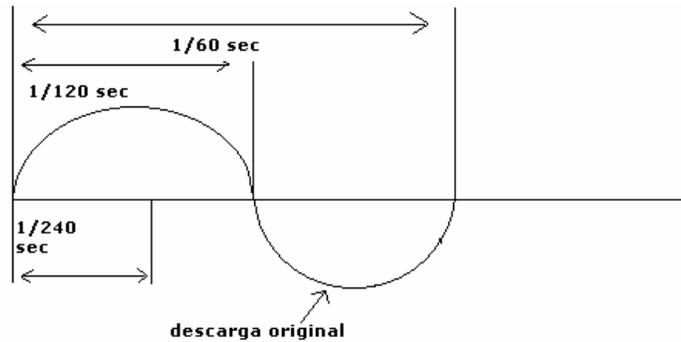


Figura 4. Corriente alterna en una onda senoidal.

La corriente alterna en un instante se mueve a través de los conductores de un circuito en un sentido, pero al siguiente instante la polaridad de la corriente aplicada se invierte, o sea que la intensidad de la corriente va decreciendo hasta alcanzar en una horizontal el nivel de cero, y comienza a fluir en sentido contrario, cambiando también la polarización del circuito eléctrico.

Entonces la corriente alterna puede graficarse o representarse por medio de ondas de propagación, como en el caso del sonido. En la figura correspondiente se detalla este fenómeno.

Se puede notar el cambio de polaridad cuando esta en la cresta superior y cuando esta en la cresta inferior.

2.8 Resistencia de los circuitos.

Para que los electrones se puedan mover dentro de la estructura atómica de un circuito, tienen que vencer cierta "oposición" que dificulta su movimiento. A esa oposición se le llama *resistencia eléctrica*. La resistencia eléctrica en los conductores es muy reducida, en tanto que en los aisladores o aislantes es muy elevada. En el cálculo eléctrico, la resistencia se simboliza con la letra R .

Ohm:

El ohm u ohmio es la unidad de medida de la resistencia eléctrica. Se simboliza con la letra griega Ω (omega mayúscula).

Aplicando la ley de ohm, se puede calcular el valor de la resistencia al aplicar el siguiente modelo matemático.

$$R = \frac{V}{I}$$

donde:

R = Resistencia del circuito.

I = Intensidad de la corriente en amperes.

V = Voltaje aplicado al circuito.

2.9 Circuitos eléctricos.

Todos los circuito eléctricos, tienen tres factores fundamentales, que son los siguientes :

E = Voltaje, expresado en volts (V).

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en amperes (A).

R = Resistencia eléctrica, expresada en ohms.(Ω).

Podemos, a voluntad, calcular cualquiera de estos tres factores dentro de un circuito eléctrico por medio de las formulas explicadas a continuación.

Para calcular el voltaje que requiere un circuito para funcionar se emplea la formula :

$$E = I \times R$$

(Esto conociendo los valores de la intensidad de la corriente y la resistencia eléctrica del circuito)

Para calcular la intensidad de la corriente que cruza por un punto determinado del circuito, empleamos la siguiente fórmula :

$$I = E / R$$

(Para efectuar las operaciones, es necesario conocer el valor de la resistencia en ohms y el valor del voltaje aplicado)

Por último, para calcular la resistencia que opone un circuito eléctrico al fácil paso de la corriente eléctrica, empleamos esta formula :

$$R = E / I$$

(Para desarrollar la fórmula es necesario conocer los valores del voltaje aplicado al circuito y la intensidad de la corriente eléctrica que circula)

Conexiones básicas en los circuitos eléctricos.

Todos los componentes eléctricos, como las resistencias, lámparas, bobinas o interruptores, etcétera, se pueden conectar en un circuito en forma individual, en serie o paralelo y en forma mixta, según sean las ventajas que se desee obtener.

Conexión en serie:

Cuando los componentes se encuentran conectados en serie quedan dispuestos uno a continuación del otro, y si por algún motivo alguno de ellos dejara de funcionar los demás también dejarán de hacerlo porque se interrumpe la circulación de la corriente.

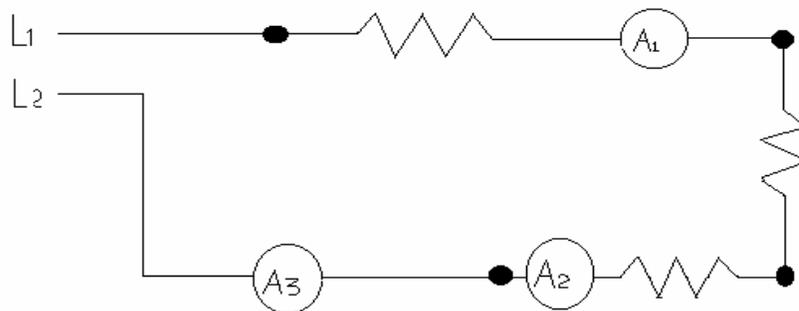


Figura 5. Diagrama donde se muestran las tres resistencias en serie, donde todas tienen la misma corriente.

En los circuitos en serie los electrones tienen un solo camino para circular, y por lo mismo, la corriente eléctrica circula con la misma intensidad a través de todos y cada uno de los componentes, los cuales necesitan cierta cantidad de voltaje para que la corriente pueda pasar a través de ellos, la cual proviene de la fuente de alimentación.

Al consumir cada componente cierta cantidad de voltaje para funcionar ocasiona lo que se denomina *caída de voltaje*, cuyo valor depende de la corriente que circula y de la resistencia que ofrece el componente al paso de la misma. En estos circuitos se debe tener la precaución de observar que todos los elementos puedan soportar la misma cantidad de corriente, aunque sean para diferente voltaje.

Propiedades de los circuitos en serie :

- 1.- La corriente que circula por un circuito en serie es *la misma* en cualquier punto del circuito.
- 2.- Cada componente conectado en serie produce una caída de voltaje, cuyo valor depende de la corriente que circula y la resistencia que ofrece el mismo.
- 3.- La suma de las caídas de voltaje que producen los componentes es igual al voltaje aplicado al circuito.

Conexión en paralelo:

Cuando los componentes se conectan en paralelo quedan dispuestos en forma independiente uno del otro, si por algún motivo alguno de ellos dejara de trabajar, los demás trabajarán, ya que aun reciben corriente y voltaje.

En un circuito en paralelo la corriente se divide proporcionalmente entre todas sus ramas o derivaciones, y el valor del voltaje aplicado es igual al de los extremos de todo el circuito. En los circuitos en paralelo se debe tener la precaución de observar que todos los componentes puedan soportar el mismo voltaje, aunque sean para diferente corriente.

Propiedades de los circuitos en paralelo:

- 1.- El voltaje aplicado a un circuito paralelo es igual al de los extremos de todo el circuito.
- 2.- La corriente que circula por un circuito en paralelo se divide en proporción en tantas ramas como tenga el mismo.
- 3.- La suma de las corrientes que circulan por las ramas es igual a la corriente total del circuito.

si el voltaje es de línea monofásica podemos decir que: $V_s = V_1 = V_2 = V_3 = 120$ voltios.

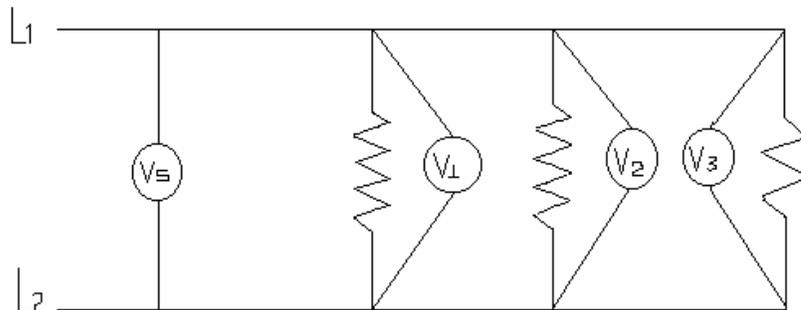


Figura 6. Diagrama donde se muestran las tres resistencias en paralelo, donde todas tienen el mismo voltaje.

Conexión mixta:

Cuando los componentes se encuentran conectados en serie y en paralelo en el mismo circuito, o sea en forma mixta, el voltaje y la corriente se reparten de acuerdo, con las características, cantidad y distribución de los componentes.

En este tipo de circuitos se debe tener la precaución de observar el sentido y distribución de la corriente eléctrica, para facilitar la interpretación de la distribución de los componentes. Esto generalmente se hace de izquierda a derecha, pero en muchos casos es necesario analizarlos de derecha izquierda, o bien, se invierten por convención la dirección de la corriente.

2.10 Dispositivos eléctricos.

Electromagnetismo:

Veinte años después del perfeccionamiento de la pila eléctrica, se hizo por casualidad otro descubrimiento. Al estar dictando una conferencia el físico danés Hans Oersted empujó involuntariamente una brújula bajo un alambre con corriente eléctrica, y vio, asombrado, que la aguja dejaba de marcar el norte, colocándose el perpendicular al cable, esto demostraba que el cable, además de conducir electricidad, generaba a su alrededor una fuerza similar a la de un imán, es decir, producía un campo magnético.

La Tierra, por su parte, es un gigantesco imán y, además, es un cuerpo "electrizado". Nosotros y todos los demás objetos nos encontramos rodeados completamente por campos eléctricos y magnéticos.

Cuando una corriente eléctrica se mueve por un conductor, se forma a su alrededor y en toda su extensión un campo magnético, cuya dirección y fuerza dependen fundamentalmente de la dirección y de la intensidad de la corriente que circula. En resumen, se llama electromagnetismo a la generación de un campo magnético por efecto de una corriente eléctrica.

Bobina o solenoide:

Se llama bobina o solenoide a un dispositivo que consiste en un tubo de cartón, papel, etc; sobre el cual se devana (teje) un alambre en forma de hélice.

Cuando una corriente eléctrica recorre un conductor recto se forma un campo magnético demasiado débil en cualquier punto del conductor, pero si se dobla en forma de circuito una parte del conductor, en este lugar se concentran las líneas magnéticas y aumenta la densidad del campo magnético.

En una bobina las vueltas de alambre se encuentran paralelas entre si, y como son recorridas por las misma corriente, los campos magnéticos que se producen en cada vuelta llevan la misma dirección y se unen para formar un solo campo magnético, aunque más potente.

La polaridad magnética del campo que se produce en una bobina depende de la dirección de la corriente, es decir, por el extremo que encuentra la corriente se forma el polo norte, y por el extremo que sale la corriente se forma el polo sur.

Interacción de los solenoides o bobinas:

Cuando se colocan dos bobinas a determinada distancia y paralelas entre si, si son recorridas por una corriente eléctrica en la misma dirección cada una, los campos se "rechazan" porque a los extremos se forman polos magnéticos del mismo nombre o tipo, pero si en alguna de ellas se invierte la dirección de la corriente, los campos magnéticos se "unen" porque se forman polos magnéticos de tipo contrario.

Electroimanes o electro magnetos:

Un electroimán o electro magneto consiste en dos bobinas conectadas en serie pero devanadas en sentido contrario sobre un núcleo (estructura laminar utilizada para reforzar los campos magnéticos) de hierro "dulce" que puede ser en forma de barra recta o en forma de herradura el núcleo metálico se "magnetiza" mientras la corriente eléctrica circula por las bobinas pero se desmagnetiza tan pronto se interrumpe la corriente.

CAPITULO III

COMPONENTES MECÁNICOS DEL AIRE ACONDICIONADO DE AUTOBUSES

3.1 Descripción de la unidad y sus componentes.

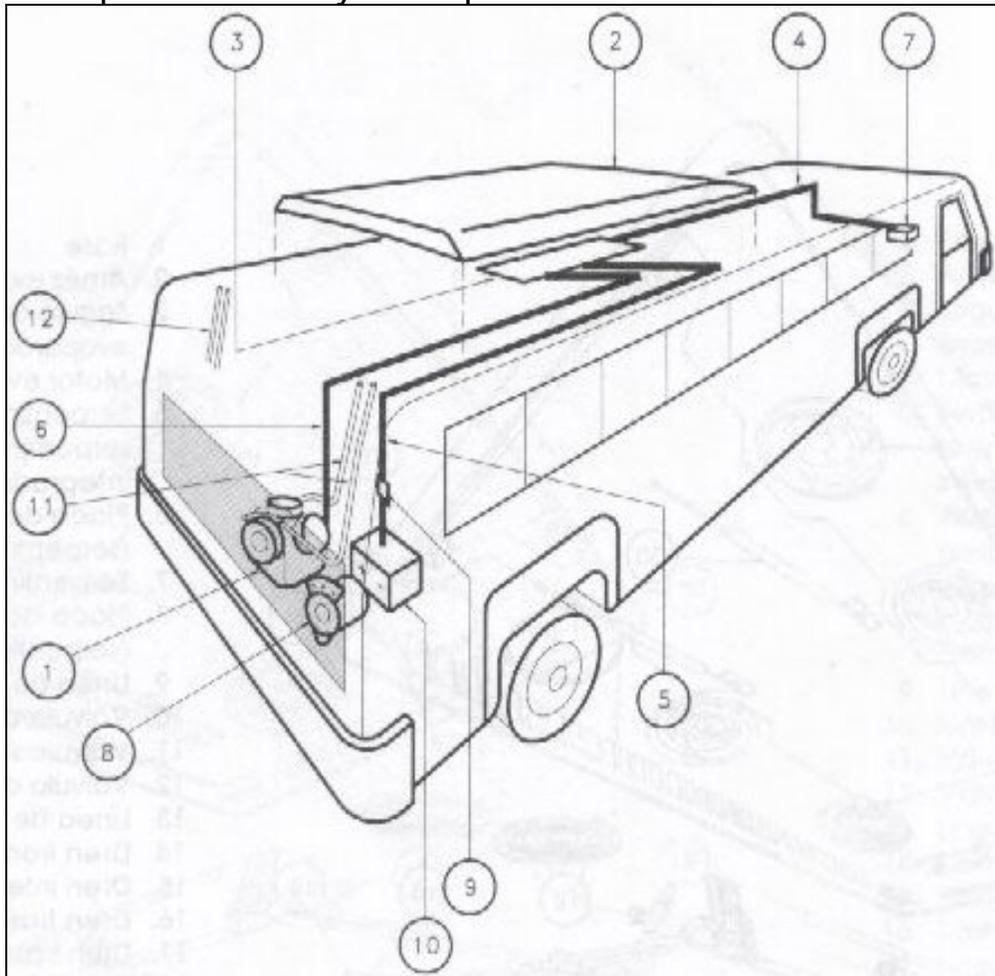


Figura 1. Diagrama donde se muestran los componentes del aire acondicionado del autobús modelo GR-60.

- 1.- Compresor.
- 2.- Unidad Apex (evaporador y condensador).
- 3.- Tableros Electrónicos.
- 4.- Arnés Principal.
- 5.- Arnés Eléctrico de Potencia.
- 6.- Arnés Compresor.
- 7.- Módulo de Control Digital.
- 8.- Alternador.
- 9.- Relevador de Poder.
- 10.- Batería.
- 11.-Mangueras o Tubería de Refrigerante.
- 12.-Mangueras o Tubería de Calefacción.

Motor del Autobús.

