

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**MONTAJE E INSTALACION DE UN EQUIPO DE AIRE  
ACONDICIONADO EN UNA UNIDAD DE TRANSPORTE  
INTERPROVINCIAL.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL**

**GUARQUILA VEGA VICTOR ROBERTO**

**victorguarquila@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. BONILLA PALACIOS MARCO GILBERTO**

**marcobonilla@hotmail.com**

**Quito, 2014**

## DECLARACIÓN

Yo Víctor Roberto Guarquila Vega, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Víctor Roberto Guarquila V.

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Víctor Roberto Guarquila Vega, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Marco Bonilla**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

Mi primer agradecimiento es a Dios, por darme la vida, unos padres ejemplares, mi esposa y mi hija, quienes con su gran amor y apoyo incondicional me incentivaron a culminar exitosamente mi carrera.

A toda mi familia, por el ánimo recibido en mi tiempo de estudio.

A la carrera de Mantenimiento Industrial, quien me ha acogido de la mejor manera a lo largo del tiempo que curse ahí.

A todos los ingenieros, aquellas personas que me prepararon y compartieron día a día de su conocimiento para poderme desempeñar en el ámbito laboral; en especial a mi tutor, Ing. Marco Bonilla, quien dedicó su tiempo y me hizo visualizar y aplicar los conocimientos recibidos durante toda la carrera universitaria.

A mi amiga de Mantenimiento Industrial, María José, con la que forme una gran amistad y compartí la mayor parte de mi vida universitaria y personal, la voy a recordar siempre.

A mis amigos personales, del barrio y de mi congregación; que, en su debido momento, me dieron los ánimos necesarios para levantarme y seguir a la meta.

Un agradecimiento especial a ti mi esposa, por compartir tu vida conmigo y darme tu amor y la felicidad, además de la oportunidad de prepararme profesionalmente. Gracias por tu confianza y por mi Princesa Renatita.

Gracias a todos mis amigos y amigas de la Poli, Dios los bendiga siempre.

Víctor Roberto Guarquila V.

## DEDICATORIA

Mi proyecto de titulación está dedicado a Dios, mi papi Segundo Pedro Guarquila y mi mami Gladys Adriana Vega V., de quienes he recibido de su cuidado y apoyo incondicional en toda mi vida y me enseñaron el buen camino con sus consejos y enseñanzas para tener una vida de éxito.

A mis hermanos Amparito y Lenin, de quien siempre llevo gratos recuerdos que vivimos y viviremos.

A mi esposa Gaby Granda y a mi hija Renata Daniela quienes son el pilar y la razón de mi vida y me ayudaron a finalizar esta etapa universitaria, las amo.

Además, dedico este proyecto a mi tío Milton Guarquila, quien desde muy joven me brindo de su confianza y conocimiento siempre que lo necesite, a mi familia entera, Julita, Juanito, Karito, Emily, David y todos los que me faltan nombrar que con sus palabras de aliento me impulsaron a aprovechar una segunda oportunidad que ofrece la vida, y que a pesar de las adversidades, se puede llegar a la meta de manera segura.

Una dedicatoria especial al Ing. Pedro Llumiyinga por su ardua labor como profesor de varias materias impartidas que reforzaron mi vida profesional.

Víctor Roberto Guarquila V.

## INDICE

<b>DECLARACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>V</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Reseña histórica	1
1.2 Aplicaciones	2
1.2.1 Aplicación de comodidad	3
1.2.2 Aplicaciones de proceso	3
<b>CAPITULO II</b>	<b>4</b>
<b>FUNDAMENTO TEORICO</b>	<b>4</b>
2.1 Aire Acondicionado	4
2.2 Partes del Equipo de Aire Acondicionado. Compresor, Condensador y Evaporador	5
2.2.1 Compresor	5
2.2.2 Condensador	8
2.2.3 Filtro Secador	9
2.2.4 Válvula de expansión	9
2.2.5 Evaporador	11
2.2.6 Alternador, placa eléctrica y panel de control	12
2.3 Funcionamiento	13
<b>CAPITULO III</b>	<b>14</b>
<b>EJECUCION DEL PROYECTO</b>	<b>14</b>
3.1 Construcción y Montaje de la base para instalación del compresor y alternador.	15
3.2 Preparación del soporte y montaje del equipo evaporador y condensador en la unidad.	16
3.3 Instalación y soldadura de las cañerías de cobre y acoples con su respectivo aislamiento y seguridad anti vibración.	21
3.4 Medición y preparación de las mangueras con sus respectivos acoples para la conexión de las cañerías de cobre con el compresor, condensador y evaporador.	27
3.5 Instalación eléctrica para alimentación y control del sistema de aire acondicionado.	31
3.5.1 Alternador	31
3.5.2 Esquema Eléctrico	32
3.5.3 Chicote Eléctrico	33
3.5.4 Panel de control	35
3.5.5 Central Eléctrica	36
3.5.6 Embrague Electromagnético	36

3.6	Pruebas de fugas con nitrógeno, vacío del sistema y carga del refrigerante R134a.	37
3.7	Puesta en marcha del equipo de aire acondicionado.	43
<b>CAPITULO IV</b>		<b>44</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>44</b>
4.1	Conclusiones	44
4.2	Recomendaciones	45
4.2.1	Mantenimiento y cuidado del sistema de aire acondicionado	45
4.2.1.1	Control de tensión de correa	46
4.2.1.2	Control de refrigerante	46
4.2.1.3	Control de aceite lubricante de compresor	47
4.2.1.4	Limpieza de red de filtro	47
4.2.1.5	Limpieza de condensador	47
4.2.1.6	Limpieza de evaporador	47
4.2.2	Funcionamiento normal y condiciones del refrigerante en el sistema de aire acondicionado	48
4.2.2.1	Funcionamiento normal del sistema de aire acondicionado	48
4.2.2.2	Presencia de humedad en el sistema	49
4.2.2.3	Falta de refrigerante	50
4.2.2.4	Poca circulación de refrigerante	51
4.2.2.5	Refrigerante no circula	52
4.2.2.6	Sobrecarga de refrigerante o deficiencia en el cambio de calor del condensador	53
4.2.2.7	Presencia de aire en el sistema	54
4.2.2.8	Válvula de expansión mal armada o bulbo sensor defectuoso	55
4.2.2.9	Compresor con compresión defectuosa	56
4.2.3	Análisis de avería simple	57
4.2.3.1	Avería de tensión baja	57
4.2.3.2	Avería de tensión alta	57
4.2.3.3	Avería de presión	57
4.2.3.4	Avería de sensor de evaporador	57
4.2.3.5	Avería de sensor de viento devuelto	58
4.2.3.6	Estado de evaporador	58
4.2.3.7	Estado de espera	58
4.2.3.8	Anormalidades del sistema	58
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>60</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.- Conjunto De Sistema De Aire Acondicionado</b>	<b>4</b>
<b>Fig. 2.- Compresor Y Sus Partes</b>	<b>6</b>
<b>Fig. 3.- Conjunto De Embrague</b>	<b>6</b>
<b>Fig. 4.- Aceite Para Compresor A/C</b>	<b>7</b>
<b>Fig. 5.- Equipo Condensador</b>	<b>8</b>
<b>Fig. 6.- Filtro Secador</b>	<b>9</b>
<b>Fig. 7.- Válvula De Expansión</b>	<b>9</b>
<b>Fig. 8.- Ubicación De La Válvula De Expansión</b>	<b>10</b>
<b>Fig. 9.- Equipo Condensador</b>	<b>11</b>
<b>Fig. 10.- Elementos Eléctricos, Generador Y Control</b>	<b>12</b>
<b>Fig. 11.- Motor Evaporador Y Motor Condensador</b>	<b>13</b>
<b>Fig. 12.- Bosquejo De Montaje</b>	<b>14</b>
<b>Fig. 13.- Producto A Instalarse</b>	<b>14</b>
<b>Fig. 14.- Instalación Base Y Compresor</b>	<b>15</b>
<b>Fig. 15.- Alineación De Poleas Y Ajuste De Bandas</b>	<b>15</b>
<b>Fig. 16.- Compresor Posición Derecha, Alineación De Poleas Y Ajuste De Bandas</b>	<b>16</b>
<b>Fig. 17.- Orificios De Techo Listos Para Montaje De Evaporador</b>	<b>17</b>
<b>Fig. 18.- Preparación Del Perímetro De Los Orificios Para Montaje De Evaporador</b>	<b>17</b>
<b>Fig. 19.- Orificios De Techo Listos Para Montaje De Evaporador</b>	<b>18</b>
<b>Fig. 20.- Aplicación De Sikaflex</b>	<b>18</b>



<b>Fig. 21.- Aplicado Sikaflex Y Cauchos Base Para Pernos</b>	<b>18</b>
<b>Fig. 22.- Elevación Del Equipo Evaporador</b>	<b>19</b>
<b>Fig. 23.- Montaje Del Equipo Evaporador</b>	<b>19</b>
<b>Fig. 24.- Elevación Del Equipo Evaporador</b>	<b>20</b>
<b>Fig. 25.- Aseguramiento Del Equipo Evaporador</b>	<b>20</b>
<b>Fig. 26.- Montaje Y Aseguramiento Del Equipo Condensador</b>	<b>20</b>
<b>Fig. 27.- Retiro De Tapones De Los Acoples Del Equipo</b>	<b>21</b>
<b>Fig. 28.- Acoplamiento Equipo Evaporador-Condensador</b>	<b>21</b>
<b>Fig. 29.- Herramientas, Equipo De Suelta Y Materiales</b>	<b>22</b>
<b>Fig. 30.- Toma De Medidas Y Corte De Los Tubos De Cobre</b>	<b>23</b>
<b>Fig. 31.- Preparación De Las Superficies Y Juntas Para Soldar</b>	<b>23</b>
<b>Fig. 32.- Soldaduras De Plata 5-15 % (Suelta Autógena)</b>	<b>23</b>
<b>Fig. 33.- Soldaduras En Lugar De Instalación</b>	<b>24</b>
<b>Fig. 34.- Soldaduras Sobre Cabeza</b>	<b>24</b>
<b>Fig. 35.- Verificación De Las Sueltas</b>	<b>25</b>
<b>Fig. 36.- Protección De Cañerías Con Gomas De Rubatex</b>	<b>25</b>
<b>Fig. 37.- Instalación De Las Cañerías En La Carrocería</b>	<b>25</b>
<b>Fig. 38.- Fijación De Cañerías</b>	<b>26</b>
<b>Fig. 39.- Aseguramiento De Las Cañerías Y Amarre De Manguera De Desagüe</b>	<b>26</b>
<b>Fig. 40.- Instalación De Manguera De Desagüe</b>	<b>27</b>
<b>Fig. 41.- Medición De Las Mangueras</b>	<b>28</b>

<b>Fig. 42.- Instalación De Mangueras</b>	<b>28</b>
<b>Fig. 43.- Aseguramiento De Mangueras Con Abrazaderas</b>	<b>28</b>
<b>Fig. 44.- Posicionamiento De Acoples Para Mangueras En Compresor</b>	<b>29</b>
<b>Fig. 45.- Acoplamiento De Mangueras En El Compresor</b>	<b>29</b>
<b>Fig. 46.- Acoplamiento De Mangueras A Las Cañerías De Cobre</b>	<b>29</b>
<b>Fig. 47.- Forrado Con Cinta Rubatex Los Acoplamientos</b>	<b>30</b>
<b>Fig. 48.- Aseguramiento De Las Mangueras A Los Acoples Del Equipo De Techo</b>	<b>30</b>
<b>Fig. 49.- Conexión Eléctrica En Alternador</b>	<b>31</b>
<b>Fig. 50.- Instalación De Protector Eléctrico (150 A)</b>	<b>32</b>
<b>Fig. 51.- Ejemplo De Plano Eléctrico De Un Sistema De Aire Acondicionado</b>	<b>32</b>
<b>Fig. 52.- Instalación De Conjunto De Cables Eléctricos</b>	<b>33</b>
<b>Fig. 53.- Conexión De Conectores</b>	<b>33</b>
<b>Fig. 54.- Conexión Cable De Corriente Principal</b>	<b>34</b>
<b>Fig. 55.- Conexiones Y Amarre De Cables</b>	<b>34</b>
<b>Fig. 56.- Conexión De Motores Evaporadores</b>	<b>34</b>
<b>Fig. 57.- Conexión Cable De Panel De Control</b>	<b>35</b>
<b>Fig. 58.- Prueba De Panel De Control</b>	<b>35</b>
<b>Fig. 59.- Revisión De Conexión En Central Eléctrica (Parte Posterior)</b>	<b>36</b>
<b>Fig. 60.- Central Eléctrica, Relés Y Fusibles (Parte Frontal)</b>	<b>36</b>
<b>Fig. 61.- Tanque De Nitrógeno Y Manómetro</b>	<b>37</b>
<b>Fig. 62.- Refrigerante R 134 A (Presentaciones)</b>	<b>38</b>

<b>Fig. 63.- Parámetros Técnicos Del Refrigerante R 134 A</b>	<b>38</b>
<b>Fig. 64.- Conexión De Manómetros Por Medio De Acoples Rápidos</b>	<b>40</b>
<b>Fig. 65.- Apertura de Llaves En Compresor Conexión De Manguera Al Tanque De Nitrógeno</b>	<b>40</b>
<b>Fig. 66.- Apertura De Nitrógeno Y Regulación De Presión Al Sistema</b>	<b>41</b>
<b>Fig. 67.- Apertura De Llaves En Manómetro Para Presurizar El Sistema</b>	<b>41</b>
<b>Fig. 68.- Cerrado De Llave Principal Del Tanque De Nitrógeno</b>	<b>41</b>
<b>Fig. 69.- Evacuación De Nitrógeno Del Sistema</b>	<b>42</b>
<b>Fig. 70.- Puesto A Hacer Vacío Visualizado En Manómetro</b>	<b>42</b>
<b>Fig. 71.- Preparación De Carga De Refrigerante R 134 A</b>	<b>42</b>
<b>Fig. 72.- Purga De Manguera Y Carga De Refrigerante Líquido Por El Lado De Alta Presión</b>	<b>43</b>
<b>Fig. 73.- Condiciones De Funcionamiento</b>	<b>43</b>
<b>Fig. 74.- Tabla De Mantenimiento Básico Continúo Del Equipo De Aire Acondicionado</b>	<b>46</b>
<b>Fig. 75.- Tabla De Tensión De Correas O Bandas</b>	<b>46</b>
<b>Fig. 76.- Tabla De Anormalidades Del Sistema</b>	<b>59</b>

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

Empecemos hablando de la evolución de un sistema de aire acondicionado, desde que el hombre se dio cuenta que en el interior de su automotor, era muy caliente y le producía incomodidad, buscó una solución y hasta la época actual, los equipos de aire acondicionado son una opción básica de cualquier automotor. En el desarrollo de este trabajo más adelante definiremos las partes básicas del sistema de aire acondicionado y funcionamiento, la ejecución del proyecto con sus respectivas recomendaciones y conclusiones.<sup>1</sup>

### 1.1 Reseña histórica

Antiguamente el diseño de los autos era rudimentario e incómodo; para viajar en el invierno los pasajeros se abrigaban, y en verano la ventilación era la brisa que soplabla el auto al viajar a 25Km/h. era obvio que se debía hacer algo con dicho calor; en el principio se hicieron aberturas en el piso, pero esto trajo mucho polvo y suciedad al interior.

En 1884 William Whiteley ideó colocar cubos de hielo en un contenedor debajo de la cabina de los carruajes y soplar aire adentro por medio de un ventilador conectado al eje. Una cubeta cerca de las aberturas del piso fue el equivalente en el automóvil; luego vino un sistema de enfriamiento por evaporación llamado *Wheater Eye* (Ojo climático), produjo un efecto de disminución de la temperatura en el aire haciéndolo pasar sobre agua.

El primer auto con un sistema de refrigeración como los actuales fue el *Packard 1939*, en el que una *espiral enfriadora*, que no era más que un evaporador muy largo que envolvía toda la cabina, y cuyo sistema de control era el interruptor de un ventilador. Luego vino *Cadillac*, que produjo 300 autos con aire acondicionado en 1941. Estos sistemas tenían una gran desventaja, no existía un embrague en el compresor, por lo que éste siempre estaba encendido mientras el auto estaba en funcionamiento, y para apagar el sistema, se tenía que parar el auto, salir de éste, abrir el capó y quitar la correa del compresor. No fue sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial que *Cadillac* promocionó una nueva característica: controles para el aire acondicionado. Estos controles estaban localizados en el asiento trasero, por lo que el conductor debía estirarse hacia el asiento trasero para apagar el sistema, pero aun así era mejor que apagar el carro y desconectar la correa del compresor.

Los sistemas de aire acondicionado fueron por muchos años una opción no muy común. No fue sino hasta 1966 que el *Motor Sevice Manual* publicó que se habían vendido 3 560 000 unidades de aire acondicionado para automóviles que las ventas de autos con la opción de aire acondicionado se dispararon.

---

<sup>1</sup> Steve Rendle "Sistema de aire acondicionado para automóviles" (Año 2005), Editorial Grupo Editorial CEAC Edición: 1.

Para 1987 el número de unidades de aire acondicionado vendidas fue de 19 571 000. En la actualidad se estima que el 80% de los carros y camiones pequeños en uso poseen unidades de aire acondicionado.

El aumento de unidades de aire acondicionado instaladas en los autos en los 70s y los 80s se debió a que a finales de los 70s, en los Estados Unidos las personas comenzaron a mudarse hacia estados más calurosos. Luego las personas que compraban autos deseaban que éstos estuviesen equipados con todas las opciones disponibles. Los vendedores hacían más dinero con estas opciones extras, por lo que comenzaron a incluir equipos de aire acondicionado como una característica básica y no como una opción, a pesar de ser una de las características más caras. Con el tiempo las unidades de aire acondicionado fueron mejorando, por lo que los conductores no tuvieron que preocuparse por el calor que pasaban debido a que sus unidades de aire acondicionado funcionaban bien.

Hoy día, las unidades de aire acondicionado son muy eficientes, con sistemas modernos como el ATC (Control automático de temperatura, por sus siglas en inglés), que es más confiable que los viejos termostatos. Las computadoras a bordo también se aseguran que tanto el conductor como los pasajeros se sientan cómodos.

Las unidades de aire acondicionado automotoras están evolucionando continuamente, ahora hay más diseños de compresores y nuevos componentes electrónicos que mejoran la eficiencias de estos equipos; y no solo los componentes están evolucionando, también los refrigerantes, los CFC (clorofluorocarbonos, también conocidos como R-12 o freón) están siendo reemplazados por otros gases refrigerantes como el R-134, que no contiene cloro, debido a que son contaminantes, especialmente dañinos para la capa de ozono. Más adelante nombraremos nuevos gases que se encuentran en el mercado con sus características principales y aplicaciones.<sup>2</sup>

El aire acondicionado es casi universal en los vehículos a partir de 2010. Muchos fabricantes de automóviles han ofrecido como una opción estándar en incluso sus modelos económicos y niveles de equipamiento. Hay personas que no pueden recordar un coche que no tenía aire acondicionado. Es importante recordar que en cuanto a historia, el aire acondicionado en sí es relativamente nuevo, y la climatización de los vehículos es un avance aún más moderno.<sup>3</sup>

## 1.2 Aplicaciones

La amplia aplicación debido a la refrigeración del aire acondicionado, y las características de ventilación y deshumidificación en diferentes áreas, más los aspectos como la humedad, aire en movimiento, etc. las aplicaciones del aire acondicionado con temperatura controlada y calidad de aire en general pueden clasificarse en dos partes: aplicación de comodidad y aplicaciones de proceso.

---

<sup>2</sup> Dossat, Roy J. "Principios de Refrigeración".

(Año 2001) Editorial CECSA

<sup>3</sup> [http://www.ehowenespanol.com/historia-del-aire-acondicionado-del-automovil-sobre\\_176186/](http://www.ehowenespanol.com/historia-del-aire-acondicionado-del-automovil-sobre_176186/)

### 1.2.1 Aplicación de comodidad

Esta aplicación termina ofreciendo un ambiente cómodo dentro de una habitación a pesar de las pesadas cargas interiores y el cambio en las condiciones climáticas exteriores.

La productividad de un trabajador también depende de la temperatura ambiente, sea dentro de una oficina o en la industria. En consecuencia, un dispositivo de aire acondicionado lo podemos citar:

- ✓ En los edificios residenciales como dormitorios, salas y bloques de apartamentos el sistema de aire acondicionado centralizado proporciona aire fresco y frío. También se utiliza en el caso de edificios construidos para los fines comerciales: oficinas, centros comerciales, restaurantes, etc...
- ✓ En Hospitales, instituciones gubernamentales, académicas también requieren aire acondicionado para detener el calor excesivo en los climas cálidos o por la excesiva concurrencia de personas.
- ✓ El aire acondicionado también puede utilizarse en diversos medios de transporte: vehículos, trenes, barcos, aviones y naves espaciales.