Modelo	Serie	Descripción
GR – 60	Unidad de Techo	Seis Motores de Condensador

3.2 Ensamble del evaporador y del condensador.

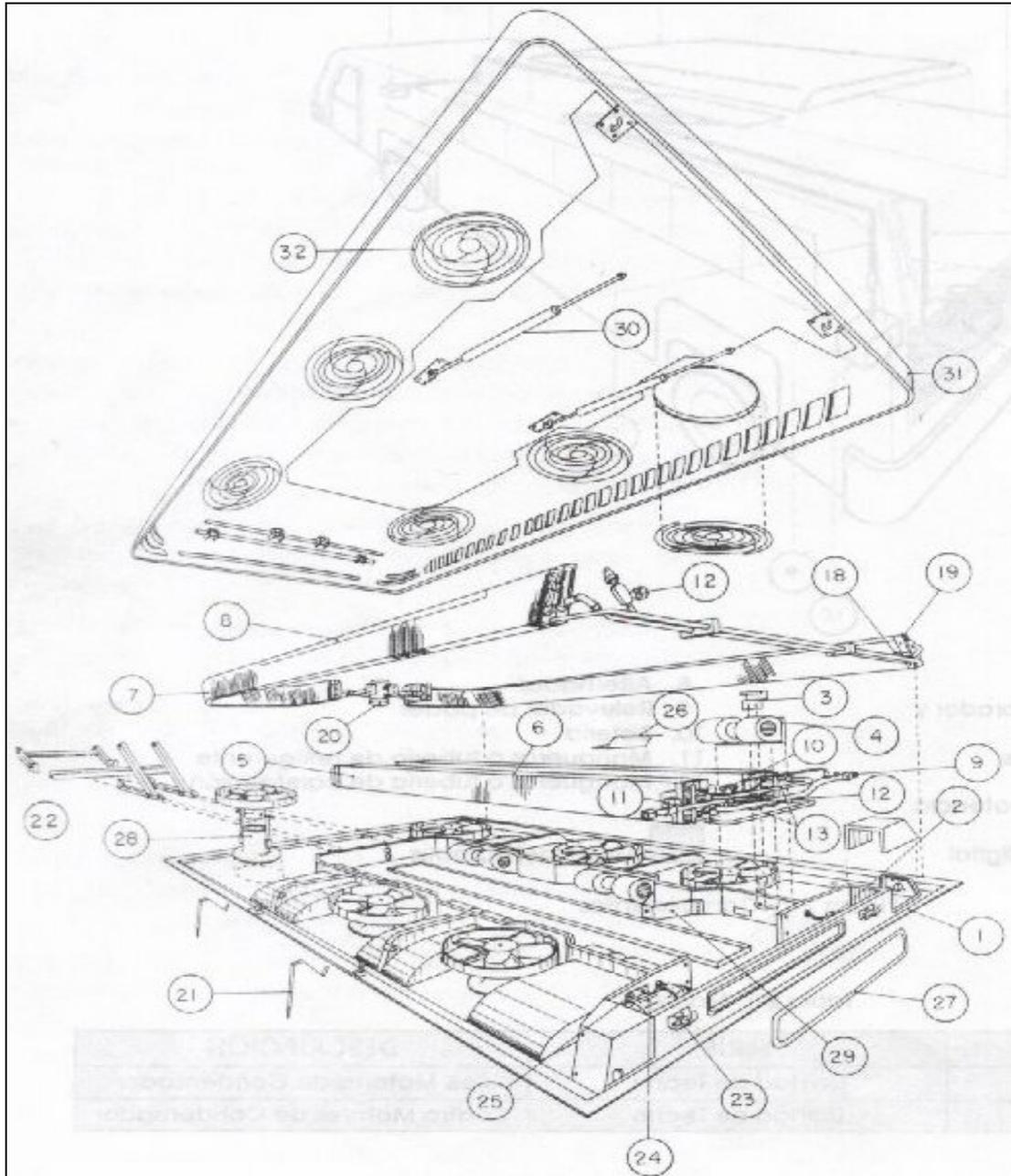


Figura 2. Diagrama donde se muestran el ensamble de los componentes del aire acondicionado del autobús modelo GR-60.

- 1.- Base.
- 2.- Arnés evaporador.
- 3.- Seguro de fijación de motores evaporador (6).
- 4.- Motor evaporador (6).
- 5.- Serpentín evaporador con serpentín de calefacción integrado.
- 6.- Placa de protección (serpentín evaporador).
- 7.- Serpentín condensador (2).
- 8.- Placa de protección (serpentín condensador).
- 9.- Línea de succión.
- 10.- Válvula de expansión.
- 11.- Válvula solenoide de líquido.
- 12.- Válvula de servicio (2).
- 13.- Línea de calefacción.
- 14.- Dren frontal (2)*.
- 15.- Dren intermedio (2)*.
- 16.- Dren trasero evaporador (2)*.
- 17.- Dren trasero condensador (2)*.
- 18.- Línea de descarga.
- 19.- Válvula de precarga.
- 20.- Tanque recibidor.
- 21.- Tirante de sujeción para serpentín condensador (4).
- 22.- Bisagra.
- 23.- Chapa (2).
- 24.- Filtro deshidratador.
- 25.- Soporte inferior (filtro deshidratador).
- 26.- Soporte superior (filtro deshidratador).
- 27.- Sistema de aire fresco.
- 28.- Soporte de motor condensador (6).
- 29.- Soporte de amortiguador (2).
- 30.- Amortiguador (2).
- 31.- Tapa.
- 32.- Rejilla de motor condensador.

3.3 Ciclo de calefacción.

La calefacción es controlada por un termostato que controla la operación de la válvula de paso de anticongelante. Cuando la válvula solenoide es energizada, la válvula abrirá para permitir el paso del anticongelante del motor a través del serpentín de calefacción.

Cuando la válvula se energiza, la bomba adicional de impulsión de agua (opcional), se activa para hacer circular el anticongelante del motor a través de los serpentines de calefacción. El anticongelante sale del serpentín y fluye hacia la válvula. Cuando se abre, el anticongelante, fluye a través de la tubería de regreso al motor.

3.4 Válvula de paso de anticongelante.

La Válvula de Recalentamiento es una válvula solenoide electrónicamente controlada por un comando termostático. La Válvula de Recalentamiento controla el flujo de anticongelante para el serpentín de calefacción mientras opera en el modo de calefacción. La válvula es normalmente cerrada y abre cuando la bobina está energizada, y cierra ésta cuando está desenergizada.

Cuando el termostato solicita calefacción, se energiza la bobina de la válvula de paso de anticongelante, el émbolo se levanta y el puerto se abre para liberar la presión en la parte alta del diafragma.

La presión de entrada de la válvula actuará en la parte baja del diafragma, levantándolo para abrir el puerto principal. Una vez que el puerto está abierto, el diafragma se mantiene levantado del asiento debido a la diferencia de presión a través del puerto.

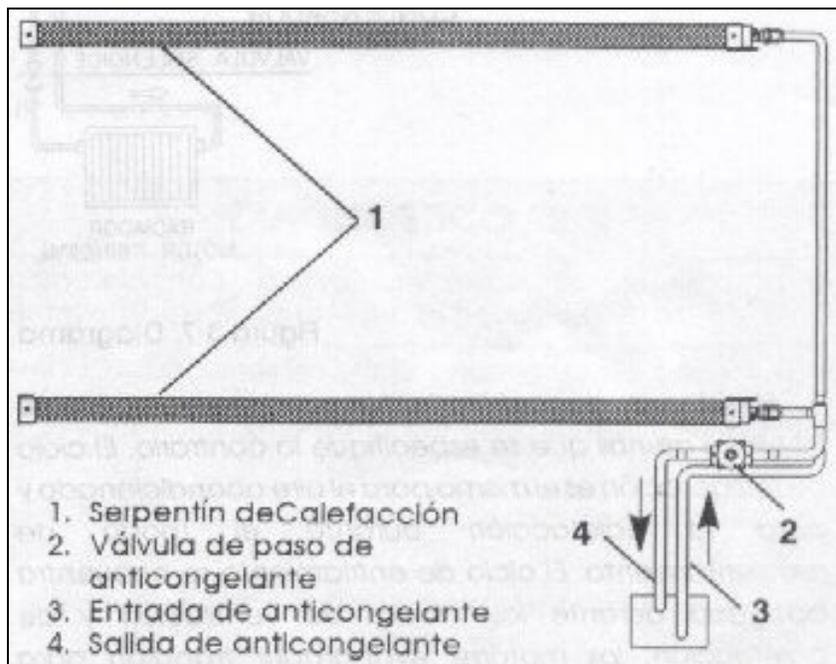


Figura 3. Diagrama donde se muestra el ensamble del serpentín de calefacción.

Cuando la bobina se des-energiza, el émbolo cae debido al resorte de retroceso y cierra el puerto piloto. La presión arriba del diafragma ya no regresa a la salida de la válvula y el diafragma cae, cerrando así el puerto principal.

La diferencia de presión máxima de operación de la válvula (MOPD) es 35 psig. el MOPD es la máxima diferencia de presión en la cual la solenoide se abrirá. La válvula tiene una capacidad mínima de 10 galones por minuto con una diferencia de presión de 3 psig a través de la válvula.

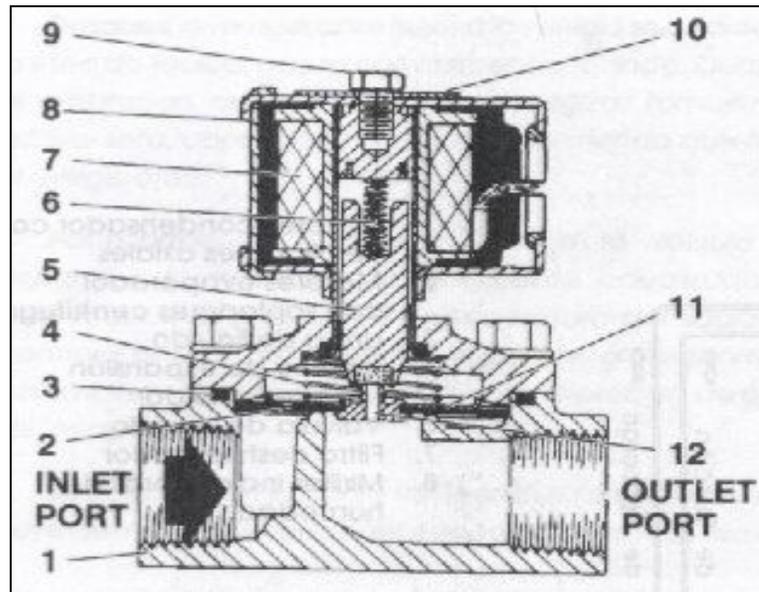


Figura 4. Diagrama donde se muestra la válvula de paso del anticongelante.

- 1.- Cuerpo de válvula.
- 2.- Puerto ecualizador.
- 3.- O-Ring.
- 4.- Resorte de Cierre.
- 5.- Émbolo.
- 6.- Resorte de retroceso.
- 7.- Bobina.
- 8.- Ensamble carcasa bobina.
- 9.- Tornillo de fijación.
- 10.- Placa de Identificación.
- 11.- Diafragma.
- 12.-Puerto piloto.

3.5 Ciclo de refrigeración.

El sistema de enfriamiento contiene refrigerante R134a, a menos que se especifique lo contrario.

El ciclo de refrigeración es el mismo para el aire acondicionado y para la calefacción durante el modo de recalentamiento. El ciclo de enfriamiento se encuentra apagado durante los modos de ventilación y de calefacción, los motores evaporador trabajan para circular aire a través del autobús, en todos los modos de operación.

El ciclo de enfriamiento comienza cuando el embrague del compresor está energizado. El compresor eleva la presión y la temperatura del refrigerante, y lo fuerza a pasar por los tubos del condensador. Los motores del condensador trabajan moviendo el aire ambiente (el cual se encuentra a temperatura más baja que el refrigerante) hacia el exterior de los tubos del condensador.

El calor se transfiere del refrigerante (dentro de los tubos) al aire del condensador (fluyendo sobre los tubos). los tubos del condensador tienen aletas diseñadas para incrementar la transferencia de calor del gas refrigerante al aire. Este traslado de calor convierte el refrigerante en líquido. El refrigerante líquido deja el condensador y fluye al tanque receptor.

El tanque receptor sirve como un almacén de refrigerante líquido, de esta manera un suministro constante está disponible para el evaporador según lo requiera, y como un espacio para almacenar cuando se entrapa el refrigerante en el lado de alta presión.

El tanque receptor está equipado con 2 mirillas indicadoras para observar el nivel correcto de carga, las cuales tienen un elemento sensor de humedad. Este elemento, colocado al centro de la mirilla inferior, gradualmente cambiará su color en dirección al incremento o decremento del contenido de humedad en el sistema.

Las condiciones de operación para el control de humedad son entonces más sencillas de determinar comparando el color del elemento con los cuatro colores desplegados en la etiqueta de referencia. El color cambia cuando el contenido de humedad del sistema cambia.

El refrigerante deja el receptor y fluye a través del circuito de subenfriamiento de los serpentines condensador. Después llega al filtro deshidratador, a través de la válvula de servicio, en donde un absorbente mantiene al refrigerante limpio y seco. El flujo continua a través de la válvula de servicio de salida.

Después, el refrigerante fluye a la válvula solenoide de la línea de líquido, que es normalmente cerrada. Cuando el embrague del compresor se energiza, también se activa ésta, abriendo la válvula y permitiendo que fluya el refrigerante.

Posteriormente, el líquido pasa a la válvula de expansión termostática externamente ecualizada, la cual reduce la presión y la temperatura del líquido, y controla el flujo del líquido refrigerante al evaporador para obtener el uso máximo de la transferencia de calor del evaporador.

La baja presión y la baja temperatura del líquido, que fluye dentro de los tubos del evaporador, es mas fría que el aire que circula sobre los tubos, movidos por los motores evaporador. La transferencia de calor es establecida entre el aire del evaporador (el que fluye sobre los tubos) y el refrigerante (dentro de los tubos). Los tubos evaporador tienen aletas de aluminio para incrementar dicha transferencia de calor, por lo tanto el aire enfriado circula en el interior del autobús.

La transferencia de calor del aire a la baja temperatura del líquido refrigerante en el evaporador, provoca que el líquido se evapore. Este vapor a baja presión y a baja temperatura pasa a través de la línea de succión, y el vapor es enviado al compresor, en donde el ciclo se repite.

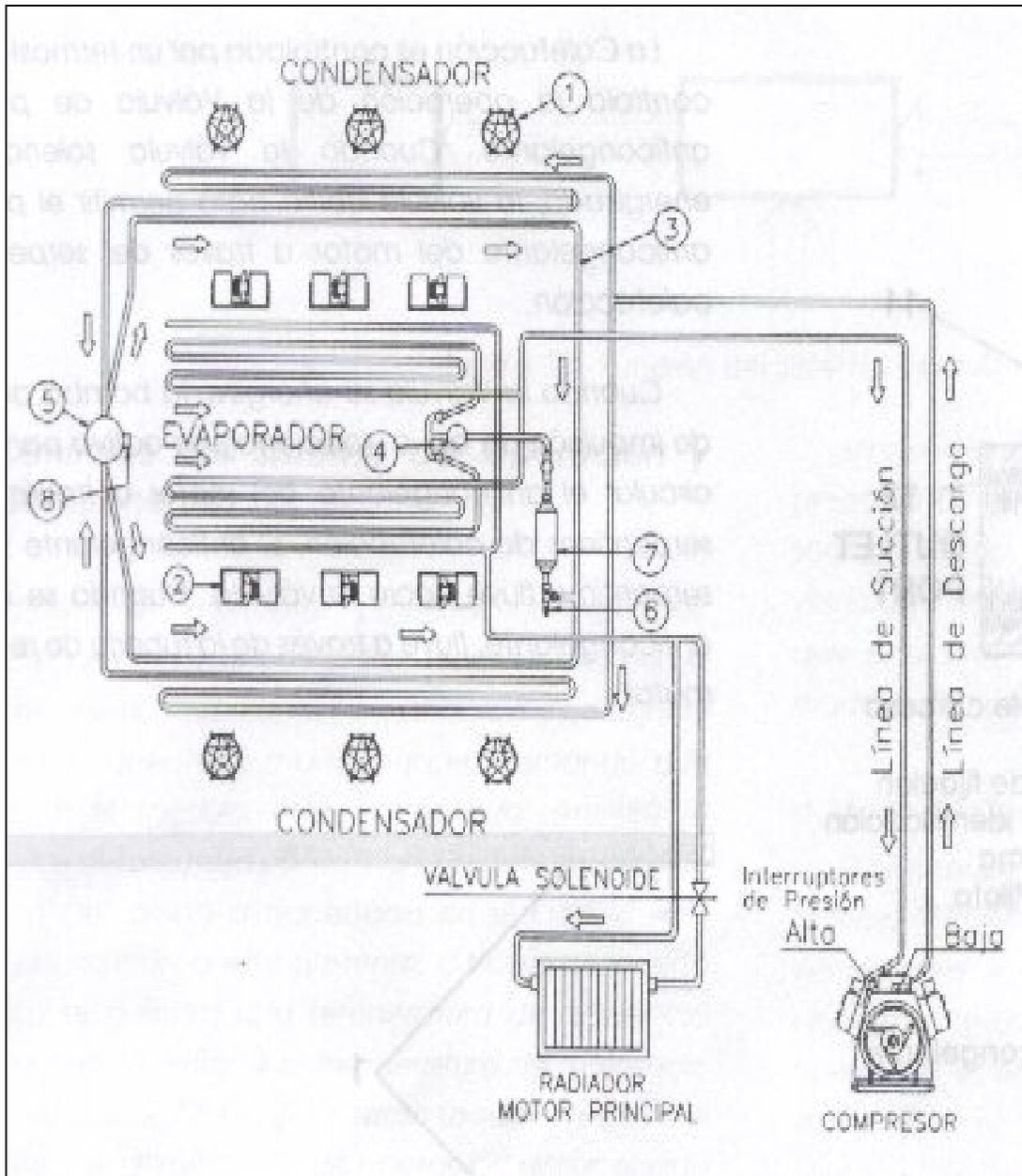


Figura 5. Diagrama donde se muestra el ciclo de refrigeración del aire acondicionado del autobús modelo GR-60.

- 1.- Motores condensador con ventiladores axiales.
- 2.- Motores evaporador con sopladores centrífugos.
- 3.- Línea de líquido.
- 4.- Válvula de expansión.
- 5.- Tanque receptor.
- 6.- Válvula de servicio.
- 7.- Filtro deshidratador.
- 8.- Mirillas indicadoras de humedad.

CAPITULO IV

DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y DE CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO DE AUTOBUSES.

4.1 Dispositivos eléctricos.

4.1.1 Tablero de relevadores, motores de imanes permanentes de dos velocidades con conexión serie o paralela (opción 1).

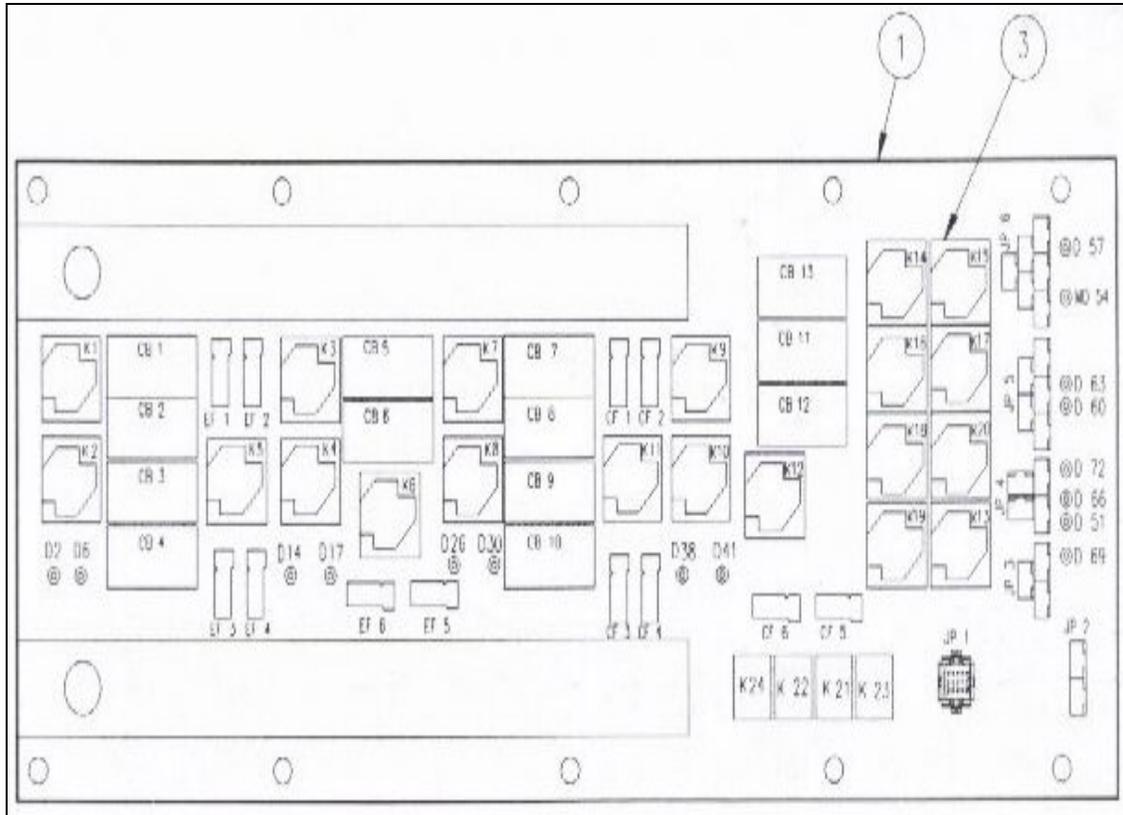


Figura 1. Diagrama donde se muestra el tablero de los dispositivos eléctricos del aire acondicionado del autobús modelo GR-60, en opción 1.

Relevadores:

- K1 Energiza motores evaporador 1 y 2 en velocidad alta o motores evaporador 1, 2, 3 y 4 en velocidad baja.
 - K2 Energiza motores evaporador 3 y 4 en velocidad alta (no energiza en velocidad baja).
 - K3 Energiza motores evaporador 5 en velocidad alta o motores evaporador 5 y 6 en velocidad baja
 - K4 Energiza motores evaporador 6 en velocidad alta (no energiza en velocidad baja).
 - K5 Conecta el lado negativo de los motores evaporador 1 y 2 a tierra en velocidad alta. Conecta el lado negativo de los motores evaporador 1 y 2 al lado positivo de los motores evaporador 3 y 4 en velocidad baja.
 - K6 Conecta el lado negativo del motor evaporador 5 a tierra en velocidad alta. Conecta el lado negativo del motor evaporador 5 al lado positivo del motor evaporador 6 en velocidad baja.
 - K7 Energiza motores condensador 1 & 2 en velocidad alta o motores condensador 1, 2, 3 y 4 velocidad baja.
 - K8 Energiza motores condensador 3 y 4 en velocidad alta (no energiza en velocidad baja).
 - K9 Energiza motor condensador 5 en velocidad alta o motores condensador 5 y 6 en velocidad baja.
 - K10 Energiza motor condensador 6 en velocidad alta (no energiza en velocidad baja).
 - K11 Conecta el lado negativo de los motores condensador 1 y 2 a tierra en velocidad alta. Conecta el lado negativo de los motores condensador 1 y 2 al lado positivo de los motores condensador 3 y 4 en velocidad baja.
 - K12 Conecta el lado negativo del motor condensador 5 a tierra en velocidad alta. Conecta el lado negativo del motor condensador 5 al lado positivo de los motores condensador 3 y 4 en velocidad baja.
 - K13 Energiza el embrague del A / A.
 - K14 Energiza descargador 1.
 - K15 Energiza descargador 2.
 - K16 Energiza la compuerta del sistema de aire fresco.
 - K17 Energiza la válvula de calefacción.
 - K18 Activa la luz de falla.
 - K19 Activa la bomba adicional de impulsión de agua.
 - K20 Activa la salida adicional.
 - K21 Es energizado por el tablero lógico para encender los motores evaporador en velocidad alta. Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K1, K2, K3 y K4.
 - K22 Es energizado por el tablero lógico para encender los motores evaporador en velocidad baja. Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K1, K3, K5 y K6.
 - K23 Es energizado por el tablero lógico para encender los motores del condensador en velocidad baja.
- Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K7, K8, K9 & K10.
- K24 es energizado por el tablero lógico para encender los motores del condensador en velocidad baja. Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K7, K9, K11 & K12.

Interruptores térmicos:

Motor 24 V. 12 V.

CB 1 Evaporador #1, 15 Amp. 25 Amp.
CB 2 Evaporador #2, 15 Amp. 25 Amp.
CB 3 Evaporador #3, 15 Amp. 25 Amp.
CB 4 Evaporador #4, 15 Amp. 25 Amp.
CB 5 Evaporador #5, 15 Amp. 25 Amp.
CB 6 Evaporador #6, 15 Amp. 25 Amp.
CB 7 Condensador #1, 15 Amp. 25 Amp.
CB 8 Condensador #2, 15 Amp. 25 Amp.
CB 9 Condensador #3, 15 Amp. 25 Amp.
CB 10 Condensador #4, 15 Amp. 25 Amp.
CB 11 Condensador #5, 15 Amp. 25 Amp.
CB 12 Condensador #6, 15 Amp. 25 Amp.
CB 13 A / A, Clutch, Descargadores 1 y 2, Compuerta de aire fresco, Válvula de calefacción, Luz de falla, Salida Adicional 15 Amp. 25 Amp.

Conectores:

F 1 – EF 6 Motores evaporador.
CF 1 – CF 6 Motores condensador.
JP 1 Conector para las señales de sobre temperatura de motores evaporador y condensador.
JP 2 Conector de tablero lógico.
JP 3 Conector para protección térmica y salida de la bomba adicional de impulsión de agua.
JP 4 Descargadores 1 y 2.
JP 5 Salida adicional, Compuerta de aire fresco, Válvula de calefacción.
JP 6 Embrague de A / A, Luz de falla, Interruptores de presión alta / baja del compresor.

Indicadores luminosos:

D 2 Relevador K1 activo (motores evaporador 1, 2, 3 y 4 trabajando).
D 6 Se iluminará si los motores evaporador 1, 2, 3 y 4 están en alta. Estará a medida intensidad si los motores 1, 2, 3 y 4 están en baja.
D 14 Relevador K3 activo (motores evaporador 5 y 6 trabajando).
D 17 Se iluminará si los motores evaporador 5 y 6 están en alta.
D 26 Relevador K7 activo (motores condensador 1, 2, 3 y 4 trabajando).
D 30 Se iluminará si los motores condensador 1, 2, 3 y 4 están en alta. Estará a medida intensidad si los motores condensador 1, 2, 3 y 4 están en baja.
D 38 Relevador K9 activo (motores condensador 5 y 6 trabajando).
D 41 Se iluminará si los motores condensador 5 y 6 están en alta. Estará a medida intensidad si los motores condensador 5 y 6 están en baja.
D 51 Embrague de A / A activo.
D 54 Señal del descargador 1 activa.
D 57 Señal del descargador 2 activa.
D 60 Compuerta de aire fresco activa.
D 63 Señal de válvula de calefacción activa.
D 66 Señal de falla activa.
D 69 Señal de bomba adicional de impulsión activa.
D 72 Señal de salida adicional activa.

4.1.2 Tablero de relevadores, motores de corriente directa conmutados eléctricamente en señales de entrada de dos velocidades o motores de imanes permanentes (opción 2).

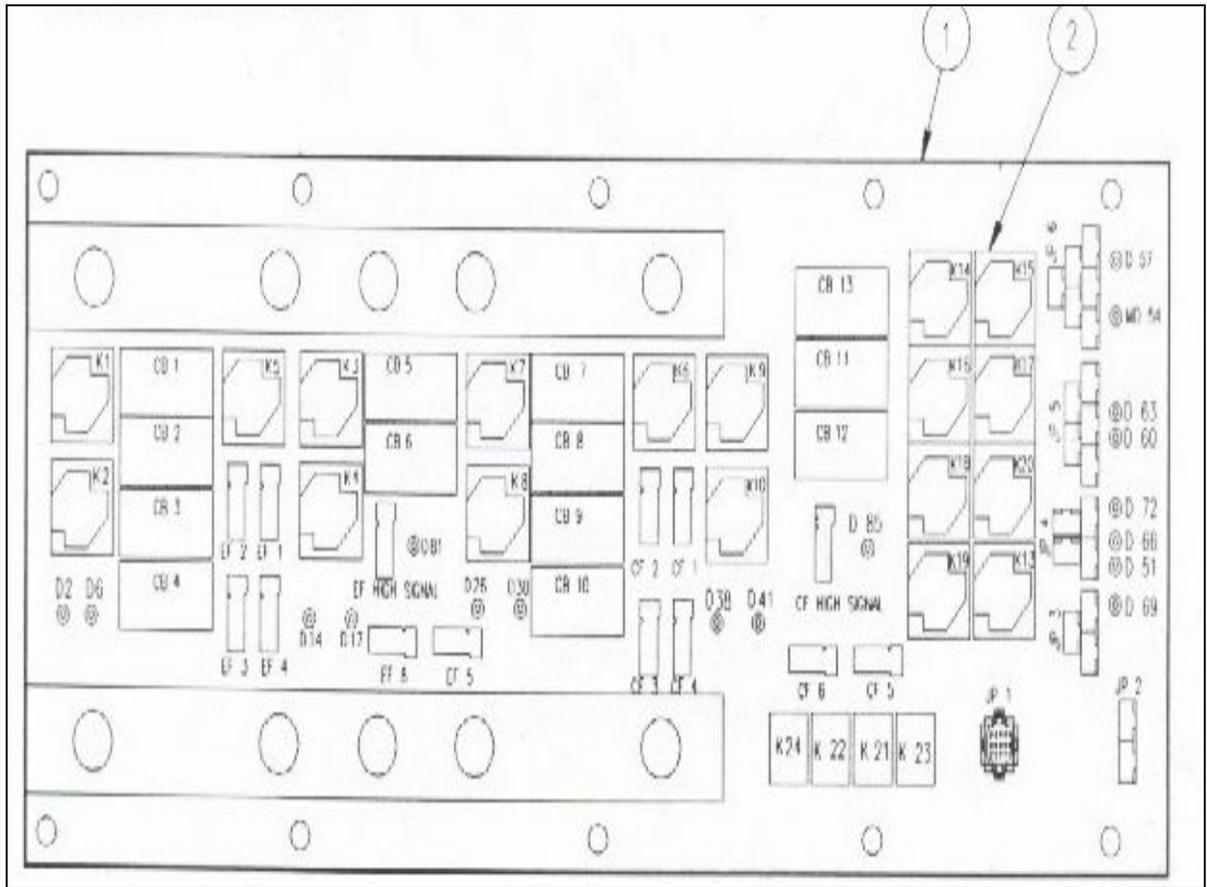


Figura 2. Diagrama donde se muestra el otro tablero de los dispositivos eléctricos del aire acondicionado del autobús modelo GR-60, en opción 2.

Relevadores:

- K1 Energiza motores evaporador 1 y 2.
- K2 Energiza motores evaporador 3 y 4.
- K3 Energiza motor evaporador 5.
- K4 Energiza motor evaporador 6.
- K5 Proporciona la señal de alta velocidad a los motores evaporador.
- K6 Proporciona la señal de alta velocidad a los motores condensador.
- K7 Energiza motores condensador 1 y 2.
- K8 Energiza motores condensador 3 y 4.
- K9 Energiza motor condensador 5.
- K10 Energiza motor condensador 6.
- K13 Energiza el embrague del A / A.
- K14 Energiza descargador 1.
- K15 Energiza descargador 2.
- K16 Energiza amortiguador de aire fresco.
- K17 Energiza la válvula de calefacción.
- K18 Energiza la luz de falla.
- K19 Energiza la bomba adicional de impulsión de agua.
- K20 Energiza la salida adicional.
- K21 Enciende los motores evaporador en velocidad alta. Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K1, K2, K3, K4 y K5.
- K22 Enciende los motores evaporador en velocidad baja. Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K1, K2, K3 y K4.
- K23 Enciende los motores de condensador en alta. Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K6, K7, K8, K9 y K10.
- K24 Enciende los motores de condensador en velocidad baja. Los contactos de este relevador energizan las bobinas de los relevadores K7, K8, K9 y K10.

Interruptores térmicos:

Referirse a la sección anterior.

Conectores:

Referirse a la sección anterior, y agregar:

- EF – SEÑAL DE ALTA Señal de alta velocidad a los motores evaporador.
- CF – SEÑAL DE ALTA Señal de alta velocidad a los motores condensador.

Indicadores luminosos:

- D 81 Motores evaporador en alta.
- D 85 Motores condensador en alta.

4.2 Tablero lógico.

J1 Alimentación y salida a relevador principal.

J2 Interfaz de conexión al módulo de control.

J3 Señales de control con interruptores.

J4 Entradas de control (WTS, Interruptor de presión de baja, etc.).

J5 Interfaz de relevador.

J6 Entradas analógicas (termistores, etc.):

J7 Interfaz de diagnóstico (RS232, DB9).

J8 Señal PWM (uso futuro).

D2 Parpadea una vez por segundo; en operación normal se queda fijo para indicar alarmas detectadas.

D3 Apagado en operación normal, despliega el código de alarma en número de pulsos (2 dígitos).

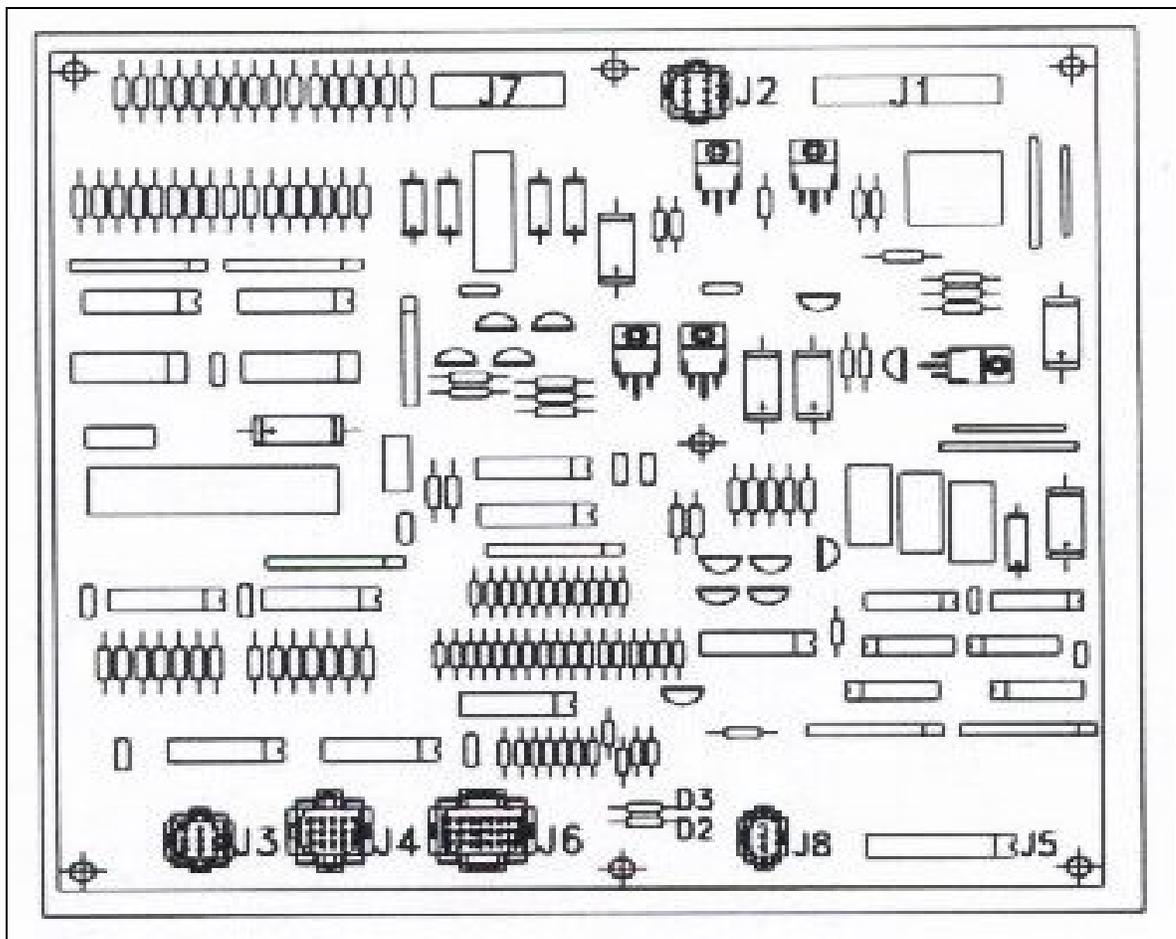


Figura 3. Diagrama donde se muestra el tablero lógico del aire acondicionado del autobús modelo GR-60.