### 1.2.2 Aplicaciones de proceso

Independientemente del calor interior y exterior o cambio de clima, las aplicaciones de proceso tratan de establecer condiciones necesarias con fines específicos. Podemos citar varios lugares:

- ✓ En las salas de operación de los hospitales, las salas de limpieza de circuitos integrados de producción y laboratorios están equipados con equipos de aire acondicionado teniendo aire fresco, deshumificado y frío.
- ✓ En las aeronaves, el aire acondicionado básicamente mantiene una presión de aire ligeramente alta y normal.
- ✓ Otras áreas también necesitan un aire de calidad similar. Centros de procesamiento de datos, fábricas textiles, unidades de operación nuclear, cocción de alimentos y zonas de procesamiento de granja y minas, etc. son algunos de los lugares que hasta ahora requiere la deshumidificación y ventilación de un aire acondicionado.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> <http://guidewhois.com/2011/04/aplicaciones-de-aire-acondicionado/>

## CAPITULO II

### FUNDAMENTO TEORICO

#### 2.1 Aire Acondicionado

El acondicionamiento del aire es el proceso que enfría, limpia y circula el aire, controlando, además, su contenido de humedad. En condiciones ideales logra todo esto de manera simultánea.

Ya centrándome en el tema del proyecto desarrollado empezaría diciendo que la función de un sistema de Aire Acondicionado (A/C) instalada en un autobús es proporcionar un clima confortable en el interior de su carrocería, considerando la temperatura y humedad relativa del aire. Este equipo está constituido de cuatro conjuntos en su manera básica que podemos observar en la siguiente figura (fig.1), y después los nombramos:

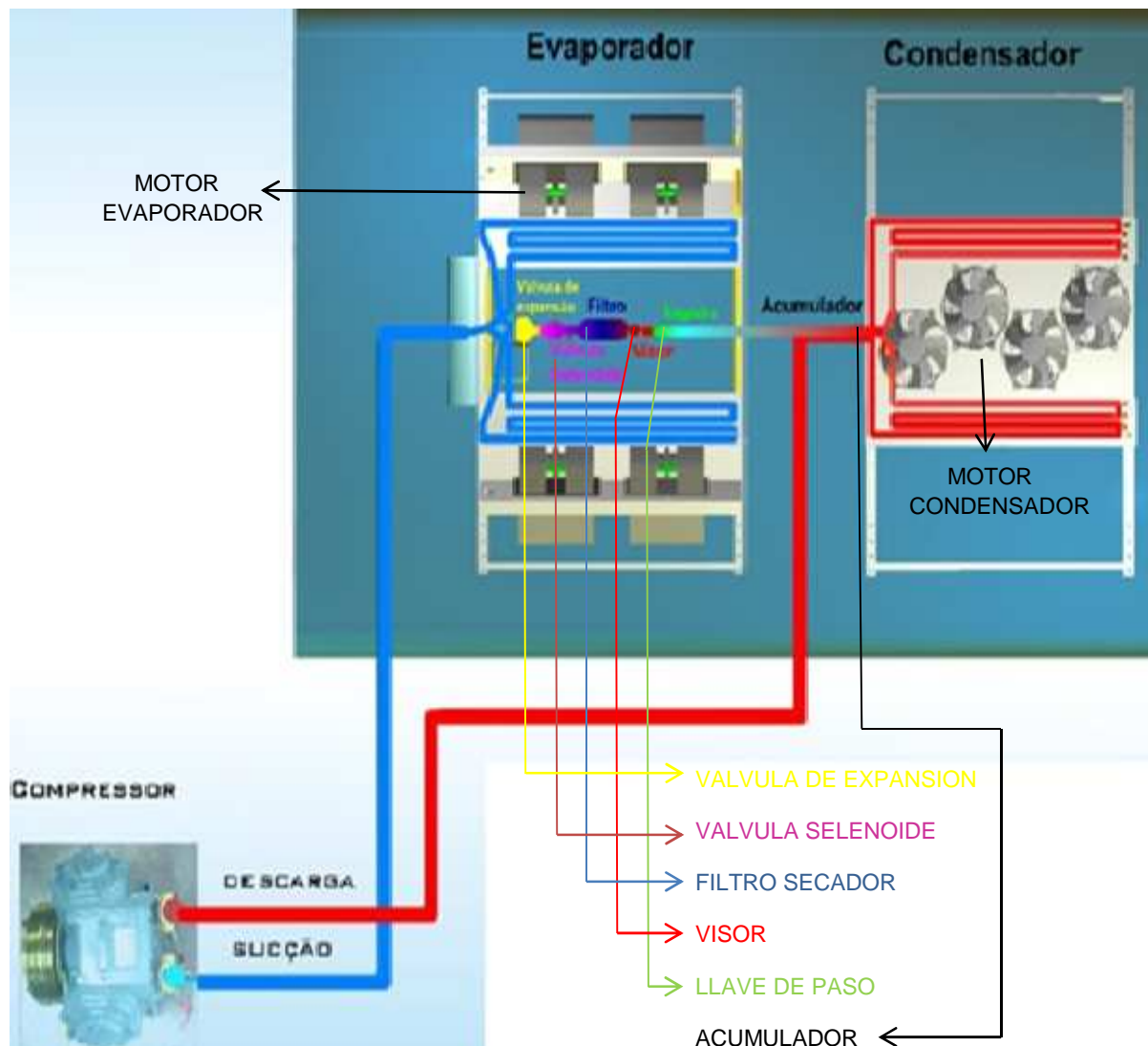


Fig. 1.- Conjunto de Sistema de Aire Acondicionado  
<http://www.climabuss.com.br>

- 1) Compresor: situado en el área del motor, sea en la parte trasera o delantera dependiendo del chasis
- 2) Condensador: situado en el techo y orientado para delante de la carrocería \*
- 3) Válvula de expansión: situado en la sección del evaporador
- 4) Evaporador: situado en el techo y en la parte trasera de la carrocería \*

El alternador es utilizado como fuente de alimentación para el embrague del compresor y los motores eléctricos del condensador, evaporador. Su ubicación se encuentra junto al compresor y acoplado por medio de bandas.

Las conexiones entre el compresor, condensador y evaporador se realizaron con mangueras de altísima calidad y terminales de aceros reutilizables. En algunos tramos utilizamos tubos de cobre de dimensiones adecuadas (succión  $d=1.1/8''$  y descarga  $d=7/8''$ ). El aire en el interior del autobús es aspirado por los ventiladores centrifugadores a través de las serpentinas del evaporador, donde es enfriado y deshumedecido, para ser descargado en los ductos y distribuido por los difusores. En el condensador, el aire del ambiente es succionado por los ventiladores axiales a través de las serpentinas para extraer el calor del refrigerante, para luego ser expulsado por la parte superior del equipo.<sup>5</sup>

( \* ) Para algunos casos particulares buscando la distribución de peso sobre los ejes, es posible invertir esta posición, e incluso dependiendo del modelo o capacidad del equipo su posición.

## **2.2 Partes del Equipo de Aire Acondicionado. Compresor, Condensador y Evaporador**

En el ítem anterior nombramos en general las partes principales de una unidad de aire acondicionado, ahora vamos a describirlas detalladamente.

### **2.2.1 Compresor**

Comúnmente denominado el corazón del sistema, como su nombre lo indica, comprime el gas refrigerante tomando para ello potencia del motor mediante una transmisión de banda. Los sistemas de aire acondicionado están divididos en dos partes, la de alta presión y la de baja presión; también denominados descarga y succión respectivamente. La entrada del compresor toma el gas refrigerante de la salida del evaporador para comprimirlo elevando la presión y temperatura y dirigiendo el refrigerante hacia el condensador. Este componente posee dos tomas con válvulas donde se conectan los manómetros.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> <http://www.climabuss.com.br>

<sup>6</sup> <http://www.climabuss.com.br>



El Compresor se compone de las siguientes partes y lo vemos en la fig. 2 y 3:

- ✓ Un Block
- ✓ Un Cigüeñal (rodamientos)
- ✓ Un Conjunto de bielas.
- ✓ Un Cilindro (eje, pistones, rines y cámara).
- ✓ Un Conjunto de Tapas (trasera, delantera, cárter, cabezotes).
- ✓ Un Conjunto de Válvulas (exteriores de conexión, e interiores de lengüeta y platos de válvula).
- ✓ Bomba.
- ✓ Empaques y pernos.
- ✓ Conjunto de sellos (eje y tapa).
- ✓ Conjunto de Embrague (bobina, rotor, placa de arrastre).



Fig. 2.- Compresor y sus partes

[http://jdhco.en.alibaba.com/product/311587739-209898340/COMPRESSOR\\_PART\\_BITZER\\_part.html](http://jdhco.en.alibaba.com/product/311587739-209898340/COMPRESSOR_PART_BITZER_part.html)



Fig. 3.- Conjunto de Embrague

<http://es.aliexpress.com/popular/clutch-coil.html>

Los **aceites** para los compresores del sistema de Aire Acondicionado y refrigeración han sido producidos especialmente para proporcionar una óptima lubricación a bajas temperaturas. Los aceites deben poseer las siguientes características:

- ✓ Densidad = 0,916 gr/cm<sup>3</sup>;
- ✓ Punto de fluidez = -40° C;
- ✓ Viscosidad = 290 sus; ( temperatura de +37,8° C)
- ✓ Resistencia al calor y bajo residuo de carbono;
- ✓ No deben poseer humedad;
- ✓ Deben ser compatibles con los gases de refrigeración.

Los aceites lubricantes al ser utilizados con el gas R134a son del tipo sintético que corresponden a la familia del POE (POLYOILESTER). Generalmente, los compresores no consumen aceite, si hay perdida de aceite se debe revisar el sistema para comprobar si no hay indicios de fugas, especialmente en las uniones y en el cerrado del compresor, que se encuentra ubicado detrás de la polea del embrague. Las pérdidas pueden localizarse en cualquier otro lugar del sistema, que también son señales de fuga del gas de refrigeración. El aceite circula juntamente con el aire refrigerado por todo el circuito, en caso que el equipo no fuese utilizado por un largo período de tiempo en condiciones para los cuáles no ha sido proyectado, podrá retener el aceite en las tuberías, provocando la falta de aceite para el compresor.