4.2 Dispositivos electrónicos.

4.2.1 Función del sistema electrónico.

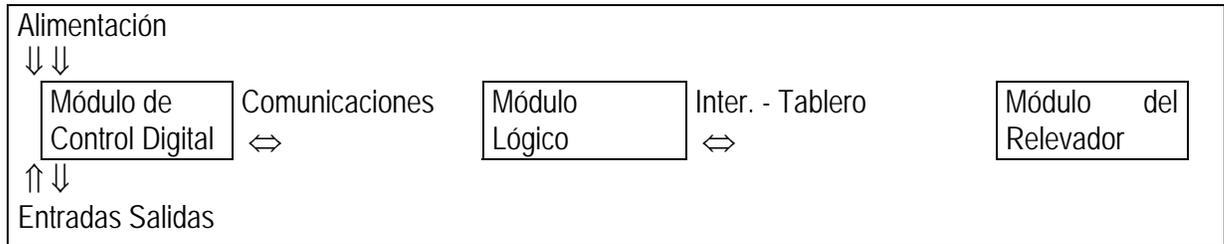


Figura 4. Diagrama donde se muestra en forma general el funcionamiento del sistema electrónico del aire acondicionado del autobús modelo GR-60.

4.3 Controles del sistema de operación.

Al activar el interruptor principal del autobús, comienza automáticamente un diagnóstico en el sistema eléctrico. Posteriormente, Verificará si un control remoto está conectado mandando un comando a la pantalla. Si el módulo está conectado, enviará la información desplegada por omisión y la temperatura de referencia (set point) almacenada en el EPROM será usada. Si el control no está presente, a través del puerto analógico se buscará una temperatura de referencia con un potenciómetro. Si la temperatura de referencia no está disponible 72° F (22° C) serán usados. Después el control leerá el último modo de operación almacenado y el modo ENCENDIDO / APAGADO, y revertirá al modo de operación en el momento que el módulo de control fue apagado.

4.4 Módulo de control digital.

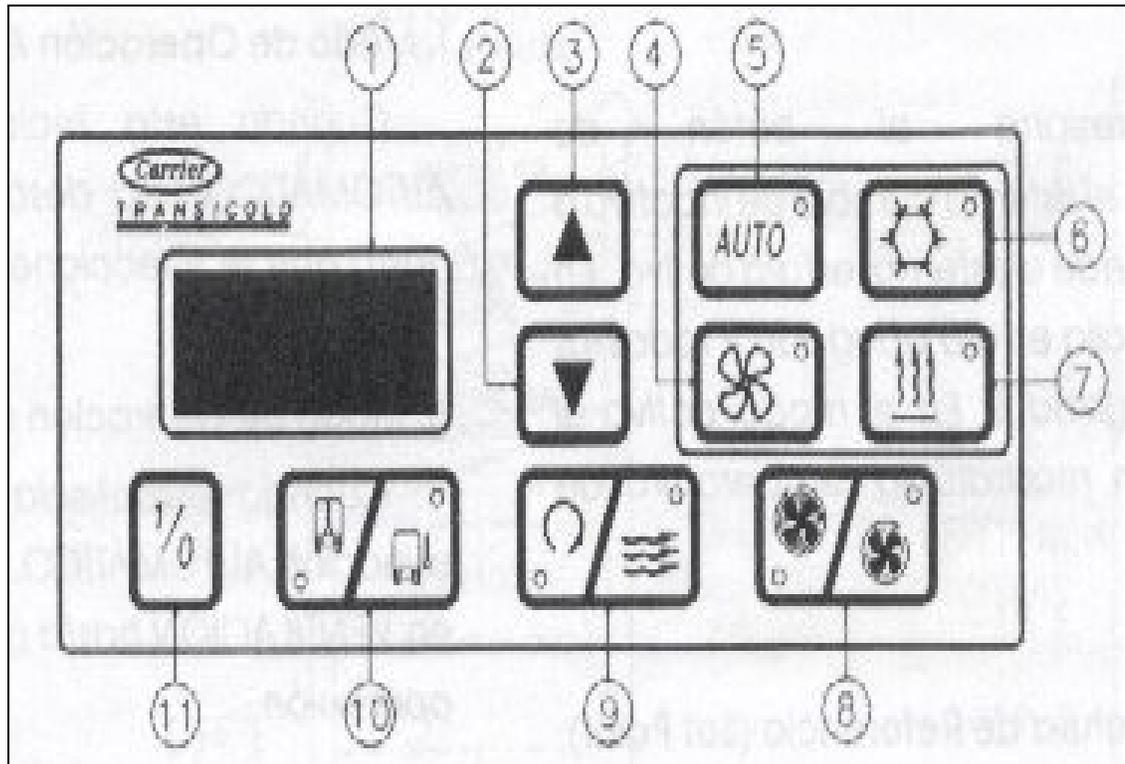


Figura 5. Diagrama donde se muestra el módulo de control digital del sistema electrónico del aire acondicionado del autobús modelo GR-60.

- 1.- Pantalla.
- 2.- Selector de Decremento.
- 3.- Selector de Incremento.
- 4.- Modo de operación ventilación.
- 5.- Modo de operación automático.
- 6.- Modo de operación de aire acondicionado.
- 7.- Modo de operación calefacción.
- 8.- Selector de velocidad (alta / baja).
- 9.- Recirculación / aire fresco.
- 10.- Temperatura interior / exterior.
- 11.- Encendido / apagado.

4.5 Operación del módulo de control digital.

1.- Encendido.

Cuando se presiona el botón de ENCENDIDO / APAGADO, el sistema, estará activo. Cuando se enciende el sistema, estará activo. En el modo inactivo la pantalla estará apagada y todas las salidas estarán desenergizadas. En el modo activo es desplegado por omisión mostrará la temperatura de referencia (set point).

2.- Cambio de la temperatura de referencia (set point).

Cuando el desplegado por omisión se encuentra en la pantalla, y cualquiera de las teclas de incremento o decremento es presionada, la temperatura de referencia es modificada de grado en grado (Centígrado o Fahrenheit).

3.- Cambio de velocidad de los motores.

La velocidad de los motores (Alta / Baja) es cambiada presionando el botón de velocidad de motor (ver sección 3.5 – a) – N ° 8). Cuando esta tecla es presionada, la velocidad cambiará de alta a baja, o viceversa hasta que otra velocidad sea seleccionada, o la tecla de modo Automático sea presionada.

4.- Modo de operación automático.

El control de temperatura automático se obtiene con la tecla AUTOMÁTICO. En esta forma la velocidad de los ventiladores y el modo, estará determinada por el algoritmo de control de temperatura. Si otro modo de operación es presionado, el modo AUTOMÁTICO de los ventiladores es desactivado.

5.- Modo de operación calefacción.

Cuando el botón de calefacción es presionado la unidad va a desactivar la selección del modo AUTOMÁTICO y se quedará en CALEFACCIÓN hasta que se seleccione otro modo de operación.

6.- Modo de operación aire acondicionado.

Cuando esta tecla sea presionada, el modo AUTOMÁTICO será desactivado, y se quedará en A / A hasta que se seleccione otro modo de operación.

7.- Modo de operación de ventilación.

Cuando esta tecla es presionada, el modo de selección AUTOMÁTICO, será desactivado, y se quedará en VENTILACIÓN hasta que se seleccione otro modo de operación.

8.- Aire fresco.

Cuando la tecla de RECIRCULACIÓN / AIRE FRESCO es presionada, la señal de aire fresco estará cambiando entre activada e inactivada. Una vez que la tecla es presionada, la selección de aire fresco es fijado, y permanecerá así, hasta que el modo de AUTOMÁTICO sea seleccionada o la alimentación ciclo al control.

9.- Verificación de luces indicadoras.

Después de encender el módulo de control, éste hará una prueba encendiendo todas las luces indicadoras por 5 segundos, durante esta prueba todos los segmentos del módulo y los indicadores luminosos (LEDS) se encenderán.

Cada vez que el sistema se enciende, éste comenzará en el modo de operación y condición antes de ser apagado.

4.6 Innovaciones.

4.6.1 Interruptores térmicos.

a) Interruptor de temperatura de anticongelante del motor "ECS" (opcional).

El interruptor "ECS" localizado en el bloque del motor censa la temperatura del anticongelante del motor del vehículo. Este interruptor cierra a 120° F (49° C) durante el proceso de calentamiento. El interruptor previene la circulación de aire frío a través del vehículo, durante el período de encendido del autobús y de la unidad de climatización.

b) Termostato de bajo ambiente "LATH" (opcional).

El termostato de bajo ambiente (LATH) monitorea la temperatura exterior del autobús. El interruptor abre a $45 \pm 5^\circ \text{ F}$ ($113^\circ \text{ C} \pm 41^\circ \text{ C}$) y cierra a $55 \pm 5^\circ \text{ F}$ ($131^\circ \text{ C} \pm 41^\circ \text{ C}$). Cuando la temperatura exterior está debajo del rango de apertura, el interruptor abre para desenergizar el embrague del compresor y los motores del condensador.

c) Termostato auxiliar de calefacción "AHT" (opcional).

El termostato auxiliar de calefacción abre para desactivar el relevador auxiliar de calefacción durante temperaturas ambiente elevadas.

4.6.2 Interruptores de presión.

a) Interruptores de velocidad de motores condensador "CFS".

El interruptor de velocidad de motores condensador está localizado en la línea de líquido para controlar la velocidad de los motores condensador. Si la presión del serpentín condensador sube al rango de corte del interruptor, el interruptor abrirá para desenergizar los relevadores de velocidad de condensador K7, K8 y K9 para la opción 1 y K23 para la opción 2.

Esto va a causar que los motores condensador (CM 1,2,3 y 4) trabajen en velocidad alta. Cuando la presión desciende al rango de corte, el interruptor se cerrará, energizando los relevadores de velocidad de condensador K7, K9, K11 y K12 para la opción 1 y K24 para la opción 2 y así, los motores condensador trabajan en velocidad baja.

Referirse a la sección donde se da la descripción de valores de operación de los interruptores.

4.6.3 Interruptores de presión de descarga alta y baja.

Los interruptores de presión de descarga controlan la capacidad del compresor durante la operación en modo de aire acondicionado.

El interruptor de presión de descarga de baja #1 y #2 (ULPS1 y ULPS2) cierra en caída de presión para energizar la válvula de descarga. Energizando la válvula de descarga pondrá al compresor operando 4 cilindros. Conforme la presión se eleve, el interruptor se reabrirá.

El interruptor de presión de descarga de alta (UHPS) cierra en presión elevada para energizar la válvula de descarga. Energizando la válvula de descarga pondrá al compresor operando 4 cilindros, conforme la presión disminuye, el interruptor se reabrirá.

CAPITULO V

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 5.1 Tabla de mantenimiento preventivo.

Operación.
<p style="text-align: center;">Servicio I. Frecuencia : Mensual.</p> <ul style="list-style-type: none">a) Verificar los interruptores térmicos, relevadores, terminales de alimentación y tierra.b) Verificar la carga del gas refrigerante.c) Inspección visual de poleas y bandas.d) Verificar limpieza y nivel de aceite del compresor.e) Verificar filtro deshidratador para detectar obstrucciones.*f) Limpiar o cambiar, si es necesario, filtros de aire de evaporador.g) Revisar sujeción de bulbo censor y calibración de la válvula de expansión.h) Verificar mangueras y conexiones para detectar posibles fugas.i) Revisar prueba de enfriamiento y calefacción.
<p style="text-align: center;">Servicio II. Frecuencia : Trimestral.</p> <ul style="list-style-type: none">a) Revisar servicio I.b) Revisar funcionamiento de motores evaporador y condensador.c) Revisar funcionamiento de embrague electromagnético de compresor, y Verificar carbones del motor condensador. Reemplazar si es necesario.d) Sopletear sistema de desagüe de las charolas evaporadoras.e) Peinar el aletado de los serpentines del condensador, evaporador y calefacción.f) Revisar la válvula solenoide de calefacción.
<p style="text-align: center;">Servicio III. Frecuencia: Semestral.</p> <ul style="list-style-type: none">a) Realizar servicio II.b) Lavar serpentines evaporador y condensador con agua y aire a presión.c) Lavar los ventilares de condensador con agua.d) Revisar tornillos y tuercas de fijación del condensador.e) Limpiar con aire los motores y ventiladores evaporador.f) Cambiar filtro deshidratador.
<p style="text-align: center;">Servicio IV. Frecuencia : Anual.</p> <ul style="list-style-type: none">a) Realizar servicio III.b) Realizar cambio o limpieza de gas refrigerante.c) Realizar prueba de fugas y hacer vacío.d) Realizar cambio de aceite al compresor.e) Limpiar filtro de succión del compresor.f) Revisar y probar tableros eléctricos y relevador de alimentación general.g) Limpiar mangueras, serpentines y compresor internamente.

5.2 Válvulas de servicio para succión y descarga.

Estas válvulas tienen doble asiento y conexión para manómetros, lo cual permite dar servicio al compresor y a las líneas de refrigerante.

Girando en sentido contrario de las manecillas del reloj, asentará la válvula en la parte trasera para abrir la línea de succión o de descarga al compresor y cerrar la conexión para el manómetro. En operación normal, la válvula es asentada en la parte trasera para prevenir un flujo total a través de la válvula. Ésta debe mantenerse siempre así cuando se conectan las líneas del manómetro al puerto de servicio de la válvula.

Girando el vástago de la válvula en el sentido de las manecillas del reloj, asentará la válvula en la parte delantera para cerrar la línea de succión o descarga para aislar el compresor y abrir la conexión de manómetros.

Para medir la presión de succión o descarga, abrir la válvula en el sentido de las manecillas del reloj de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ vuelta. Con el vástago abierto, fijado entre la posición de asiento frontal y trasero, la línea de succión o descarga se abre, tanto para el compresor como para el puerto de servicio.

5.3 Múltiple de manómetros.

Los manómetros son usados para medir presión de operación del sistema, añadir o quitar refrigerante, evacuar y ecualizar el sistema.

El múltiple de manómetros, en la siguiente figura, muestra las válvulas manuales, manómetros y conexiones de refrigerante. Cuando las válvulas manuales están abiertas, las conexiones de mangueras de alta y de baja del sistema están conectadas con la manguera central, así como con cada una.

Cuando las válvulas manuales están cerradas, las conexiones de mangueras para el lado de alta y de baja están aisladas una de la otra y también de la manguera central. En la posición del asiento frontal (cerrada) las presiones del sistema pueden ser medidas.

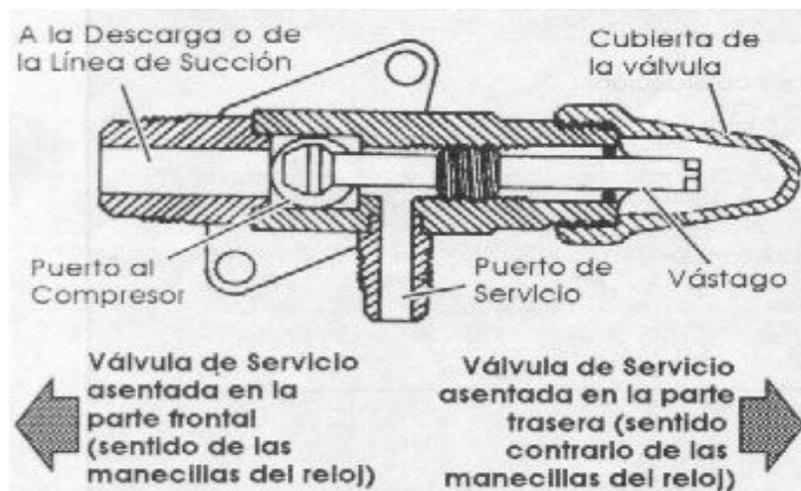


Figura 1. Diagrama donde se muestra la válvula de servicio para succión o descarga.

Cuando ambas válvulas están en la posición del asiento trasero (abiertas), la presión puede causar que el gas fluya del lado de alta al lado de baja retornando al compresor. Cuando sólo el lado bajo de la válvula es abierto, es posible añadir refrigerante en forma de vapor al sistema.

Múltiple de manómetros:

a) Instalación de manómetros.

Para evitar condiciones peligrosas cerca del movimiento del compresor, la instalación recomendada para el manómetro es a los puertos de servicio, localizados al final de la abertura del retorno de aire.

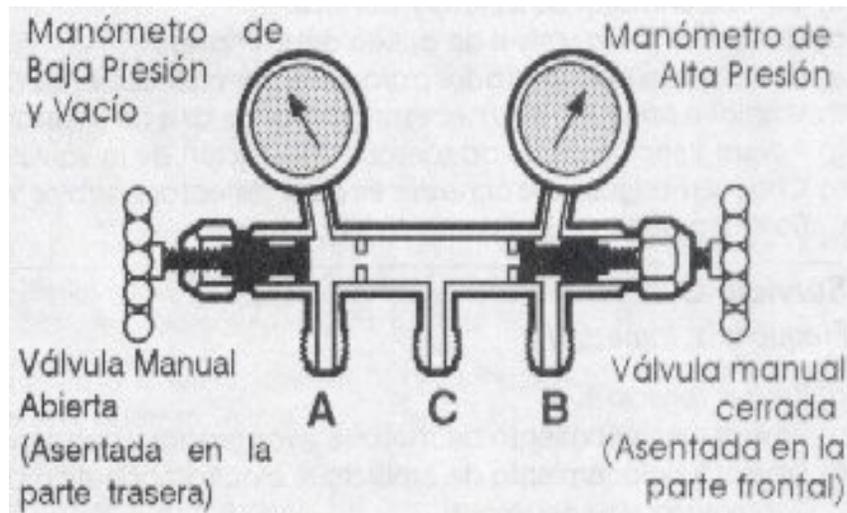


Figura 2. Diagrama donde se muestra la válvula de servicio para succión o descarga.

- A Conexión de manguera para el lado de baja del sistema.
- B Conexión de Manguera para el lado de alta del sistema
- C Conexión para cilindro refrigerante, contenedor de aceite.

Dichas conexiones, están equipadas con conexiones Schrader, las cuales se abren cuando la conexión es hecha.

- 1.- Asentar en la parte frontal el manómetro para cerrar el puerto central.
- 2.- Conectar y apretar la manguera de la línea de líquido de baja al puerto de servicio de la línea de succión, sin apretar.
- 3.- Presentar la manguera de la línea de líquido de baja al puerto de servicio de la línea de succión, sin apretar.
- 4.- Aflojar la conexión de la manguera central sobre la conexión ciega.
- 5.- Abrir la válvula manual de descarga del manómetro (en sentido contrario de las manecillas del reloj) para purgar la línea de descarga a través de la manguera central. Apretar la manguera central sobre la conexión ciega.
- 6.- Abrir la válvula manual de succión del manómetro para purgar la manguera de succión. Apretar la conexión de la manguera de succión a la conexión rápida de la línea de succión (Schrader).

5.4 Entrampado de refrigerante.

Para dar servicio al filtro deshidratador, la válvula solenoide de la línea de líquido, la válvula de expansión, la válvula de servicio o serpentín evaporador, se entrapa la mayor parte del refrigerante dentro del serpentín condensador y tanque recibidor como se indica a continuación.

- 1.- Abrir la válvula de servicio de succión y descarga (sentido contrario de la manecillas del reloj) para cerrar la conexión de servicio de manómetros y colocar el manómetro en las válvulas.
- 2.- Abrir las válvulas 2 vueltas (sentido de las manecillas del reloj). Purgar las líneas.
- 3.- Cerrar la válvula de servicio (90°) antes del filtro deshidratador. Encender la unidad en modo de Aire Acondicionado máximo. Apagar cuando la unidad alcance 1 psig (0.1 Kg./cm²).
- 4.- Asentar la válvula de servicio de succión en la parte frontal (cerrar) y el refrigerante quedará entrapado entre la válvula de servicio de succión del compresor y la válvula manual.
- 5.- Antes de abrir cualquier parte del sistema, una lava presión positiva será indicada en el manómetro de presión.
- 6.- Cuando se abre el sistema de refrigeración, algunas partes pueden estar congeladas. Permitir que la parte se caliente a la temperatura ambiente antes de desmantelar. Esto evita condensación interna, la cual da humedad al sistema.
- 7.- Abrir la válvula de servicio y fijar al centro la válvula de servicio de succión.
- 8.- Verificar fugas en la conexión con detector de fugas.
- 9.- Encender la unidad en Aire Acondicionado máximo y Verificar que no exista condensación.
- 10.- Verificar la carga de refrigerante.

NOTA : Almacenar la carga de refrigerante en un contenedor con presión de vacío si el sistema debe ser abierto entre la válvula de descarga del compresor y el tanque recibidor.

En cualquier ocasión que el sistema sea abierto, debe hacer vacío y deshidratar

5.5 Cambio de carga de refrigerante.

Conectar un sistema de recuperación de refrigerante a la unidad para remover la carga. Para instrucciones referirse al fabricante de sistemas de recuperación de refrigerante.

5.6 Revisión de fugas de refrigerante.

- a) Si el sistema fue abierto y la recuperación terminada, Verificar la unidad contra fugas.
- b) El procedimiento recomendado para encontrar fugas en el sistema es con un detector electrónico de fugas. Las pruebas con jabón son satisfactorias, sólo par fugas locales.
- c) Si el sistema no tiene refrigerante, cargue el sistema con refrigerante para formar una presión de 30 50 psig (2.1 a 3.5 Kg. / cm²). Remueva el tanque de refrigerante y cheque todas las conexiones.

NOTA : Se debe enfatizar que sólo el tanque de refrigerante adecuado debe ser conectado para cargar el sistema. Cualquier otro gas contaminaría el sistema, lo cual requiere de una carga adicional y vacío del lado de alta presión (descarga) del sistema.

- d) remover el refrigerante usando un sistema de recuperación de refrigerante y reparar las fugas. Hacer vacío y deshidratar la unidad. Cargar la unidad con refrigerante.

5.7 Deshidratación y vacío.

a) General.

La humedad es un enemigo mortal para los sistemas de refrigeración. Produce efectos tales como oxidación y sedimentos, congelamiento de dispositivos de control por humedad disuelta, y formación de ácidos con la consiguiente corrosión de metales.

b) Preparación.

1. Deshidratar y hacer vacío, sólo después de Verificar a fugas.
2. Para hacer vacío y deshidratar en un sistema, son esenciales herramientas como, una buena bomba de vacío (volumen de desplazamiento de 5 cfm = 8 m³ / hr.) y un buen indicador de vacío, así como un manómetro de vacío tipo termopar (indicador de vacío).

NOTA : No es recomendable un manómetro compuesto debido a su inexactitud.

- Mantener la temperatura ambiente arriba de 60 F (15.6 C) para acelerar la evaporación de humedad. Si la temperatura está debajo de 60 F (15.6 C), se puede formar hielo antes de remover la humedad. Lámparas de calor o fuentes alternas de calor pueden ser utilizadas para alcanzar la temperatura del sistema.

c) Procedimiento para deshidratar y hacer vacío.

- Remover el refrigerante usando un sistema de recuperación del mismo.
- Conectar las tres mangueras para hacer vacío (No usar mangueras de servicio estándar, ya que no están adaptadas para propósitos de vacío), a la bomba de vacío y a la unidad, como se muestra en la siguiente figura. Además, como se muestra, conectar un manómetro de vacío con sólo mangueras especiales de vacío, a la bomba, manómetro electrónico de vacío y sistemas de recuperación de refrigerante.

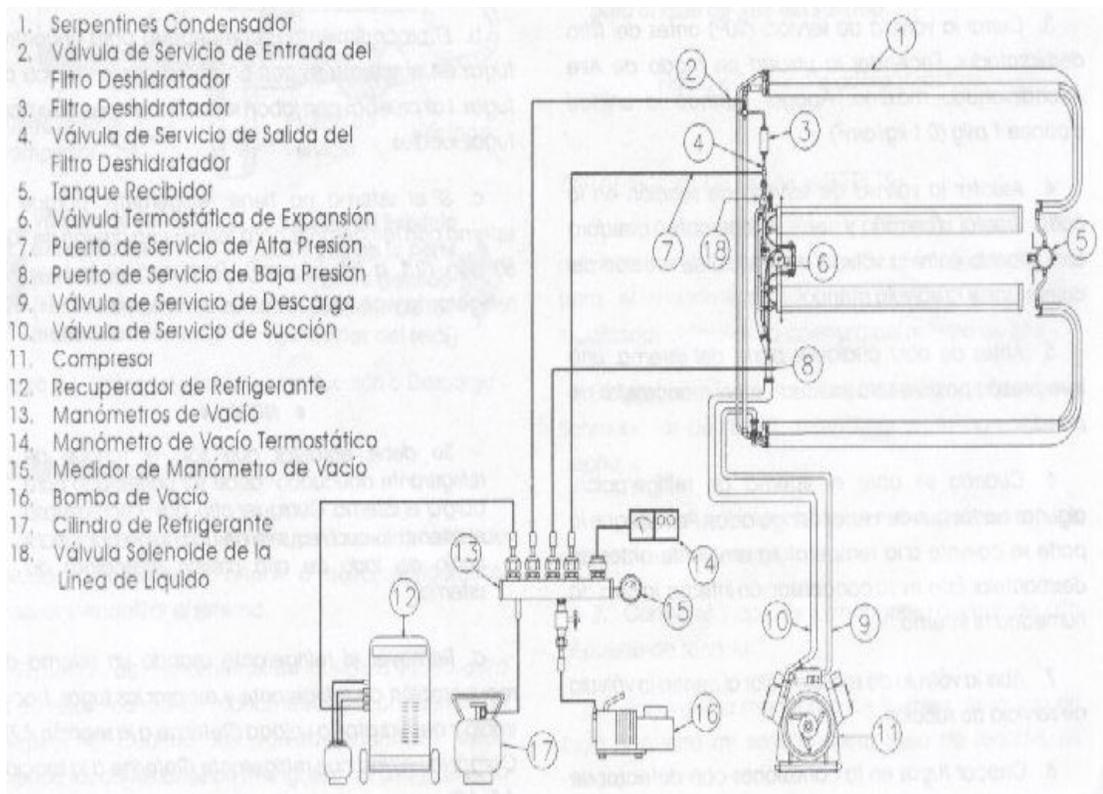


Figura 3. Diagrama donde se muestra un sistema completo con la válvula de servicio para succión o descarga.

- Con las válvulas de servicio cerradas, las válvulas abiertas de la bomba de vacío y manómetro electrónico de vacío, encender la bomba y llegar a un vacío profundo. Apagar la bomba y Verificar si el vacío se mantiene. Esta operación es para probar el vacío en cuanto a fugas. Repasar, si es necesario.
- Fijar al centro las válvulas de servicio del sistema.

5. Abrir la bomba de vacío y el manómetro electrónico de vacío debe iniciar 2000 micrones. Cerrar el manómetro electrónico de vacío y las válvulas de la bomba. Apagar la bomba y esperar unos minutos para estar seguros de que se mantiene.
6. Romper el vacío con refrigerante seco y limpio. Usar el refrigerante que la unidad especifica. Alcanzar presión del sistema a 2 psig. aproximadamente.
7. Remover refrigerante usando sistema de recuperación de refrigerante.
8. Repetir los pasos del "5" al "7" una vez más.
9. Evacuar la unidad a 5000 micrones. Cerrar la válvula de la bomba de vacío y parar la bomba. Esperar 5 minutos para ver si el vacío se mantiene. Estas pruebas son para ver si existen residuos de humedad y / o fugas.
10. Cuando el sistema está aún en vacío, la carga puede hacerse de un contenedor de refrigerante en una báscula. La cantidad correcta de refrigerante se puede añadir observando el peso.

5.8 Carga de refrigerante al sistema.

1. Deshidratar la unidad y dejarla en vacío.
2. Colocar el tanque de refrigerante en una báscula y conectar la línea de carga del tanque a la válvula de servicio. Purgar la línea de carga en la válvula de salida.
3. Anotar el peso bruto del tanque.
4. Abrir la válvula de líquido del cilindro. Abrir la válvula de servicio a la mitad y permitir que el refrigerante líquido fluya dentro de la unidad hasta que alcance el peso correcto de refrigerante como se indica en la báscula la carga correcta de refrigerante.

NOTA : Es posible que todo el líquido no sea almacenado dentro del tanque receptor, como se indica en el paso "4". En este caso, asentar la válvula de salida del tanque receptor en la parte frontal y el líquido será llevado dentro del sistema. La unidad debe estar operando en el modo de Aire Acondicionado.

5. Cuando el peso del cilindro indica que la carga especificada está completa, cerrar la válvula de la línea de líquido y asentar en la parte trasera la válvula de servicio.
6. Encender la unidad en el modo de Aire Acondicionado y dejarla operar por 10 minutos. Bloquear parte del flujo de aire al serpentín condensador, hasta que la presión de descarga alcance 230 psig (16 Kg./cm²).

El refrigerante debe aparecer en la línea de centro de la mirilla indicadora inferior del tanque receptor. Si la carga es inadecuada, añadir como se requiera.

5.9 Carga parcial de refrigerante al sistema.

1. Colocar el cilindro de refrigerante en la báscula y anotar el peso. Asentar la válvula en la parte trasera y conectar la línea de carga entre el puerto de la válvula de succión y el cilindro. Abrir la válvula de vapor en el cilindro y purgar la línea de carga.
2. Encender la unidad en Aire Acondicionado durante 10 minutos y después bloquear parte del flujo de aire del condensador para que la presión de descarga aumente a 10 psig (0.7 Kg./cm²). El refrigerante debe aparecer en la línea de centro de la mirilla indicadora inferior del tanque receptor. Si la carga es inadecuada, añadir con el serpentín condensador bloqueado.
3. Abrir 3 vueltas la válvula de servicio de succión. Añadir carga hasta que el nivel aparezca en la línea de centro de la mirilla indicadora inferior del tanque receptor.
4. Asentar la válvula de servicio en la parte trasera (abrir). Cerrar la válvula de vapor en el cilindro de refrigerante y ver el peso. Abrir la línea de carga y colocar los tapones.
5. Encender unidad y Verificar que no existan gases no condensables.

5.10 Revisión de carga del refrigerante.

Deben tenerse las siguientes consideraciones para efectuar un chequeo preciso en la carga de refrigerante.

1. Motor del autobús operando a 1000 R.P.M.
2. Equipo de A / A funcionando en el modo de Aire Acondicionado por 15 minutos.
3. Generar una presión de descarga por lo menos de 250 psig. para sistemas R-22 ó 150 psig. para sistemas R-134a. (Puede requerirse bloquear el flujo de aire del condensador del condensador para alcanzar esta presión).

Bajo las condiciones arriba mencionadas, el sistema estará cargado adecuadamente cuando la mirilla indicadora de humedad (mirilla inferior) aparezca llena a la mitad con refrigerante. Si dicha mirilla no se encuentra así, añadir o quitar refrigerante.

5.11 Forma de abrir la tapa de la unidad.

PRECAUCIÓN : Es muy importante, antes de levantar la tapa, liberar los seguros que se encuentran dentro del retorno de aire. (Sólo si se aplica).

Para abrir la tapa de la unidad, se deberá empujar simultáneamente (en la parte trasera) los broches que se encuentran dentro de las cajas para liberar las chapas, posteriormente levantar y jalar la tapa.

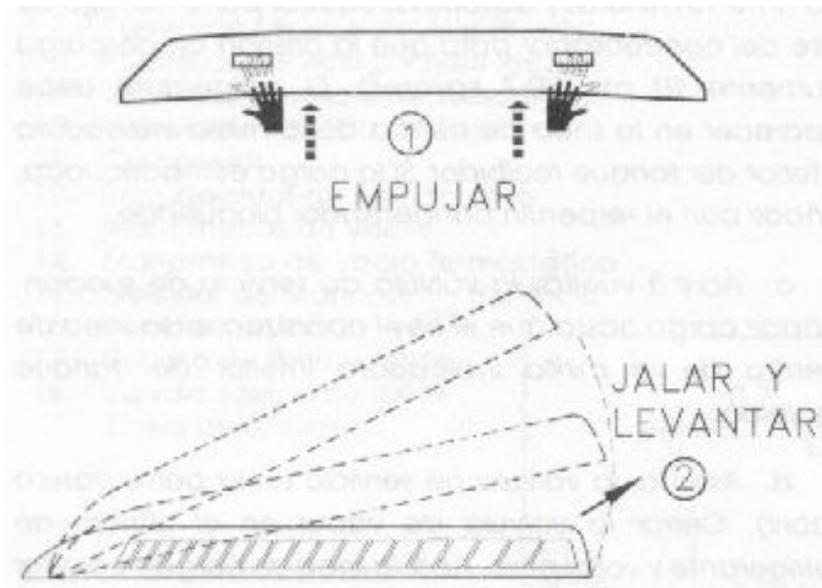


Figura 4. Diagrama donde se muestra la tapa de la unidad.

5.12 Cambio del filtro deshidratador.

Si en la mirilla indicadora del tanque receptor se mueven constantemente un exceso de burbujas, es muy probable que la unidad tenga poco refrigerante, o que el filtro deshidratador esté parcialmente obstruido.