Evite el funcionamiento del equipo con la falta de gas, con el filtro del evaporador tapado o con el hielo bloqueando el evaporador, si el equipo ha sufrido constantes reparos se recomienda cambiar el aceite, porque los ácidos formados por la presencia de la humedad contaminan el aceite, eso reduce sus propiedades. En lo posible, siempre guarde el aceite en recipientes bien cerrados.<sup>7</sup>



Fig. 4.- Aceite para Compresor A/C

<http://www.formex-online.com/aceiteslubricantes/112-aceite-polyolester-bva-rpoe-68-de-1-galon.html>

<sup>7</sup> <http://www.lyrefrigerant.es/3-compressor-oil.html>

### 2.2.2 Condensador

Aquí es donde ocurre la disipación del calor. El condensador tiene gran parecido con el radiador debido a que ambos cumplen la misma función. El condensador está diseñado para disipar calor, debido al diseño aerodinámico de la carrocería del autobús, se instaló en el techo parte delantera. El condensador debe tener un buen flujo de aire siempre que el sistema esté en funcionamiento. Dentro del condensador, el gas refrigerante proveniente del compresor, que se encuentra caliente, es enfriado; durante el enfriamiento, el gas se condensa para convertirse en líquido a alta presión.<sup>8</sup>

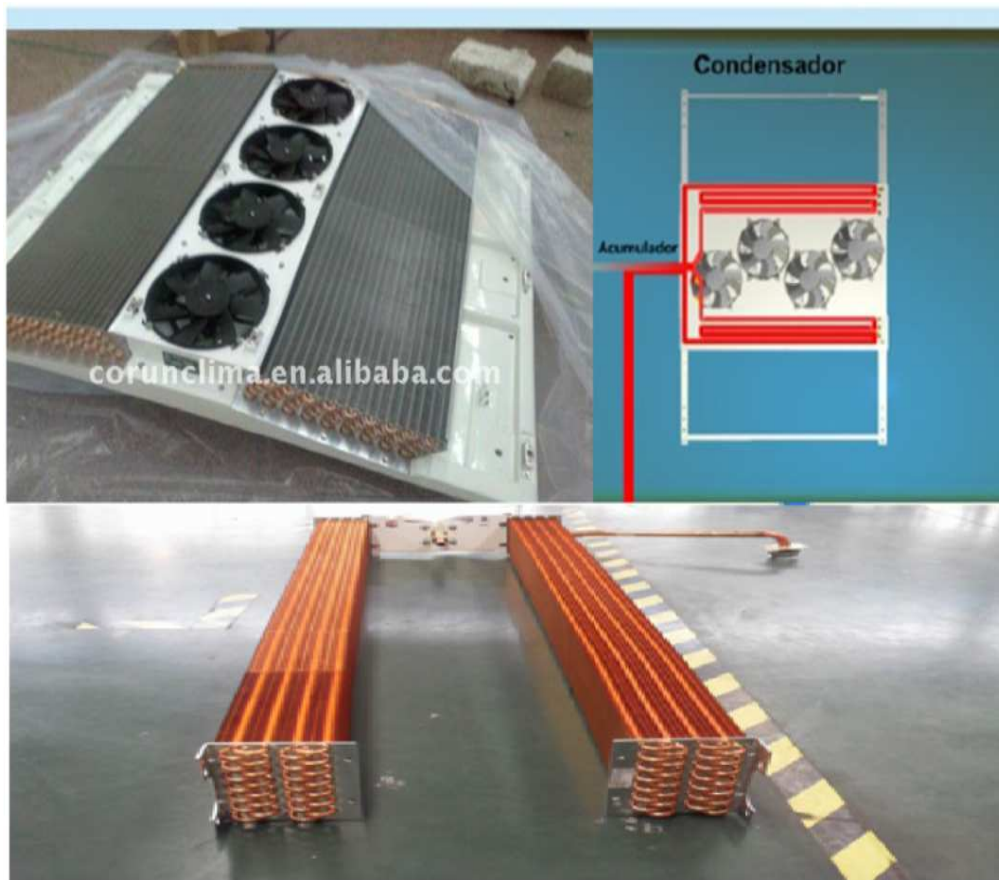


Fig. 5.- Equipo Condensador

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/bus-air-conditioning-system-ac36-for-12m-bus-325074005.html>

Como se observa en la figura anterior (fig. 5), la entrada del refrigerante al condensador se divide en dos partes, dos radiadores por donde circula el refrigerante y que entre ellos se ubica motores axiales de alta velocidad que sirven para extraer el calor generado en los radiadores por el refrigerante y donde este es enfriado transformado en líquido a alta presión. De igual manera a la salida de los radiadores del condensador se juntan en una sola salida que se conecta a través de una llave de paso al filtro deshidratador.

<sup>8</sup> <http://www.climabuss.com.br>

### 2.2.3 Filtro Secador

El filtro deshidratador en un sistema de aire acondicionado tiene distintas funciones. En primer lugar absorbe la humedad (agua) que se encuentra en el sistema de aire acondicionado. Además, el filtro deshidratador filtra del sistema las partículas pequeñas que se dirigen hacia él a través del compresor. El filtro deshidratador además ofrece espacio para el almacenamiento de refrigerante líquido. Observamos sus formas y composición en la fig. 6.<sup>9</sup>



Fig. 6.- Filtro Secador

[http://www.frielectric.com/?main\\_page=index&cPath=1](http://www.frielectric.com/?main_page=index&cPath=1)

### 2.2.4 Válvula de expansión

La válvula de expansión visualizada en la fig. 7 recibe el refrigerante líquido a alta presión del filtro y lo envía al evaporador como un pequeño chorro, produciendo una brusca caída de presión provocando así que el refrigerante líquido se evapore.

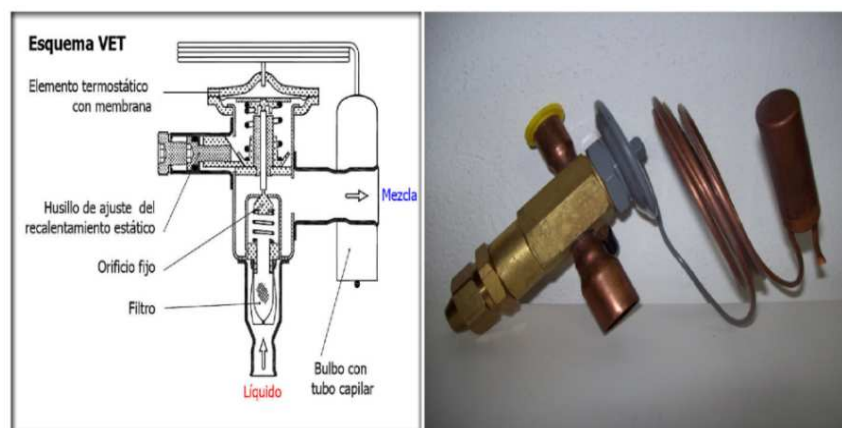


Fig. 7.- Válvula de Expansión

[http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula\\_de\\_expansi%C3%B3n\\_termost%C3%A1tica](http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_expansi%C3%B3n_termost%C3%A1tica)

<sup>9</sup> [http://www.nrf.eu/es\\_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado/filtros-deshidratadores](http://www.nrf.eu/es_ES/grupos-de-productos/aire-acondicionado/filtros-deshidratadores)

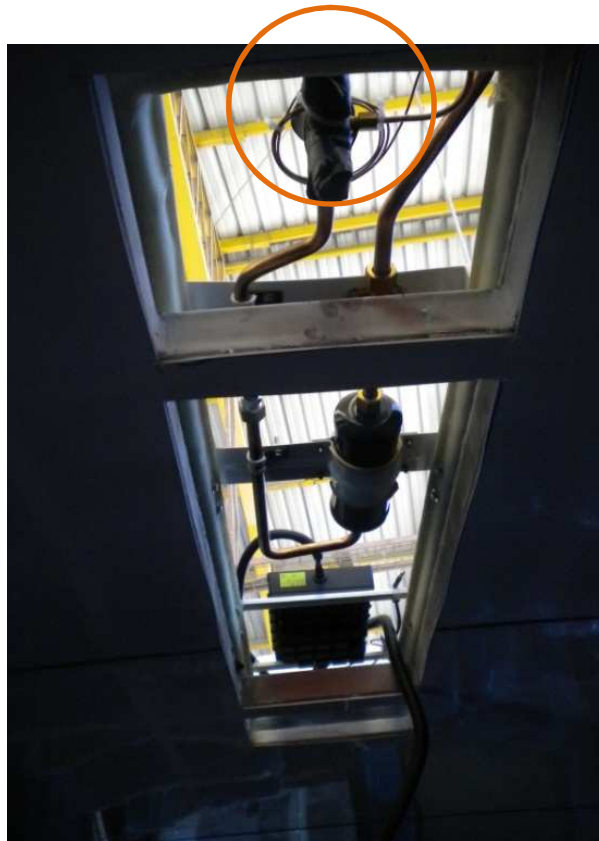


Fig. 8.- Ubicación de la Válvula de Expansión  
 Archivo fotográfico personal

En la fig. 8 observamos la ubicación en el sistema frío, se considera que la válvula de expansión es el cerebro del equipo pues mantiene condiciones de sobrecalentamiento útil y total para el buen funcionamiento del sistema, forma parte del conjunto evaporador y está es la junta entre las partes de alta y baja presión, se ubica entre la salida del filtro secador y la entrada al radiador del evaporador.

La válvula de expansión se compone de:

- ✓ Un cuerpo compuesto por una cámara en la cual se produce la expansión, al pasar el fluido refrigerante a ésta a través de un orificio cilindro-cónico obturado parcialmente por un vástago, y los tubos de entrada y salida del fluido.
- ✓ Un elemento o fluido potencia que actúa sobre el vástago para abrir o cerrar el paso de refrigerante a la cámara de expansión.
- ✓ Un husillo regulador o tornillo que nos limita la cantidad mínima de caudal.
- ✓ Un bulbo sensor situado a la salida del evaporador, conectado por un capilar al elemento de potencia y que actúa sobre éste.
- ✓ Una tubería de compensación de presión conectado también a la salida del evaporador, y que ayuda a funcionar al obturador. Este accesorio es necesario sólo para la VET compensada externamente.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula\\_de\\_expansi%C3%B3n\\_termost%C3%A1tica](http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_expansi%C3%B3n_termost%C3%A1tica)

Las ventajas de la válvula de expansión son:

- ✓ Son especialmente adecuadas para inyección de líquido en evaporadores "secos", en los cuales el recalentamiento a la salida del evaporador es proporcional a la carga de éste.
- ✓ Regulan activamente la expansión al ser activadas por el sobrecalentamiento. La inyección se controla en función del sobrecalentamiento del refrigerante.
- ✓ El sobrecalentamiento constante en la línea de gas evita la posibilidad de ingreso de refrigerante en estado líquido a la succión del compresor.<sup>11</sup>

### 2.2.5 Evaporador

El evaporador también se instaló en el techo junto al condensador parte posterior, y sirve para absorber tanto el calor como el exceso de humedad dentro del autobús. La refrigeración que viene del condensador entra en el evaporador y después de pasar por una válvula de bloqueo, visor del líquido y filtro secador llega a la válvula de expansión. A través de los distribuidores el líquido expandido entra en los diferentes pasos de las serpentinillas que llegan a los colectores de succión. El aire del interior del autobús pasa a través de las serpentinillas, movido por los ventiladores centrifugadores que luego son expulsados por los conductos de distribución de aire.