Si la caída de presión, a través del filtro deshidratador, es indicada o el indicador de humedad muestra una condición anormal, el filtro debe reemplazarse.

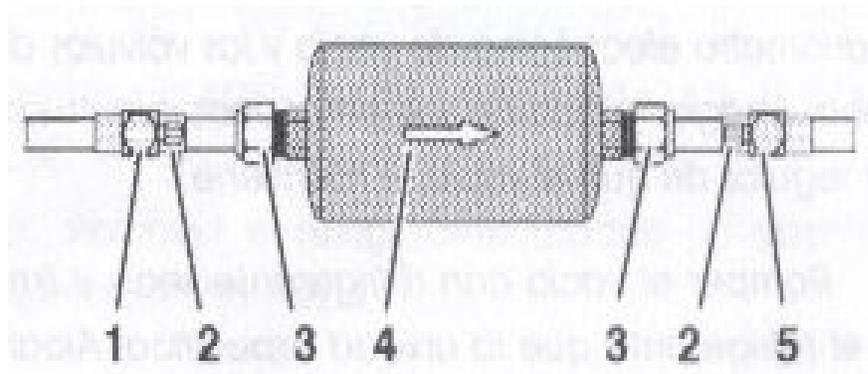


Figura 5. Diagrama donde se muestra el filtro deshidratador y su dirección de flujo.

- 1.- Válvula de entrada.
- 2.- Puerto de la válvula de servicio.
- 3.- Conexión flare.
- 4.- Filtro deshidratador.
- 5.- Válvula de salida.

Filtro deshidratador:

1. Asentar en la parte trasera las válvulas de entrada y salida del filtro deshidratador y colocar los manómetros. Fijar al centro ambas válvulas y encender la unidad. Observa las lecturas de presión, si la caída de presión es mayor de 10 psig significa que el filtro está obstruido y debe ser cambiado.
2. Vaciar el sistema como se indico anteriormente.
3. Asegurarse de que el equipo está apagado y que no puede ser encendido accidentalmente.
4. Preparar el nuevo filtro que será instalado.
5. Quitar los 2 tornillos del soporte con una llave 7/16".
6. Usando 2 llaves españolas 11/16" y 15/16", aflojar lentamente las conexiones de cada lado del filtro. Después de que el refrigerante restante se ha escapado, cambiar el filtro.

PRECAUCIÓN : Es probable que el filtro deshidratador contenga refrigerante líquido, por esto es importante aflojar las conexiones lentamente y evitar cualquier contacto con la piel y ojos.

7. Quitar los tapones del filtro nuevo y aplicar aceite del compresor a las conexiones.
8. Ensamblar el nuevo filtro a los tubos, asegurándose de que la flecha en el cuerpo del filtro esté en dirección al flujo de refrigerante. Apretar las conexiones sólo con la fuerza de los dedos.
9. Apretar la conexión flare de entrada del filtro usando 2 llaves españolas, de 11/16" y 15/16".
10. Abrir lentamente la válvula de entrada del filtro deshidratador para purgarlo momentáneamente. Apretar la conexión flare de salida del filtro usando 2 llaves españolas.
11. Inmediatamente asentar en la parte trasera los puertos de ambas válvulas de servicio y reinstalar los tapones.
12. Probar el filtro deshidratador a fugas.
13. Verificar el nivel de refrigerante.

5.13 Revisión de interruptores de presión.

El procedimiento recomendado para Verificar el Interruptor de Presión de Alta (HPS), Interruptor de Presión de Baja (LPS), Interruptor de Velocidad de Motores Condensador (CFS), Interruptor de Descarga de Presión por Alta (UHPS) y el Interruptor de Descarga de Presión por Baja #1 y #2 (ULPS 1 y 2), es quitando el interruptor y realizando una prueba como se describe a continuación.

Todos los interruptores de presión se encuentran atornillados dentro de conexiones de sello de presión positivo Schrader para permitir que se puedan quitar e instalar fácilmente sin hacer vacío o quitar el refrigerante de la unidad. Todos los cables que conducen a los interruptores son fáciles de desconectar.

El interruptor de Presión de Alta (cable negro) y el Interruptor de Presión de Baja (cable rojo) están localizados en el compresor. El interruptor de Velocidad de Motores Condensador (cable gris) están localizados en la línea de líquido, el Interruptor de descarga de Presión de Alta se encuentra localizado en la descarga y los Interruptores de Descarga de Presión de Baja #1 y #2 se encuentran localizados en la succión.

Si el interruptor no funciona como se describe a continuación, el interruptor está defectuoso y debe ser reemplazado.

1. Remover el interruptor de la unidad.
2. Conectar un ohmiómetro al conductor del interruptor (sin aplicar presión al interruptor). Una lectura continua daba indicar un interruptor cerrado.
3. Conectar el interruptor a un cilindro de nitrógeno seco como se muestra en la figura.

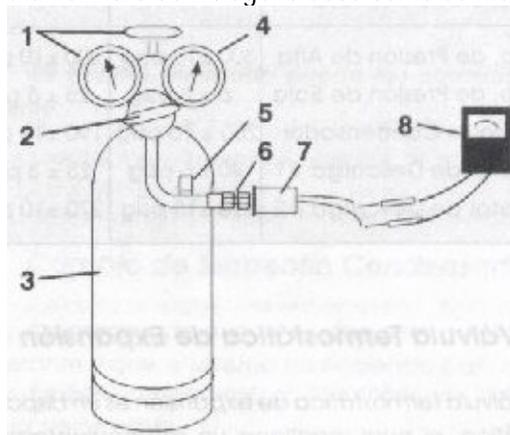


Figura 6. Diagrama donde se muestra un cilindro de nitrógeno para Verificar la presión.

- 1.- Válvula del cilindro y manómetro.
- 2.- Regulador de presión.
- 3.- Cilindro de nitrógeno.
- 4.- Manómetro de presión (0 a 500 psig = 0 a 36 Kg. / cm²).
- 5.- Purgador de válvula.
- 6.- Conexión ¼ pulg.
- 7.- Interruptor de presión.
- 8.- Ohmiómetro.

Revisión del interruptor de presión de alta.

ADVERTENCIA : No usar cilindro de nitrógeno sin regulador de presión. La presión del cilindro es aproximadamente de 2350 psi (165 Kg./cm²). No usar oxígeno en, o cerca de, un sistema de refrigeración, puede ocasionarse una explosión.

4. Cerrar el regulador de ajuste completamente. Abrir la válvula del cilindro.
5. Abrir lentamente la válvula de regulación para incrementar a las presiones aplicables listadas en la Tabla de Revisión de Continuidad de Interruptores de Presión, para abrir o cerrar. Si las lecturas del ohmiómetro no corresponden con la Tabla de Revisión de Continuidad de Interruptores de Presión, el interruptor está defectuoso y se debe reemplazar.
6. Cerrar la válvula del cilindro y liberar la presión a través del purgador. Al bajar la presión, el interruptor se abrirá o cerrará. Si las lecturas del ohmiómetro no corresponden con la Tabla de Revisión de Continuidad de Interruptores de Presión, el interruptor está defectuoso y se debe reemplazar.

Interruptores para 134a	Lectura de Ohmiómetro.	
	Sin continuidad.	Con continuidad.
	Abre a.	Cierra a.
Interruptor de Presión de Alta.	300 ± 10 psig.	200 ± 10 psig.
Interruptor de Presión de Baja.	6 ± 3 psig.	25 ± 3 psig.
Vel. Motores Condensador.	250 ± 10 psig.	190 ± 15 psig.
Interruptor de Descarga #1.	40 ± 5 psig.	23 ± 3 psig.
Interruptor de Descarga #2.	220 ± 15 psig.	270 ± 10 psig.

Tabla de revisión de continuidad.

5.14 Válvula de expansión termostática.

La válvula termostática de expansión es un dispositivo automático, el cual mantiene un sobrecalentamiento constante del gas refrigerante, sin importar la presión de succión en el evaporador.

Las funciones de la válvula son: a) respuesta automática del flujo de refrigerante para igualar la carga del evaporador y b) prevención de la entrada de líquido refrigerante al compresor.

A menos que la válvula esté defectuosa, difícilmente requiere algún mantenimiento.

Cambio de la válvula de expansión.

- a. Entrampar el gas refrigerante.
- b. Quitar aislamiento (cinta Presstite) del bulbo de la válvula de expansión de la línea de succión.
- c. Aflojar conexión flare y desconectar la línea ecualizadora de la válvula de expansión
- d. Quitar los tornillos de la base, levantar el cuerpo de la válvula y remover el elemento. Revisar que no existan elementos ajenos a la misma.
- e. Instalar empaques nuevos y ensamblar un nuevo cuerpo de la válvula.
- f. Colocar el bulbo censor justo debajo del centro de la línea de succión (posición de las 4 ó 7 del reloj viendo en corte la línea de succión, ver figura del Bulbo de la Válvula Termostática de Expansión y Termopar. Colocar cinta aislante alrededor del bulbo y del termopar.
- g. Fijar tubo ecualizador a la válvula de expansión.
- h. Hacer vacío colocando la bomba de vacío en el puerto de la válvula de servicio de succión del compresor o en el puerto del tubo de caída de succión (localizado en el compartimiento del motor).
- i. Abrir la válvula de servicio de entrada al filtro deshidratador.
- j. Verificar el sobrecalentamiento.

Para medir el sobrecalentamiento.

NOTA : Cuando se realiza esta prueba, la presión de succión debe ser de por lo menos 6 psig (0.42 Kg./cm²) debajo de la máxima presión de operación de la válvula de expansión (MOP).

- k. Quitar aislamiento del bulbo censor y de la línea de succión, si se encuentra instalada.
- l. Aflojar una abrazadera del bulbo y asegurarse que el área debajo de la abrazadera está limpia.
- m. Colocar el termopar de temperatura arriba (en paralelo) del bulbo de la válvula termostática de expansión y apretar la abrazadera para asegurarse de que ambos bulbos están sujetos firmemente a la línea de succión, como se muestra en la figura del Bulbo de la Válvula Termostática de Expansión y Termopar. Colocar cinta aislante alrededor del bulbo y del termopar.

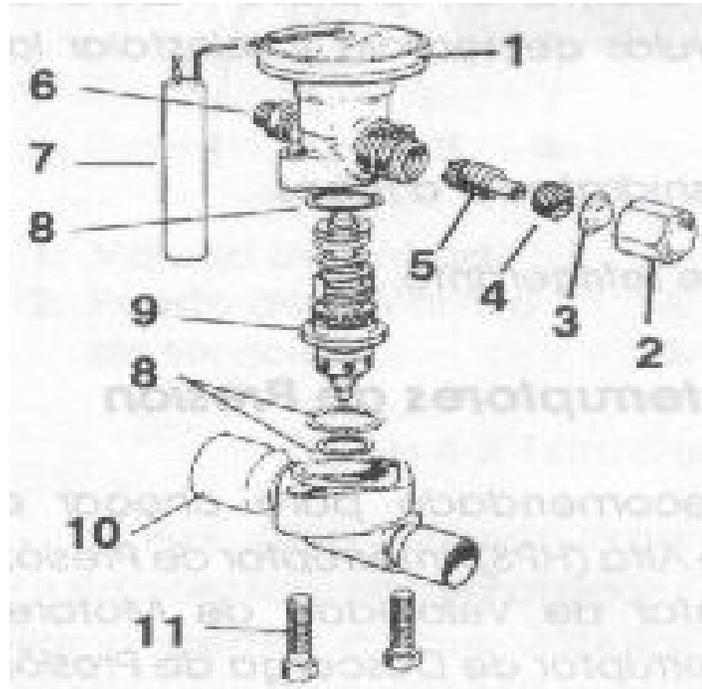


Figura 7. Diagrama donde se muestra una válvula de expansión termostática seccionada.

1. Cuerpo.
 2. Tapón de ajuste.
 3. Sello Flare.
 4. Tuerca de retención.
 5. Ajuste de sobrecalentamiento.
 6. Conexión de ecualizador.
 7. Bulbo censor.
 8. Empaque.
 9. Elemento.
 10. Base.
 11. Tornillo.
- n. Conectar manómetro de succión al puerto de servicio localizado en la línea de succión cerca de la válvula.
- o. Fijar el control de temperatura la más frío posible. Trabajar la unidad por lo menos 20 minutos para estabilizar el sistema.
- p. Usando la tabla de temperatura /presión (tabla de revisión de continuidad de interruptores de presión) para la aplicación del uso de refrigerante, determinar la temperatura de saturación correspondiente a la presión tomada en la válvula de servicio de succión.
- q. Notar la temperatura del gas de succión en el bulbo censor.
- r. Restar la temperatura de saturación determinada en el paso ó del promedio de temperatura medido en el paso 7. la diferencia es el sobrecalentamiento del gas de succión.

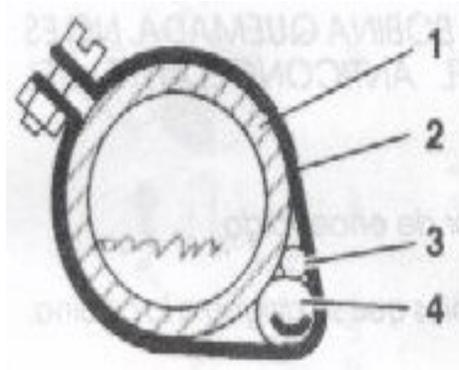


Figura 8. Diagrama donde se muestra las partes de un termopar.

1. Línea de succión.
2. Abrazadera.
3. Termopar.
4. Bulbo censor de la válvula termostática de expansión.

Ajuste de sobrecalentamiento (SUPERHEAT).

La válvula termostática de expansión usada en esta aplicación es ajustable exteriormente. La válvula es previamente ajustada en la fábrica y no debe ser ajustada innecesariamente. Si es necesario ajustar el sobrecalentamiento, procede como se indica a continuación.

1. Quitar el tapón para acceder el vástago de ajuste de sobrecalentamiento (ver figura de la válvula termostática de expansión).
2. Girar el vástago de ajuste en el sentido de las manecillas del reloj para comprimir el resorte de la válvula, la cual va a decrecer el flujo de refrigerante a través de ésta, incrementando el sobrecalentamiento. En el sentido contrario de las manecillas del reloj, se libera el resorte de la válvula, el flujo de refrigerante se incrementa y se reduce el sobrecalentamiento.
3. Cuando la unidad haya estabilizado la operación por lo menos durante 20 minutos, Verificar nuevamente el ajuste de sobrecalentamiento.
4. Si el ajuste de sobrecalentamiento es correcto, colocar el tapón del vástago, quitar el manómetro y termopar. Aislar bulbo y línea de succión.

5.15 Cambio de serpentín condensador.

1. Asegurarse de que la unidad esté apagada, sin refrigerante y que el sistema no encienda bajo ninguna circunstancia.
2. Abrir las cajas traseras de la unidad, con una llave de 7/16", quitar los tornillos que se encuentran dentro de ellas (2 en cada una). Posteriormente quitar los 4 tornillos de la parte frontal cerca de los soportes de fibra de vidrio y del tanque receptor, así como los tornillos en el filtro deshidratador.
3. Quitar el filtro deshidratador usando llaves de 11/16" y 15/16".
4. Comenzando en la parte trasera izquierda, levantar el serpentín para liberar la válvula de servicio, después empujar el serpentín hacia la derecha para liberar la válvula de precarga, empujar hacia el frente todo el conjunto para liberar las mirillas indicadoras de humedad del tanque receptor, y finalmente, levantar y sacar el conjunto serpentín.
5. Invertir el procedimiento para hacer la instalación del mismo.

5.16 Cambio de serpentín evaporador.

1. Si todavía queda refrigerante en el sistema, realizar vacío en el lado de baja, quitando todo el refrigerante de los serpentines evaporador.
2. Remover la rejilla de retorno de aire fresco.
3. Drenar el serpentín calefactor quitando anticongelante del sistema de enfriamiento del vehículo.
4. Desconectar la línea de agua del serpentín.
5. Usando una llave de 7/16", quitar los 12 tonillos (4 en el soporte del tanque recibidor, 4 en la parte trasera del serpentín y 4 en el retorno de aire).
6. Quitar tableros electrónicos y arneses.
7. Quitar las conexiones de calefacción.
8. Quitar el filtro deshidratador.
9. Cerrar las válvulas de servicio y desconectar la línea de succión aflojando la tuerca, después de haber desconectado la conexión No. 20 de la manguera de succión.
10. Una vez que las líneas de entrada y de salida han sido aflojadas, el conjunto serpentín evaporador puede ser levantado y sacado de la unidad.
11. Para instalar el serpentín evaporador invierta el procedimiento arriba mencionado.

5.17 Servicio de la válvula de paso de anticongelante.

La válvula de paso de anticongelante no requiere mantenimiento excepto por mal funcionamiento de las partes internas o de la bobina. Esto, se puede ocasionar por agentes externos, tales como, suciedad, sedimento en el sistema de refrigeración, o bien por voltaje inadecuado.

Dar servicio a la válvula incluye cambio de partes internas, mostradas en la figura de la válvula de paso de anticongelante, o de la válvula completa.

Existen tres posibilidades de mal funcionamiento: bobina quemada, falla para abrir o falla para cerrar.