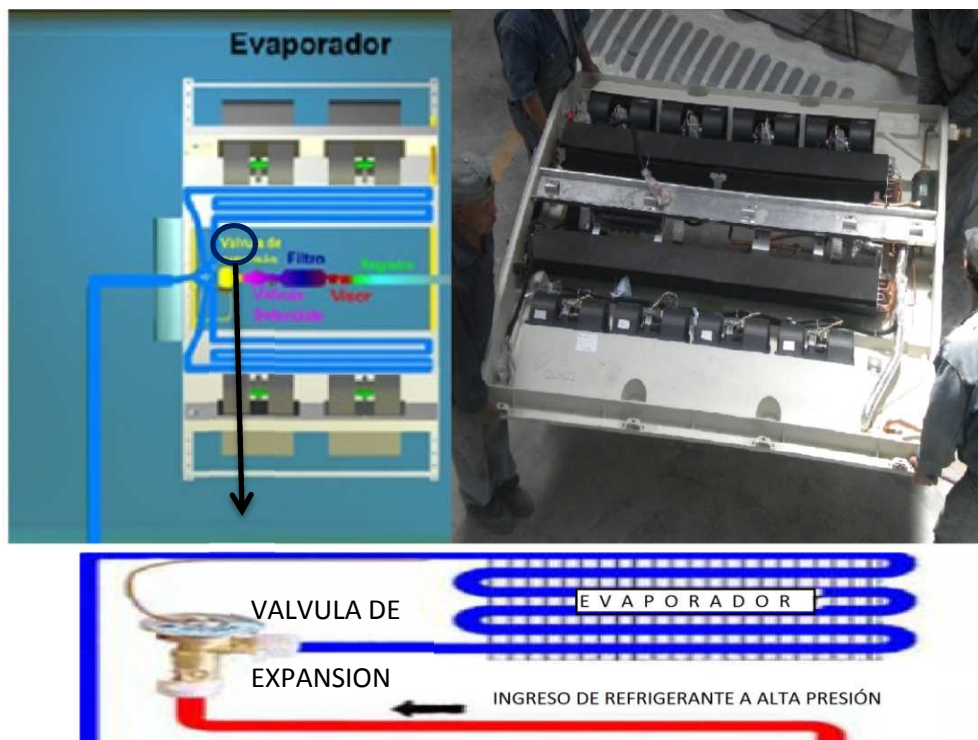


Fig. 9.- Equipo Condensador

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/coach-air-conditioning-system-40kw-ac40b-391201954.html> y Archivo fotográfico personal

También se puede obtener acceso al evaporador a través de la parte externa por medio de la tapa rebatible, para:

- ✓ Verificar el estado de los sopladores centrifugadores
- ✓ Controlar el drenaje
- ✓ Cambiar el filtro
- ✓ Verificar los terminales de las mangueras
- ✓ Limpieza de filtros de aire del evaporador
- ✓ Limpieza de filtros de aire
- ✓ Controlar la estanqueidad de las conexiones de entrada de aire para los conductos

El equipo evaporador es la zona fría del aire acondicionado, donde los motores centrifugadores son los encargados de absorber el aire de la cabina, y hacer pasar por medio de los radiadores fríos y descargar por los ductos. Por este motivo debe ser hermetizado el evaporador y la cabina.<sup>12</sup>

### 2.2.6 Alternador, placa eléctrica y panel de control

El equipo de aire acondicionado tiene la necesidad de tener una fuente de poder para el funcionamiento de los motores y controles, por tal motivo se instaló un generador de voltaje (mal llamado alternador). Un **alternador** es una máquina eléctrica, capaz de transformar energía mecánica (movimiento dado por medio de bandas) en energía eléctrica, generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética y complementada por un puente de diodos y un regulador. Una placa eléctrica compuesta por relés que recibe las ordenes o señales emitidas del panel de control y a través de los fusibles (protección de corriente) dar funcionamiento a los motores, panel de control y bobina. El panel de control sirve para el encendido y apagado, automatizar el funcionamiento, medir y controlar la temperatura y el diferencial de la misma por medio de sensores, velocidad de motores, y entre otras emitir señales de fallo, eléctricas, de presión de gas y sensores. Apreciemos la fig. 10 y 11.



Fig. 10.- Elementos Eléctricos, Generador y Control  
 Archivo fotográfico personal

<sup>12</sup> <http://www.climabuss.com.br>



Fig. 11.- Motor Evaporador y motor Condensador  
<http://coldmaster.com.mx/index.php?page=1>

## 2.3 Funcionamiento

El Aire Acondicionado de un autobús funciona igual que el refrigerador, donde un gas refrigerante es comprimido por un compresor, para luego dejarlo descomprimir. Al volverse nuevamente gas, absorbe la temperatura de una zona lográndose valores menores al 0° C, que llegan al interior del autobús a través de ventiladores.

La diferencia del circuito con el refrigerador, es que al existir vibraciones y movimientos entre las partes conectadas, es necesario utilizar mangueras.

El ciclo de enfriamiento posee 4 etapas básicas: compresión, condensación, expansión y evaporación. El fluido de refrigeración opera dentro de un sistema “cerrado” y llega al compresor como gas de baja presión y temperatura. El gas al ser comprimido, pasa a ser de alta presión y temperatura. En estas condiciones entra al condensador donde cambia de calor por una corriente de aire a la temperatura de ambiente. El gas al enfriarse, cambia de estado pasando a líquido de alta presión, pasa por el filtro deshidratador llegando a la válvula de expansión donde un orificio calibrado provoca una caída de presión en el líquido. Después de pasar por un distribuidor, el líquido entra en la serpentina del evaporador donde cambia el calor con el aire que circula en el interior del autobús. Eso produce la transformación del líquido en gas de baja presión, dando lugar al enfriamiento del aire. En resumen, podemos concluir que existen dos partes bien diferenciadas en el ciclo: una de alta presión y otra de baja presión.

El ciclo de alta presión comienza con la compresión del gas refrigerado y luego va a través del condensador hasta llegar a la válvula de expansión. El ciclo de baja presión comienza con la expansión de la válvula, luego pasa por el evaporador y llega hasta la succión del compresor.

La transmisión de potencia del motor del autobús mueve al compresor a través de las correas y poleas. El sistema eléctrico envía una señal para la bobina que se encuentra montada detrás de la polea del compresor y acopla a un plato de arrastre, que hace trabajar al compresor.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> [http://autos.terra.com/noticias/funcionamiento\\_del\\_aire\\_acondicionado/aut25064/](http://autos.terra.com/noticias/funcionamiento_del_aire_acondicionado/aut25064/)



## CAPITULO III

### EJECUCION DEL PROYECTO

Antes de empezar con la ejecución debemos tener un bosquejo o esquema de lo que tenemos que hacer para agilizar el trabajo. En la fig. 12 hacemos un detalle general del montaje del equipo de aire acondicionado que nos va a ser de mucha utilidad de ahora en adelante.

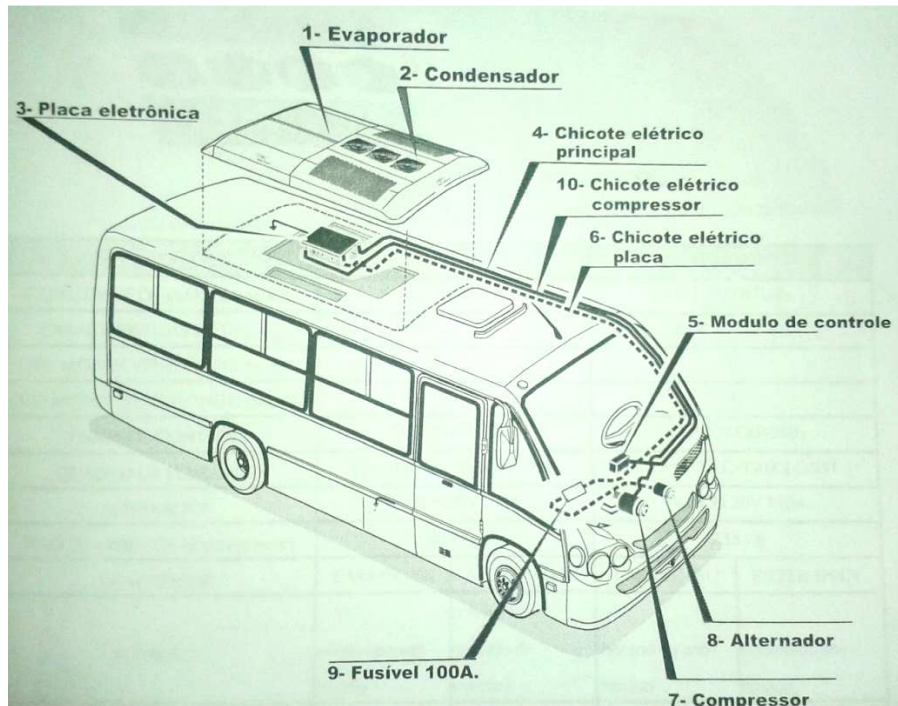


Fig. 12.- Bosquejo de montaje  
<http://www.climabuss.com.br>



Fig. 13.- Producto a instalarse  
<http://www.corunclima.en.alibaba.com>

### 3.1 Construcción y Montaje de la base para instalación del compresor y alternador.

En esta primera etapa necesitamos precisar el lugar ideal donde tengamos menos complicación y mayor comodidad para reparaciones a futuro en el compresor y alternador a sabiendas del diseño del chasis, con motor adelante o posterior y lado izquierdo o derecho. Cabe acotar que existen diseños donde se ubica el compresor y alternador en una de las bodegas del autobús con un motor por separado exclusivo para ellos. En la fig. 14 podemos observar el montaje de la base y el compresor.