1. La bobina quemada puede ser causada por lo siguiente:

- Voltaje fuera de especificación.
- Sobre voltaje continuo, mas de 10%, o bajo voltaje de más del 15 %.
- Circuito magnético incompleto por falta de ensamble carcasa bobina o émbolo.
- Émbolo defectuoso o ensamble de cuerpo de válvula deformado.

2. Falla para abrir puede ser causada por lo siguiente:

- Bobina quemada o en circuito abierto.
- Voltaje inapropiado.
- Diafragma roto.

3. Falla para cerrar puede ser causada por lo siguiente:

- Émbolo defectuoso o ensamble de cuerpo de válvula deformado.
- Material extraño en la válvula.

a) Para reemplazar una bobina quemada, no es necesario drenar el anticongelante del sistema.

- a. Apagar el interruptor de encendido.
- b. Desconectar los cables que se dirigen a la bobina.
- c. Quitar el seguro y la placa de identificación.
- d. Desensamblar la bobina quemada y cambiarla.
- e. Conectar los cables de la bobina y hacer prueba de operación.

b) Para cambiar partes internas de las válvulas.

- a. Apagar el interruptor de encendido.
- b. Desconectar el purgador en la parte alta del cabezal del serpentín de calefacción.
- c. Drenar el serpentín, quitando refrigerante del sistema de enfriamiento del vehículo.

- d. Desensamblar la válvula y reemplazar las partes defectuosas.
 - e. Ensamblar la válvula y conectar las mangueras de refrigeración.
- c) Para reemplazar la válvula completa.**
- a. Drenar el sistema de enfriamiento del vehículo.
 - b. Desconectar los cables que llegan a la bobina.
 - c. Quitar el ensamble de la tubería y el soporte.
 - d. Instalar la válvula nueva y reconectar las tuberías. Es necesario desensamblar la válvula cuando se soldé la tubería.
 - e. Completar el anticongelante y purgar el aire del sistema.
 - f. Conectar cables y hacer prueba de operación.

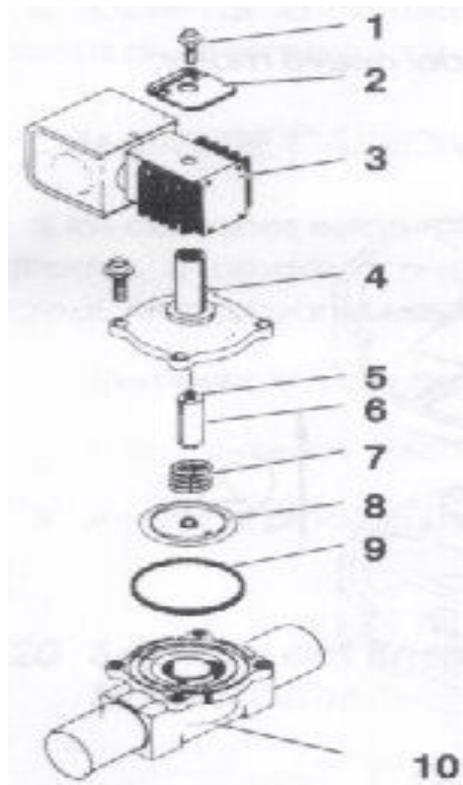


Figura 9. Diagrama donde se muestra las partes de una válvula de paso de anticongelante.

- 1. Tornillo retenedor de bobina.
- 2. Placa de identificación.
- 3. Ensamble carcasa bobina.
- 4. Cilindro y tapa diafragma.
- 5. Resorte de retroceso.
- 6. Émbolo.

7. Resorte de cierre.
8. Diafragma.
9. O-Ring.
10. Cuerpo de la válvula.

5.18 Servicio de la válvula solenoide de la línea de líquido.

La válvula solenoide de la línea de líquido es muy similar a la válvula de paso de anticongelante. Esta válvula no requiere de mantenimiento en las partes internas o en la bobina.

Esto, se debe a agentes externos tales como, la suciedad, sedimento en el sistema de refrigeración, o bien, un voltaje inadecuado en la bobina.

Dar servicio a la válvula incluye cambio de partes internas, o la válvula completa.

Existen sólo 3 posibilidades de mal funcionamiento: bobina quemada, falla para abrir o falla para cerrar.

1. La bobina quemada puede ser causada por la siguiente:

- Voltaje fuera de especificación.
- Sobre voltaje continuo, más del 10%, o bajo voltaje de más del 15%.
- Circuito magnético incompleto por falla de ensamble carcasa bobina o émbolo.
- Émbolo defectuoso o ensamble de cuerpo de válvula deformado.

2. Falla para abrir puede ser causado por lo siguiente:

- Bobina quemada o en circuito abierto.
- Voltaje inapropiado.
- Diafragma roto.

3. Falla para cerrar puede ser causada por lo siguiente:

- Émbolo defectuoso o ensamble de cuerpo de válvula deformado.
- Material extraño en la válvula.

a) Para reemplazar una bobina quemada, no es necesario drenar el anticongelante del sistema.

- a. Apagar el interruptor de encendido.
- b. Desconectar los cables que se dirigen a la bobina.
- c. Quitar el seguro y la placa de identificación.
- d. Desensamblar la bobina quemada y cambiarla.
- e. Conectar los cables de la bobina y hacer prueba de operación.

b) Para cambiar partes internas de las válvulas.

- a. Apagar el interruptor de encendido.

- b. Entrampar el refrigerante del sistema.
- c. Desensamblar la válvula y reemplazar las partes defectuosas.
- d. Ensamblar la válvula y Verificar fugas mientras la válvula esté bajo presión.
- c) Para reemplazar la válvula completa.**
 - a. Entrampar el refrigerante del sistema.
 - b. Desconectar los cables que llegan a la bobina.
 - c. Quitar el ensamble de la tubería y el soporte.
 - d. Instalar la válvula nueva y reconectar las tuberías. Es necesario desensamblar la válvula cuando se soldé la tubería.
 - e. Verificar fugas de la válvula mientras se encuentre bajo presión.
 - f. Hacer vacío y verificar la carga de refrigerante.
 - g. Conectar los cables y hacer prueba de operación.

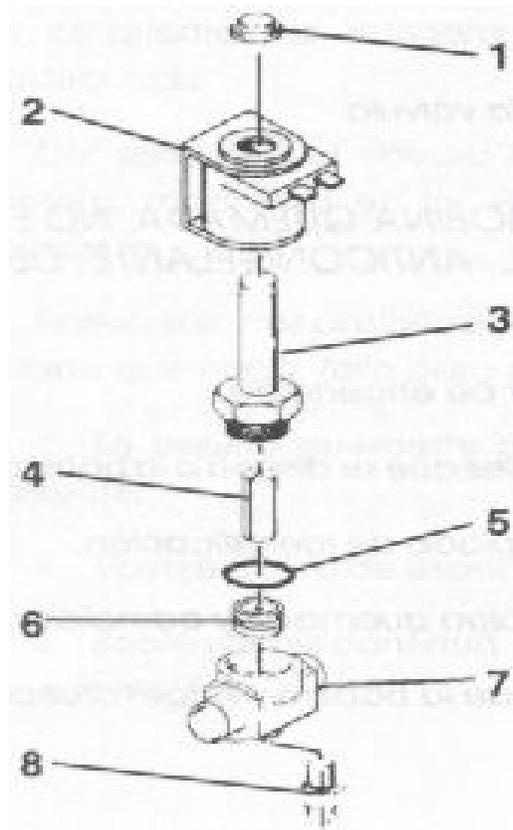


Figura 10. Diagrama donde se muestra las partes de una válvula de paso de la línea de líquido.

1. Tapón seguro.
2. Ensamble de bobina.
3. Ensamble de cilindro.
4. Émbolo,
5. Empaque.
6. Ensamble de pistón.
7. Cuerpo de válvula.
8. Tornillo adaptador.

5.19 Cambio del motor del condensador.

a) Desensamblar.

- a. Asegurarse de que la unidad se encuentra apagada y que el sistema no comenzará a trabajar bajo ninguna circunstancia.
- b. Liberar los 2 seguros que se encuentran debajo del motor (en la parte tórtea).
- c. Desconectar los arneses, levantar y sacar el motor condensador.
- d. Para reensamblar, invertir el proceso antes mencionado.
- e. Asegurarse que el motor está adecuadamente fijo.
- f. Verificar la operación del nuevo motor.

Cambio del motor condensador.

b) Examen de rutina y limpieza.

- a. Como período regular de mantenimiento, quitar los carbones y limpiarlos, y examinar el interior del motor.
- b. Quitar todos los materiales extraños, tales como polvo y residuos de carbón con aire seco comprimido moderadamente. Limpiar por succión, si es posible, para evitar que se introduzcan agentes externos dentro del motor.
- c. Confirmar que los carbones se mueven libremente para prevenir que se atoren.
- d. Examinar la condición general de los carbones. Si los carbones están rotos, agrietados, severamente astillados, o usados a menos de 1/3 de la longitud de uno nuevo, reemplazar.
- e. Examinar la condición de los resortes de los carbones. Un resorte descolorido es la señal de sobrecalentamiento, lo cual puede debilitar el resorte. En este caso, el resorte debe ser reemplazado.
- f. Observar la condición de el conmutador y las bobinas de la armadura que son visibles.

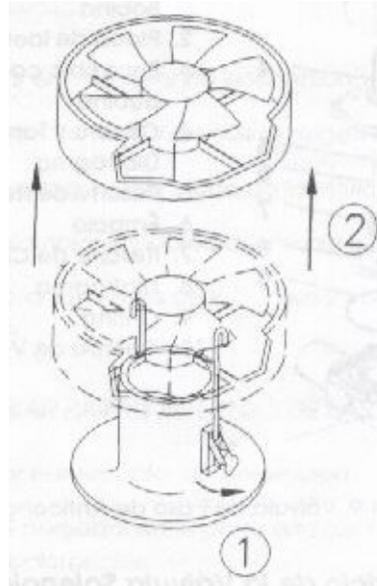


Figura 11. Diagrama donde se muestra las partes de un motor ventilador de un condensador.

c) Cambio de carbones.

Si los carbones están rotos, agrietados, severamente astillados, o usados a menos de 1/3 de su longitud original, reemplazar.

- a. Remover la tapa de los carbones.
- b. Con los dedos, saca el conjunto carbón – resorte.
- c. Invertir el proceso para reensamblar.

5.20 Servicio del ensamble del motor del evaporador..

a) Desensamble.

- a. Asegurarse de que la unidad se encuentra apagada y que el sistema no comenzará a trabajar bajo ninguna circunstancia.
- b. Desconectar los arneses. Marca los cables para hacer una instalación adecuada.
- c. Jalar hacia fuera la grapa superior de los motores y deslizar el motor hacia arriba.
- d. Para reinstalar, invertir el proceso descrito anteriormente.

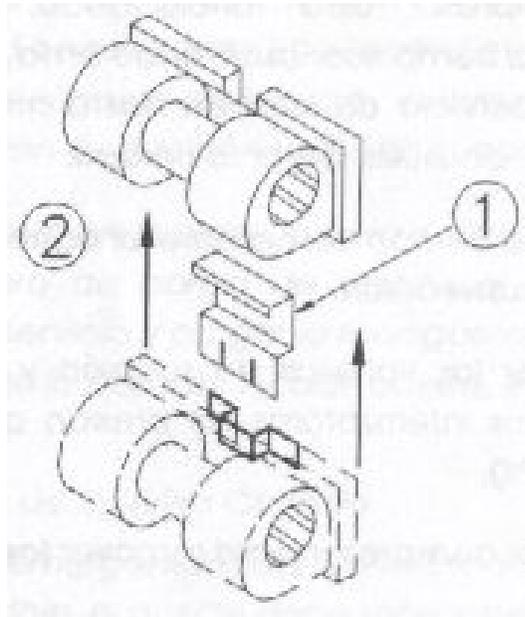


Figura 12. Diagrama donde se muestra las partes de un motor ventilador de un evaporador.

5.21 Cambio del filtro de aire del retorno.

El filtro de aire del retorno está localizado en el retorno de aire del autobús.

El filtro debe ser checado periódicamente, dependiendo de las condiciones de limpieza de operación. Un filtro de aire sucio restringirá el flujo de aire sobre los serpentines del evaporador. Esto, puede causar un enfriamiento o calefacción ineficiente y posible congelamiento en el serpentín.

Cambiar filtros como se indica:

1. Quitar la rejilla de retorno de aire.
2. Poner el interruptor de encendido en la posición de apagado.
3. Aflojar los seguros que sostienen al filtro.
4. Quitar los seguros que sostienen al filtro.
5. Invertir el proceso para instalar un nuevo filtro.

5.22 Cambio del compresor.

a) Cambio de compresor.

Para quitar el compresor del autobús.

- a. Si el compresor no funciona y la presión del refrigerante aún existe, asentar en la parte frontal las válvulas de succión y descarga, para aislar la mayor parte de refrigerante en el sistema.

Si el compresor está funcionando, realizar un entrampado al compresor asentando en la parte frontal la válvula de servicio de succión hasta que la presión caiga a 1 psig, después, parar la unidad.

- b. Liberar la presión del compresor conectando a un sistema de recuperación.
- c. Remover las válvulas de succión y descarga y desconectar los interruptores de presión de alta y de baja.
- d. Aflojar el compresor para remover las bandas del compresor.
- e. Desconectar las conexiones de los cables a los descargadores.
- f. Utilizar una grúa o polipasto adecuado para quitarlo. El compresor pesa aproximadamente 146 lbs (73 Kg.).
- g. Quitar el embrague del compresor.

NOTA : Si el compresor se va a regresar a la fabrica, drenar el aceite defectuoso del compresor antes de ser transportado.

Para instalar el compresor en el autobús.

NOTAS :- Es importante Verificar el nivel de aceite del nuevo compresor y llenar si es necesario.

- El compresor de reemplazo es vendido sin válvulas de servicio (pero con las tapas para ellas). Éstas deben ser colocadas en el compresor viejo antes de ser embarcado. Verificar el nivel de aceite del compresor nuevo. Si no tiene, añadir la cantidad correcta, especificada en la sección V.

1. Los descargadores originales deben ser transferidos al compresor que se va a instalar. El tapón que se quita del compresor a instalar, tiene como finalidad servir de sello para el transporte, si el pistón está atorado, puede ser extraído atornillando la tapa roscada al pistón.

El empaque de teflón que se encuentra en la parte inferior del pistón debe ser extraído.

2. Quitar el interruptor de presión de alta e instalar en el compresor nuevo después de haber checado las especificaciones de los interruptores.

3. Instalar el compresor en la unidad invirtiendo los pasos descritos anteriormente, se recomienda usar nuevas contratuerkas cuando se reemplace el compresor. Instalar los nuevos empaques en las válvulas de servicio y apretar uniformemente.
4. Colocar 2 mangueras (con válvulas manuales cerca de la bomba de vacío) a las válvulas de servicio de succión y descarga. Deshidratar y hacer vacío al compresor a 500 micrones (29.90" Hg. vacío = 75.9 cm Hg. vacío). Cerrar las válvulas en ambas líneas.
5. Asentar completamente en la parte trasera las válvulas de succión y descarga (abrir).
6. Remover las líneas de vacío e instalar los manómetros.
7. Encender la unidad y verificar que no existan gases no condensables.
8. Verificar el nivel de refrigerante y añadir, si es necesario.
9. Verificar el nivel de aceite del compresor. Añadir aceite, si es necesario.
10. Verificar la operación de los descargadores del compresor.
11. Verificar ciclos de refrigeración.

b) Revisión del nivel de aceite del compresor.

- a. Operar la unidad en A / A máximo con compresor a 1000 RPM, por lo menos durante 20 minutos.
- b. Verificar la mirilla indicadora en el compresor para asegurar que no se presente espuma de aceite después de 20 minutos de operación. Si se forma espuma excesiva después de este período, Verificar el sistema por un posible retorno de líquido al compresor. Corregir esta situación antes de añadir aceite.
- c. Verificar el nivel de aceite en la mirilla indicadora con el compresor trabajando. Referirse a la siguiente figura para corregir el nivel. Si el nivel está arriba del máximo, el aceite debe ser removido del compresor. Si el nivel está debajo del mínimo, añadir aceite al compresor como se indica en la siguiente figura.

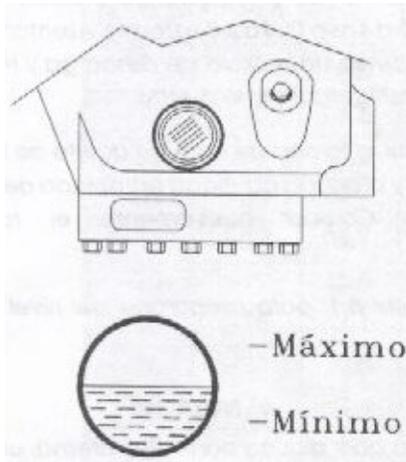


Figura 13. Diagrama donde se muestra el nivel de aceite de la mirilla indicadora del compresor.

c) **Añadiendo aceite al compresor instalado.**

PRECAUCIÓN : El aceite apropiado del compresor se debe usar de acuerdo al refrigerante usado en el sistema. (Referirse a la sección V).

Los dos métodos para añadir aceite son : la bomba de aceite y el sistema cerrado.

- **Método de bomba de aceite.**

- a. Conectar una bomba de aceite a un galón (3.785 litros) de aceite de refrigeración. Se recomienda usar una bomba de aceite.
- b. Cuando el compresor está en operación, la válvula check de la bomba, previene la pérdida de refrigerante, y permite al técnico de servicio, contrarrestar la presión de operación de succión y añadir el aceite necesario.
- c. Asentar en la parte trasera la válvula de succión y la manguera de carga de aceite al puerto. Abrir la válvula de servicio y purgar la manguera de aceite en la conexión de la bomba. Añadir aceite, si es necesario.

- **Método de sistema cerrado.**

En una emergencia, donde la bomba de aceite no está disponible, el aceite debe ser vaciado a través de la válvula de succión.

PRECAUCIÓN : Se debe tener extremo cuidado de asegurarse que las conexiones comunes del múltiple de manómetros permanezcan llenas en aceite todo el tiempo. De otra manera se puede introducir aire y humedad.

- a. Conectar el múltiple de manómetros. Colocar la línea de centro de carga dentro del contenedor de aceite como se muestra en la figura 14.

- b. Despacio abrir la válvula manual de descarga para purgar la línea, después cerrar.
- c. Asentar en la parte frontal la válvula de servicio de succión y colocar un cable puente en el interruptor de presión de baja para desviar el interruptor.
- d. Encender la unidad y disminuir la presión hasta que el manómetro indique 5 pulgadas /Hg. Apagar la unidad.
- e. Abrir la llave del manómetro y permitir que el vacío del compresor succione lentamente el aceite del compresor. Cuando el nivel esté arriba de un cuarto de la mirilla, cerrar la válvula del manómetro. Fijar al centro la válvula de servicio de succión. Quitar el cable puente del interruptor de presión de baja.
- f. Encender la unidad y Verificar el nivel de aceite del compresor.
- g. Asentar en la parte trasera la válvula para quitar la manguera de la válvula de servicio de succión y colocar nuevamente los tapones de las válvulas de servicio.

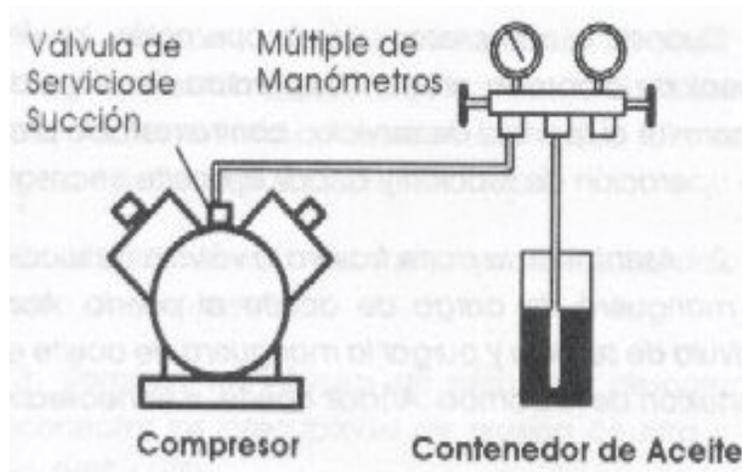


Figura 14. Diagrama donde se muestra como hacer la carga de aceite del compresor.

Añadiendo aceite a un compresor antes de ser Instalado.

PRECAUCIÓN : El aceite apropiado para el compresor debe usarse de acuerdo al refrigerante usado en el sistema.

El compresor que será reemplazado puede ser o no embarcado con aceite.

Si el compresor está sin aceite, añadir aceite a través de la cavidad de la válvula de servicio de succión o quitando el tapón de carga de aceite.

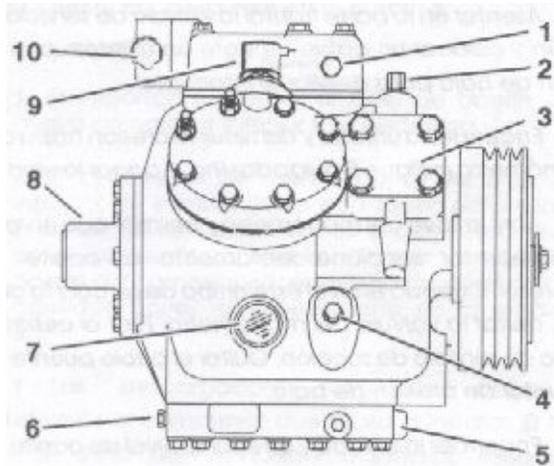


Figura 15. Diagrama donde se muestran las partes de un compresor.

1. Conexión del interruptor de alta presión.
2. Conexión del interruptor de baja presión.
3. Válvula de servicio de succión.
4. Tapón de carga de aceite.
5. Base.
6. Tapón de drenado de aceite.
7. Mirilla de aceite.
8. Bomba de aceite.
9. Solenoide de descargador.
10. Válvula de servicio de descarga.

Compresor – Modelo 05G.

- Para quitar aceite del compresor.

1. Si el nivel del compresor, como se mencionó en el paso 4.22.b está arriba de 1/2 de la mirilla, quitar aceite del compresor. Si la mirilla está llena, quitar 2-3/4 de aceite del compresor para bajar el nivel a 1/2 de la mirilla.
2. Conectar los manómetros al compresor.
3. Cerrar la válvula de servicio de succión y vaciar la unidad de 2 a 4 psig (1.4 a 2.8 Kg./cm²). Asentar en la parte frontal la válvula de servicio de descarga y lentamente sangrar el refrigerante que quedó.
4. Quitar el tornillo de drena de aceite de la base del compresor. Colocar nuevamente el tornillo del compresor.
5. Repetir el paso 1. para asegurarse del nivel de aceite correcto.

NOTA : Antes de abrir alguna parte del sistema, una leve presión positiva se debe indicar en ambos manómetros. Si se indica un vacío crear una presión positiva abriendo momentáneamente la válvula de salida del tanque receptor.

5.23 Tablas de diagnóstico de fallas.

En forma adicional se ingresan estas tablas para poder hacer un mejor diagnóstico de diferentes fallas en este tipo de equipos.

Anomalía	Causa Posible	Acción Recomendada
01. El compresor no funciona.	<ul style="list-style-type: none"> a. Bajo voltaje de alimentación al embrague. b. Interruptor térmico activado o relevador defectuoso. c. Interruptor térmico activado o relevador defectuoso. d. Embrague magnético quemado. e. Compresor trabado. f. Interruptor de baja abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Verificar voltaje. Debe ser mayor de 22-24 v. dependiendo del voltaje nominal del sistema. b. Restablecer el interruptor térmico o reemplazar el elemento defectuoso. c. Referirse a la anomalía del embrague. d. Reparar o reemplazar el embrague. e. Reparar o cambiar el compresor. f. Referirse a la anomalía del interruptor.
02. El compresor para por alta presión.	<ul style="list-style-type: none"> a. Sobre carga de refrigerante. b. Serpentín condensador sucio. c. Motor (es) condensador parados. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Purgar la sobrecarga. b. Limpiar el serpentín. c. Referirse a la anomalía del motor condensador.
03. El compresor para por baja presión.	<ul style="list-style-type: none"> a. Falta de refrigerante. b. Válvula de expansión sucia o defectuosa. c. Serpentín evaporador sucio. d. Filtro de aire sucio. e. Ventilador evaporador parado. f. Tubería obstruida. g. Descargadores no ajustados. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Reparar la fuga y recargar gas. b. Limpiar o reemplazar la válvula termostática de expansión. c. Limpiar el serpentín evaporador. d. Limpiar o reemplazar los filtros. e. Referirse a la anomalía del motor evaporador. f. Localizar y destapar. g. Reparar o ajustar los descargadores.
04. El sistema no trabaja.	<ul style="list-style-type: none"> a. Problema en el relevador general, y/o circuito de alimentación. b. Señales de funciones sin operar. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Revisar circuito y relevador general, cambiar o reparar. b. Reparar interruptores y circuito de señales.

05. Motor condensador parado.	<ul style="list-style-type: none"> a. Conexiones del arnés rotas. b. Motor condensador quemado. c. Interruptores térmicos abiertos. d. Carbones acabados. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Reparar conexiones o arnés eléctrico. b. Reemplazar motor condensador. c. Reemplazar interruptores térmicos o relevadores. d. Reemplazar los carbones.
06. Compresor ruidoso.	<ul style="list-style-type: none"> a. Tornillos de sujeción flojos. b. Bajo nivel de aceite en el compresor. c. Válvula del compresor defectuosa. d. Sobrecalentamiento de la válvula termostática de expansión. e. Válvula de expansión trabada. f. Falso contacto del bulbo de la válvula de expansión. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Apretar tornillos. b. Referirse a la anomalía del nivel de aceite. c. Reemplazar válvulas y plato de válvulas. d. Ajustar el sobrecalentamiento. e. Reparar o reemplazar la válvula. f. Corregir el contacto.
07. El compresor pierde aceite.	<ul style="list-style-type: none"> a. Baja carga de refrigerante. b. Baja presión de succión. c. Válvula termostática bloqueada. d. Restricción en el sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Reparar la fuga, si existe y recargar el sistema con refrigerante y aceite. b. Referirse a la anomalía de la baja presión. c. Reparar o reemplazar la válvula. d. Localizar la restricción y eliminarla.
08. No enfría y el compresor opera continuamente.	<ul style="list-style-type: none"> a. Falta de refrigerante. b. Válvula del compresor defectuosa. c. Aire o gases no condensables en el sistema. d. Alta presión de succión. e. Sobrecalentamiento mal ajustado. f. Válvula de expansión sucia o defectuosa. g. Serpentin evaporador sucio. h. Filtro de aire sucio. i. Restricción en el sistema. j. Serpentin condensador sucio. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Reparar fuga y recargar. b. Reemplazar las válvulas y el plato de válvulas o compresor. c. Hacer vacío, cambiar filtro deshidratador y cargar gas. d. Referirse a la anomalía de la alta presión de succión. e. Ajustar el sobrecalentamiento. f. Reparar o reemplazar la válvula termostática de expansión. g. Limpiar serpentín. h. Limpiar o cambiar filtro. i. Localizar y eliminar restricción. j. Limpiar el serpentín.

09. Enfría demasiado y el compresor opera continuamente.	<ul style="list-style-type: none"> a. Mala selección de temperatura. b. Mala localización del sensor. c. Mal ajuste o falla en descargadores. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Ajustar temperatura en el módulo. b. Colocar adecuadamente el sensor. c. Ajustar o reparar los descargadores.
10. Refrigerante líquido en el compresor.	<ul style="list-style-type: none"> a. Sobrecalentamiento de la válvula. b. Válvula trabada, abierta. c. Bulbo de la válvula suelto. d. Refrigerante sobrecalentado. e. Temperatura interior muy baja. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Ajustar el sobrecalentamiento. b. Reparar o reemplazar válvula de expansión. c. Reinstalar y fijar correctamente. d. Purgar el sobrecalentamiento. e. Incrementar la temperatura de referencia.
11. Presión de descarga alta.	<ul style="list-style-type: none"> a. Sobrecarga de refrigerante. b. Temperatura ambiente muy alta. c. Restricción en el sistema. d. Motor condensador parado. e. Serpentín condensador sucio. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Purgar la sobrecarga. b. Reducir la carga térmica. c. Encontrar y eliminar restricción. d. Referirse a la anomalía del motor condensador e. Lavar serpentín condensador.
12. Presión de succión baja.	<ul style="list-style-type: none"> a. Falta de refrigerante. b. Temperatura de retorno baja. c. Sobrecalentamiento incorrecto. d. Válvula sucia o defectuosa. e. Motor evaporador parado. f. Restricción en el sistema. g. Filtros de aire sucios. h. Serpentín evaporador sucio. i. Serpentín evaporador con hielo. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Reparar fuga y recargar. b. Poner termostato a mayor temperatura. c. Ajustar el sobrecalentamiento. d. Limpiar o reparar válvula de expansión. e. Referirse a la anomalía del motor del evaporador. f. Encontrar y eliminar restricción. g. Limpiar o reemplazar los filtros. h. Limpiar serpentín. i. Referirse a la anomalía del evaporador con hielo.
13. Serpentín evaporador congelado.	<ul style="list-style-type: none"> a. Presión de succión baja. b. Temperatura baja de retorno de aire. c. Restricción en el sistema. d. Filtro de aire sucio. e. Serpentín evaporador sucio. f. Válvula de expansión sucia. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Referirse a la presión de succión. b. Mover la temperatura de referencia. c. Encontrar y eliminar la restricción. d. Limpiar o reemplazar el filtro. e. Limpiar el serpentín. f. Limpiar o cambiar la válvula de expansión.

Conclusiones

A partir de este trabajo se concluye con lo siguiente:

- a) El ciclo de refrigeración es una base importante para el funcionamiento de un equipo de aire acondicionado, independientemente de su aplicación.
- b) Para poder entender las bases teóricas acerca de los equipos de aire acondicionado, es necesario tener conocimientos elementales de termodinámica y de electricidad.
- c) La termodinámica nos da bases para comprender todos los procesos internos del aire y entender por que se enfría o calienta, la electricidad para comprender el funcionamiento de los motores y los controles.
- d) Se hizo un análisis acerca de los circuitos eléctricos básicos y su aplicación en la refrigeración y aire acondicionado.
- e) El sistema de aire acondicionado GR-60 descrito en este trabajo, se puede aplicar sin mucha diferencia a los autobuses VISTABUS, MULTIEGO y BUSSCAR por lo que el titulo de este trabajo involucro a estos tres tipos de autobuses, aunque no se menciono mucho durante el desarrollo de esta tesis.
- f) Se dieron las bases para el entendimiento de todos los dispositivos electrónicos y eléctricos de control a través de los paneles de control. Aclarando que no se metió mucho dentro del aspecto del diseño ya que este trabajo desarrollado es un manual y no un diseño o una innovación.
- g) A través de los displays de los controles de operación, se puede determinar cuales son las fallas a las que están incurriendo y darle solución a los problemas presentados.
- h) Con la realización de este manual, esperamos que los egresados de esta facultad se puedan actualizar en el tema del aire acondicionado de los autobuses, ya que esta información no es fácil conseguirla en libros de texto, solo se encuentran dentro del área laboral y no es fácil acceder a dicha información, por lo que creemos que si es confiable y práctico.
- i) Se hace una descripción bien detallada de los componentes y como se le debe de dar mantenimiento por lo que no creemos que en ese aspecto se puedan tener problemas de entendimiento, así que vamos cumpliendo con nuestros objetivos planteados desde un principio.
- j) Tal vez la parte que mas nos pueda interesar desde el punto de vista eléctrico-electrónico es el de los tableros de control, pero siempre nos encontramos con un problema; para los dueños de los autobuses es mas práctico y tal vez económico(según ellos) cambiar las tabletas o los dispositivos y no investigar cual fue el problemas, esto conlleva a una pérdida de tiempo que estaría parando los autobuses, por lo que sería interesante para nosotros hacer un análisis y reparar estos componentes y tal vez desde ahí comenzar a proyectar un negocio.

- k) Se incluye una tabla de diagnóstico de fallas al final del último capítulo para resumir las posibles fallas y sus posibles soluciones y que sea de consulta rápida.
- l) Una vez más queda demostrado que en nuestra rama de la ingeniería, no es posible separar el área mecánica con el área eléctrica ya que siempre están relacionadas como en este caso por lo que si es necesario que en toda nuestra carrera se le de importancia a todas nuestras asignaturas por que no sabemos a donde vamos a ir a trabajar en nuestra labor como ingenieros mecánicos-electricistas.
- m) Por último solo corroborar que se cumplió el objetivo general y los objetivos particulares por lo que nuestro trabajo cumplió con todas las expectativas levantadas desde un principio, cuando empezamos a desarrollar este trabajo de titulación.

Bibliografía

- Electrónica práctica Tomo I.
Contin Sanz.
Ed. Mc. Graw Hill. 1988

- Manual de refrigeración electrolux compressor/Cubigel.
Información técnica y de aplicación.
Documento interno de capacitación.

- Manual de ingeniero industrial.
William K. Hodson.
Ed. Mc. Graw Hill. 1999

- E.I du Pont Nemours and Company, Inc.
Refrigerantes SUVA
About SUVA Refrigerants.
Technical Information and Literature.

- Manual de aire acondicionado GR-60
Información técnica y de aplicación.
Documento interno de capacitación.

- Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración.
Hernández Goribar.
Ed Limusa,1992.

- Manual de refrigeración y aire acondicionado.
Botero Camilo .
Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. 2001

- Manual de refrigeración doméstica.
Hernández Valadez José.
Ed. Trillas.2ª edición, 2006.

- Manual de refrigeración industrial.
Principio, diseño y aplicaciones.
Mycom. Mayekawa de México, S.A de C.V.

- Principios de refrigeración.
R. Warren Marsh.
C. Thomas Olivo.
Ed Diana, 2ª Edición, 2004.

- Tratado práctico de refrigeración automática.
Alarcón Greus.
Ed Marcombo,11ª edición, 2000.