Fig. 14.- Instalación base y compresor  
Archivo fotográfico personal



Fig. 15.- Alineación de poleas y ajuste de bandas  
Archivo fotográfico personal

La base consta de dos partes, una fija que se asegura al chasis del autobús y en esta parte se asegura otra batiente para poder ajustar las correas o bandas que se acoplan al motor como se observa en la fig. 15.



Fig. 16.- Compresor posición derecha, alineación de poleas y ajuste de bandas  
 Archivo fotográfico personal

De acuerdo al modelo de chasis disponemos del modelo de la base, para iniciar su construcción tomadas las medidas necesarias enviamos a cortar y doblar ciertas piezas por su espesor (8mm). Además necesitamos bujes de 1", binchas de seguridad, resorte, eje con rosca sin fin de 5/8" y tuerca. Luego con suelda eléctrica procedemos a soldar y armar el conjunto para luego instalar en el chasis, previamente limpia y pintada. El compresor y alternador van sujetos a la base batiente mediante pernos y alineando las poleas motor - compresor y alternador – compresor para que las bandas trabajen correctamente. En la fig. 16 vemos otra posición del compresor-alternador.

Para este trabajo necesitamos:

- ✓ Suelda eléctrica
- ✓ Electrodo 6011 y 6013
- ✓ Piezas a armar
- ✓ Amoladora (Corte y desbaste)
- ✓ Pintura anticorrosiva
- ✓ Otras herramientas

### **3.2 Preparación del soporte y montaje del equipo evaporador y condensador en la unidad.**

De la misma manera, dependiendo del diseño del equipo de aire acondicionado la ubicación en este caso va en el techo para eso debemos preparar el soporte, instalar refuerzos en la zona donde va el equipo de condensación y evaporación.

En el caso del equipo de evaporador requiere tres orificios rectangulares y alineados paralelamente en el techo con un filo acanalado alrededor de cada uno para evitar filtraciones de agua (fig. 17). El orificio central nos servirá para el ingreso del aire del interior del autobús hacia los serpentines del evaporador y los dos orificios laterales servirán para dirigir el aire frío impulsado por los motores hacia los ductos y difusores ubicados en las canastillas del autobús. La preparación del techo del autobús lo realiza personal calificado en carrocerías.



Fig. 17.- Orificios de techo listos para montaje de evaporador  
Archivo fotográfico personal

En la fig. 18 se observa que antes de asentar el equipo preparamos el perímetro de las perforaciones con cintas de rubatex, para un mejor sellado y hermetizado colocamos sikaflex esto evitará las filtraciones de agua. En las fig. 19, 20 y 21 observamos cómo queda listo antes de colocar el evaporador.



Fig. 18.- Preparación del perímetro de los orificios para montaje de evaporador  
Archivo fotográfico personal



Fig. 19.- Orificios de techo listos para montaje de evaporador  
Archivo fotográfico personal



Fig. 20.- Aplicación de sikaflex  
Archivo fotográfico personal



Fig. 21.- Aplicado sikaflex y cauchos base para pernos  
Archivo fotográfico personal

Como paso siguiente en la fig. 22 vemos como subimos el equipo evaporador y en la fig. 23 como hacemos coincidir en los orificios para los ductos y calzamos también los orificios para pasar los pernos y ajustar las tuercas (fig.24 y 25) así se asegura el evaporador al techo, y colocamos sikaflex sobre ellos para evitar filtraciones. El procedimiento se repite con el equipo condensador en la fig. 26 dejando de lado la cinta rubatex y el sikaflex teniendo en cuenta la alineación entre las partes para su conexión entre sí. Recubrimos los pernos de seguridad del condensador con sikaflex.



Fig. 22.- Elevación del equipo evaporador  
Archivo fotográfico personal



Fig. 23.- Montaje del equipo evaporador  
Archivo fotográfico personal



Fig. 24.- Elevación del equipo evaporador  
Archivo fotográfico personal



Fig. 25.- Aseguramiento del equipo evaporador  
Archivo fotográfico personal



Fig. 26.- Montaje y aseguramiento del equipo condensador  
Archivo fotográfico personal

En las siguientes figuras observamos el acoplamiento de los equipos de evaporador y condensador.



Fig. 27.- Retiro de tapones de los acoples del equipo  
Archivo fotográfico personal



Fig. 28.- Acoplamiento equipo evaporador-condensador  
Archivo fotográfico personal

### **3.3 Instalación y soldadura de las cañerías de cobre y acoples con su respectivo aislamiento y seguridad anti vibración.**

Esta etapa es muy importante y esencial, el trabajo consiste en instalar las cañerías de alta y baja presión por donde circulará el refrigerante cuando el equipo esté en funcionamiento. Revisando la carrocería buscamos la mejor posición o ruta por donde instalaremos las cañerías evitando lugares inaccesibles para posibles reparaciones, realizamos orificios holgados en el piso y canastillas y donde sea necesario del autobús para el paso de los tubos. Para esto ocupamos cañerías de cobre de dos medidas predeterminadas por los fabricantes de equipos de aire acondicionado, de 1 1/8" para baja presión y de 7/8" para alta presión que llevaran en sus extremos acoples de rosca de las medidas correspondientes. En la fig. 29 vemos las herramientas, materiales y equipo de suelda necesarios para este trabajo.



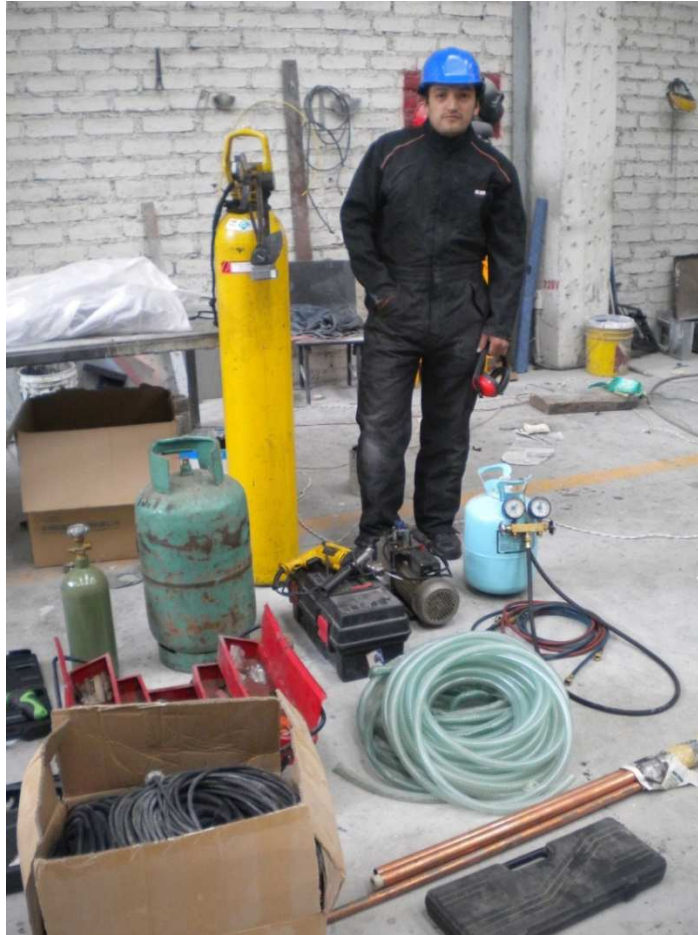


Fig. 29.- Herramientas, equipo de suelda y materiales  
Archivo fotográfico personal

Luego de definir la trayectoria de la cañería tomamos las medidas necesarias y realizamos los cortes de los tubos, para las partes curvas ocupamos codos y para las juntas de ellos uniones. Vamos uniendo los tubos conforme la forma de la trayectoria, ciertas soldaduras las tendremos que realizar en el lugar definitivo de la tubería.

Los materiales y herramientas necesarias:

- ✓ Tubos de cobre y accesorios
- ✓ Cortador de tubo de cobre
- ✓ Suelda autógena (carburo-oxígeno / acetileno-oxígeno) y chispero
- ✓ Varillas de plata al 10%
- ✓ Lija de agua
- ✓ Equipo de protección

De la misma manera observamos en las siguientes figuras los pasos detallados a seguir y obtener una buena soldadura, estos son:

- ✓ Limpieza, lijamos la superficie a soldar
- ✓ Junta, unimos las partes a soldar
- ✓ Calentamiento, calentamos las piezas al rojo vivo uniformemente
- ✓ Adhesión, fundimos la varilla de plata en la junta en todo el contorno



Fig. 30.- Toma de medidas y corte de los tubos de cobre  
Archivo fotográfico personal



Fig. 31.- Preparación de las superficies y juntas para soldar  
Archivo fotográfico personal



Fig. 32.- Soldaduras de plata 5-15 % (suelda autógena)  
Archivo fotográfico personal



Fig. 33.- Soldaduras en lugar de instalación  
 Archivo fotográfico personal



Fig. 34.- Soldaduras sobre cabeza  
 Archivo fotográfico personal

La importancia de obtener una suelda perfecta es que no haya fuga en la junta al momento de las pruebas y no tengamos que corregir posteriormente. Después de terminar las soldaduras y dejar enfriar la tubería tenemos que protegerla con forros de rubatex, estos forros en el caso de la alta presión evitaran que la alta temperatura cause averías en cables o partes por donde pase la cañería y en el caso de baja presión evitar la condensación y con ello la humedad.

Ya forrada la cañería procedemos a asegurar toda la trayectoria contra la carrocería del auto bus con abrazaderas de metal y protección de goma, otra función del rubatex es servir como amortiguación a la leve vibración de la cañería en el momento que el autobús este en movimiento.

En la siguiente secuencia de figuras se observará lo descrito anteriormente.



Fig. 35.- Verificación de las sueldas  
Archivo fotográfico personal



Fig. 36.- Protección de cañerías con gomas de rubatex  
Archivo fotográfico personal



Fig. 37.- Instalación de las cañerías en la carrocería  
Archivo fotográfico personal



Fig. 38.- Fijación de cañerías  
Archivo fotográfico personal



Fig. 39.- Aseguramiento de las cañerías y amarre de manguera de desagüe  
Archivo fotográfico personal

Las cañerías de cobre no llegan hasta los acoples del equipo de techo y tampoco hasta el compresor, más bien se queda entre 1,5 a 2 metros de distancia y en sus terminales acoples de rosca para instalar las mangueras correspondientes que hablaremos a continuación.

En la fig. 40 observamos la instalación de las mangueras de drenaje del equipo evaporador, estas mangueras salen de las bandejas del equipo que es donde se genera la condensación en los radiadores, estas mangueras de

desagüe pueden seguir la trayectoria de la cañería de cobre hasta que salga hacia el exterior de la carrocería y ahí se las asegura.



Fig. 40.- Instalación de manguera de desagüe  
Archivo fotográfico personal

### **3.4 Medición y preparación de las mangueras con sus respectivos acoples para la conexión de las cañerías de cobre con el compresor, condensador y evaporador.**

Como se mencionó anteriormente las cañerías quedan a cierta distancia de las terminales a conectarse y es necesario utilizar mangueras de 1 1/8" y 7/8" para baja y alta presión correspondientemente, necesitamos las mangueras para aire acondicionado (manguera de nitrilo: soporta el aceite y gas refrigerante) tomamos las medidas que nos ayude a completar y cerrar las trayectorias de las cañerías, después las llevamos a instalar los acoples correspondientes. Hay que tener en cuenta que las mangueras deben acomodarse bien, que no queden templadas porque forzaría al ajustar los acoples ni holgadas porque al tratar de acomodar la manguera para ajustar los acoples se forman curvas cerradas. Los acoples que se instalarán en la manguera son prensados y se lo hace con una máquina, en algunos casos son acoples con rosca o reusables y los podemos instalar nosotros mismo. Instalamos las mangueras y dependiendo del acople se usa orines de nitrilo, orines de empaque o en casos especiales solo el ajuste metal-metal, para cualquiera que fuera el caso utilizamos un poco de aceite para hacer un buen ajuste y evitar fricción entre las partes, procedemos a conectar el equipo de techo y el compresor a las cañerías mediante las mangueras y con las llaves adecuadas realizamos el ajuste necesario. En la siguiente secuencia de figuras observaremos lo descrito anteriormente.



Fig. 41.- Medición de las mangueras  
Archivo fotográfico personal



Fig. 42.- Instalación de mangueras  
Archivo fotográfico personal



Fig. 43.- Aseguramiento de mangueras con abrazaderas  
Archivo fotográfico personal

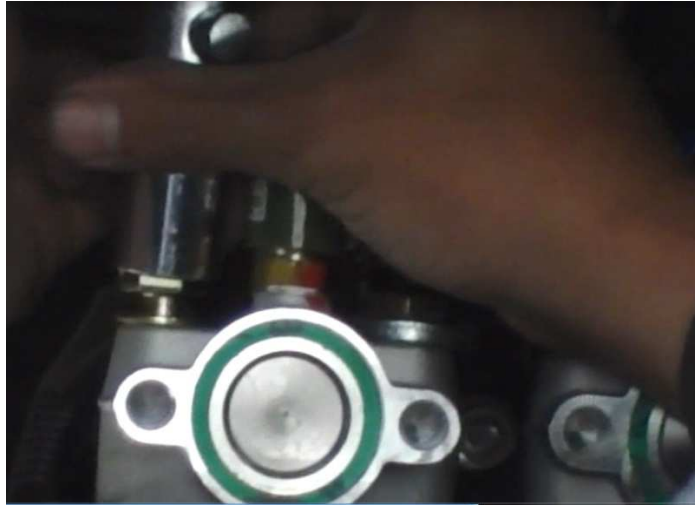


Fig. 44.- Posicionamiento de acoples para mangueras en compresor  
Archivo fotográfico personal



Fig. 45.- Acoplamiento de mangueras en el compresor  
Archivo fotográfico personal



Fig. 46.- Acoplamiento de mangueras a las cañerías de cobre  
Archivo fotográfico personal



Pero bien, como en los puntos anteriores explicamos que el compresor va sobre una base que está sujeta al chasis del auto bus y las cañerías se sujetan en la carrocería, entre ellas siempre existirá vibraciones en el movimiento del autobús, La utilidad de las mangueras es minimizar la vibración y evitar rupturas en los tubos de cobre.



Fig. 47.- Forrado con cinta rubatex los acoplamientos  
Archivo fotográfico personal



Fig. 48.- Aseguramiento de las mangueras a los acoples del equipo de techo  
Archivo fotográfico personal

También es cierto que se puede realizar toda la instalación desde el compresor al equipo de techo solo con mangueras, teniendo ciertas ventajas como facilidad de instalación y menor tiempo de trabajo pero también desventajas como menor tiempo de vida útil, el costo de estas y la dificultad para realizar el cambio de las mangueras en tiempo futuro. Mientras que al utilizar la cañería de cobre con una buena seguridad y protección aseguramos que nunca tendremos problemas en ese tramo,

entonces cuando nos toque cambiar las mangueras sea en cualquiera de los extremos no tengamos dificultad para hacerlo ni alto costo financiero. Es decir, es mejor cambiar una manguera de 2 metros de longitud a cambiar entre 12 a 14 metros de manguera sin contar el tiempo que se tomará en desarmar y armar ciertas partes de la carrocería.

### **3.5 Instalación eléctrica para alimentación y control del sistema de aire acondicionado.**

En lo que requiere la instalación eléctrica para accionar y controlar el sistema de aire acondicionado describiremos en partes para una mejor y clara explicación.

#### **3.5.1 Alternador**

Como mencionamos en un capítulo anterior es el elemento encargado de suministrar la energía eléctrica para hacer funcionar los motores eléctricos del condensador y del evaporador. Solamente, genera cuando se conecta el equipo de aire acondicionado, cuando se desea enfriar o circular el aire. El alternador está conectado de forma independiente de las baterías del autobús y su accionamiento es automático cuando se activa a través de la tecla del panel de control. Los equipos de aire acondicionado son instalados con alternadores de 24v, 140A. Como ya lo dijimos, el alternador lo colocamos junto al compresor y necesariamente conectado por medio de bandas al compresor para su rotación. En la fig. 49 vemos la conexión del alternador y del fusible principal en la fig. 50.



Fig. 49.- Conexión eléctrica en alternador  
Archivo fotográfico personal



Fig. 50.- Instalação de protector eléctrico (150 A)  
 Archivo fotográfico personal

### 3.5.2 Esquema Eléctrico

Los diseños del esquema eléctrico los encontramos en los manuales que provee el distribuidor y nos sirve para realizar correctamente las conexiones y para futuras reparaciones. La fig. 51 es un ejemplo de varios diseños.

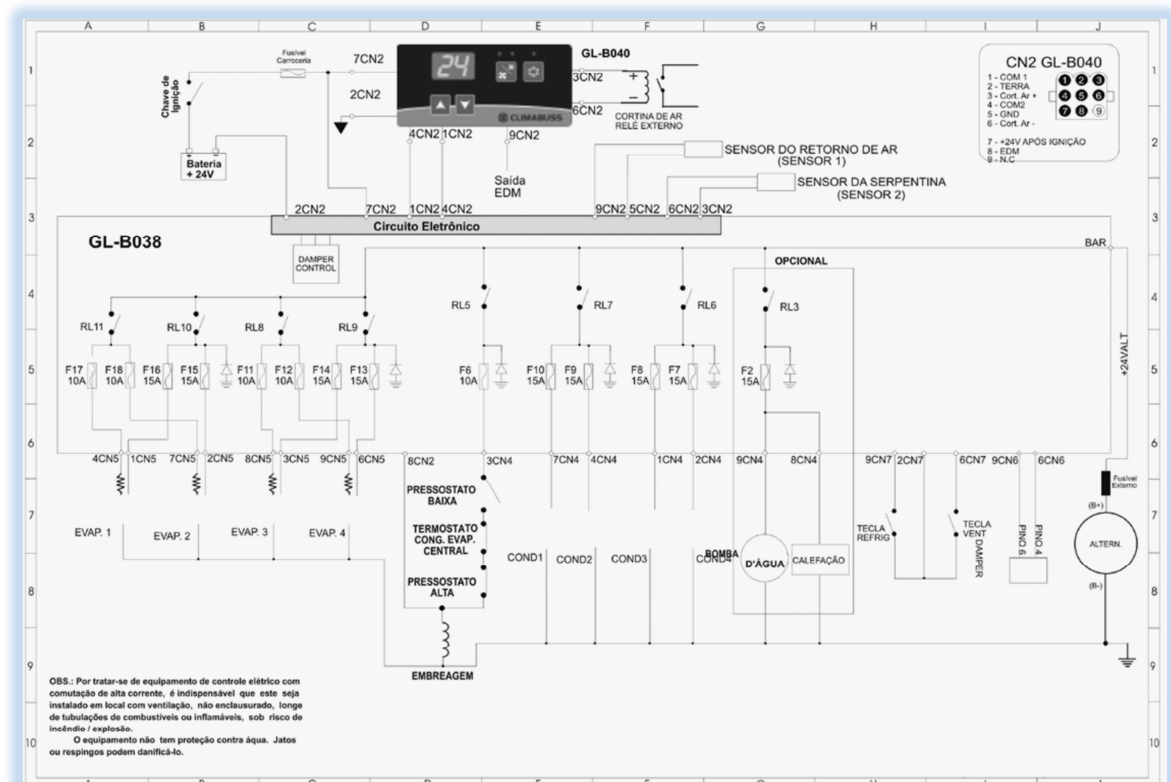


Fig. 51.- Ejemplo de plano eléctrico de un sistema de aire acondicionado  
<http://www.climabuss.com.br>

### 3.5.3 Chicote Eléctrico

El chicote eléctrico se encuentra distribuido en la carrocería del autobús de la siguiente forma:

Etapá 1: Entre el panel de control y la central eléctrica;

Etapá 2: Entre la central eléctrica y el alternador / compresor.

Los dos chicotes parten desde la placa eléctrica y vienen listos para instalarse en el autobús, los extendemos y en general seguimos la trayectoria de la tubería de cobre. Identificamos las etapas y lo dividimos en un punto a conveniencia en sus etapas mencionadas, los cables del panel de control los llevamos hacia el panel de mando general del autobús y los otros cables hacia el compresor y alternador. De igual manera utilizamos correas plásticas para asegurarlos junto a la tubería y otros cables. Realizamos las conexiones respectivas en el alternador, compresor y el panel de control; y del otro extremo el cable de alimentación y tierra del equipo y los conectores correspondientes ya identificados previamente. En las siguientes figuras (52, 53, 54, 55 y 56).



Fig. 52.- Instalación de conjunto de cables eléctricos  
Archivo fotográfico personal



Fig. 53.- Conexión de conectores  
Archivo fotográfico personal

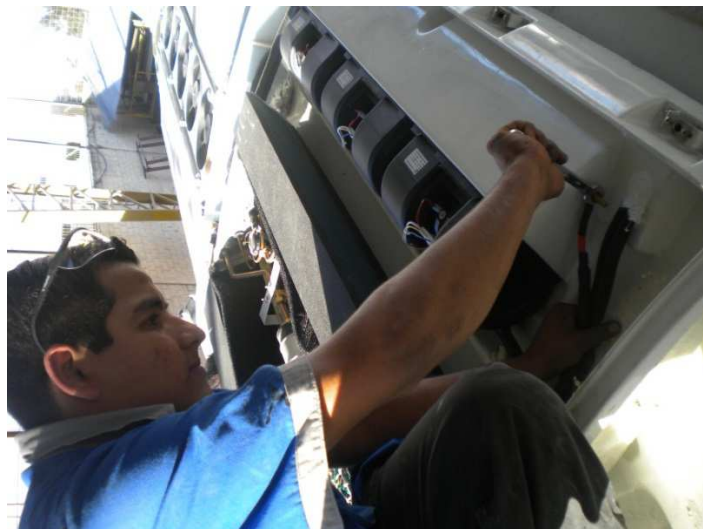


Fig. 54.- Conexión cable de corriente principal  
Archivo fotográfico personal



Fig. 55.- Conexiones y amarre de cables  
Archivo fotográfico personal



Fig. 56.- Conexión de motores evaporadores  
Archivo fotográfico personal

### 3.5.4 Panel de control

El panel de control lo ubicamos en el panel de mando general localizado en la cabina del conductor, en ocasiones se lo instala en la parte superior a comodidad o preferencia del conductor. El panel de control es de tipo digital y muestra en su display la temperatura de la cabina interior del autobús y a la que deseamos llegar. También se encarga de mantener la temperatura programada por el conductor (generalmente entre 21°C y 24°C). A través de la comunicación entre el panel de control y la central eléctrica se acopla o desacopla el embrague electromagnético que mueve el compresor, la ventilación y sus diferentes velocidades. Además nos indica las fallas por medio de códigos creados por el fabricante. Fig. 57.



Fig. 57.- Conexión cable de panel de control  
Archivo fotográfico personal



Fig. 58.- Prueba de panel de control  
Archivo fotográfico personal

### 3.5.5 Central Eléctrica

La central eléctrica está ubicada en la región del evaporador y se puede tener acceso por el interior del autobús. Existe en el pasillo montada una rejilla en el techo que se puede retirar y acceder a la central eléctrica. El cable de alimentación que va desde el alternador hasta la central eléctrica se instala una protección de corriente, un porta fusible y fusible de 150 A.<sup>14</sup>

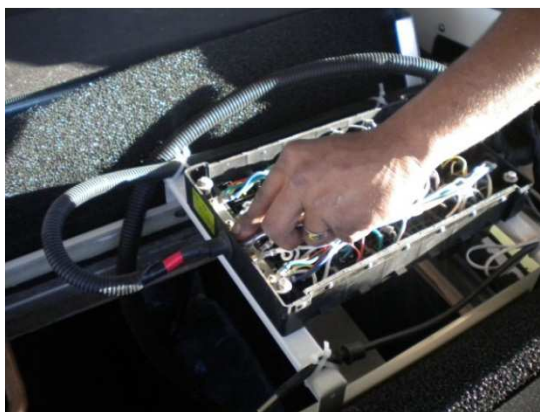


Fig. 59.- Revisión de conexión en central eléctrica (parte posterior)  
Archivo fotográfico personal



Fig. 60.- Central eléctrica, relés y fusibles (parte frontal)  
Archivo fotográfico personal

### 3.5.6 Embrague Electromagnético

Utilizando la transmisión de potencia del motor del autobús hacemos mover al compresor a través de las correas y poleas. Cuando encendemos en el panel de control el aire acondicionado el sistema eléctrico envía una señal para la bobina que se encuentra montada detrás de la polea del compresor generando un campo electromagnético y acopla a un plato de arrastro, que hace trabajar al compresor. El funcionamiento del embrague se lo puede divisar en el final del video.

<sup>14</sup> [www.climabuss.com.br](http://www.climabuss.com.br)

### 3.6 Pruebas de fugas con nitrógeno, vacío del sistema y carga del refrigerante R134a.

Antes les voy a hablar sobre dos elementos indispensables en la instalación, mantenimiento y reparación de un equipo de aire acondicionado como son:

- ✓ **El nitrógeno seco**, es un fluido de gran ayuda para las aplicaciones de la refrigeración desde hace muchos años. Éste fluido es componente del aire y por tanto un producto nada perjudicial para el Medio Ambiente; muy fácil de destilar del propio aire y fácil de utilizar sin merma de las medidas de seguridad que hay que disponer en su uso por razones de su transporte y usos desde recipientes de alta presión. Se lo utiliza como agente para detectar fugas una vez extraídos los refrigerantes, aumentando la presión para que se puedan detectar fugas muy pequeñas que se hacen más grandes con la presión del nitrógeno y la hace más visibles. Previene la formación de óxido de cobre en el interior de los tubos y debemos eliminar el aire, esta operación la realizamos al hacer pasar o circular a baja presión un gas inerte como el nitrógeno seco por el interior de los tubos en el momento de hacer las soldaduras. Un barrido de nitrógeno nos ayuda a retirar cierta humedad del sistema.



Fig. 61.- Tanque de nitrógeno y manómetro  
<http://climastock.weebly.com/nitrogeno.html>



✓ **El refrigerante R134a**, es un nuevo refrigerante respetuoso con el medio ambiente. Es ODP (potencial de agotamiento del ozono) es cero, por lo que no causa ningún daño a la capa de ozono. Las ventajas que presenta son:

1. El refrigerante R134a no contiene átomos de cloro, por lo tanto, no produce ningún daño a la capa de ozono.
2. R134a es seguro de usar, ya que es ignífugo, no explosivo, no tóxico, no irritante y no corrosivo.
3. En comparación con R12, R134a tiene una mejor conductividad de calor.

Esto reduce considerablemente el consumo de refrigerante. Además, ambos tienen una conductividad térmica similar, así que la modificación de su sistema de refrigeración es mucho más fácil. El refrigerante R134a no tiene ningún olor extraño y es particularmente adecuado para sistemas para refrigeración de automóviles. Su punto de ebullición  $-26.2^{\circ}\text{C}$ , y su pureza es superior a 99.9%. Su humedad es menor al 0.001%, por lo que su sistema de refrigeración está libre de corrosión. El contenido de ácido del refrigerante R134a es menor al 0.00001%, y el residuo de la evaporación es menor al 0.01%. Fig. 62 nos enseña las diferentes presentaciones en las que se puede obtener.



Fig. 62.- Refrigerante R 134 a (Presentaciones)  
<http://pcplimasypartes.com/productos/R134a.php>

En la siguiente tabla de la fig. 63 nos da los parámetros del refrigerante.

Parámetros técnicos del refrigerante R134a

Peso Molecular	102.03	Vaporización de calor BP (KJ/Kg)	215
Punto de ebullición ( $^{\circ}\text{C}$ )	-26.2	ODP	0
Temperatura crítica ( $^{\circ}\text{C}$ )	101.1	GWP	0.29
Presión crítica (MPa)	4.067	Pureza (%)	$\geq 99.9$
Densidad del líquido saturado 25, ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1.207	Humedad (%)	$\leq 0.001$
Calor específico del líquido 25, [ $\text{KJ}/(\text{KG})$ ]	1.51	Acides (%)	$\leq 0.00001$
Solubilidad (agua, 25)%	0.15	Residuo de evaporación (%)	$\leq 0.01$
Densidad crítica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0.512	Apariencia	Sin color, sin elementos turbios
Olor	No hay olor extraño		

15

Fig. 63.- Parámetros técnicos del refrigerante R 134 a  
<http://pcplimasypartes.com/productos/R134a.php>

<sup>15</sup> <http://pcplimasypartes.com/productos/R134a.php>

Ya tenemos instalado todo el equipo de aire acondicionado con sus respectivas cañerías y mangueras. Debemos verificar que el sistema no presente fugas de ningún tipo, en sueldas o en los acoples y en ciertos casos fallas de fábrica o maltrato en los radiadores.

Para avanzar con este procedimiento necesitamos utilizar:

- ✓ Manómetros
- ✓ Gas nitrógeno
- ✓ Una botella con agua jabonosa

Teniendo los elementos listos para realizar la prueba de fugas en el sistema realizamos los siguientes pasos:

- ✓ Conectar el manómetro a los acoples del compresor con sus respectivas mangueras y acoples, para identificar las líneas de alta y baja presión utilizamos dos colores, azul para baja presión y rojo para alta presión en el manómetro y por diámetro de las mangueras en el compresor recordando que la baja presión es de diámetro mayor que la de alta presión. Fig. 64.
- ✓ Conectamos la manguera intermedia al manómetro del tanque de nitrógeno, abrimos la llave del tanque y con la perilla regulamos la presión que vamos a introducir en el sistema (200 PSI), el manómetro dispone dos relojes, el derecho marca la presión del tanque y el de la izquierda la presión que vamos a introducir. Fig. 65
- ✓ Abrimos las llaves en el manómetro y dejamos presurizar el sistema, podemos de inicio seguir la trayectoria de la cañería, visualizar o escuchar si presenta alguna fuga si es perceptible de la manera simple; pero si no lo es, vamos a seguir las conexiones y sueldas vertiendo el agua jabonosa sobre ellas y observar detenidamente si existen mini fugas que se presenta como diminutas y constantes burbujas de jabón. Fig. 66 y fig. 67.
- ✓ Después de la búsqueda y sin encontrar resultados vamos a esperar que se termine de presurizar el sistema mínimo 30 minutos para luego cerrar la llave principal del tanque de nitrógeno y visualizar en el reloj derecho (presión del tanque) que no baje la marca de la aguja. Esperamos durante una hora y si se mantiene la marca en el reloj estamos seguros que no hay fugas y estamos listos para realizar el vacío del sistema y cargar el refrigerante. Fig. 68.
- ✓ Cerramos las llaves del manómetro y desconectamos la manguera del tanque de nitrógeno, afirmando y dirigiendo la manguera hacia una dirección que no afecte el oído por el fuerte sonido que provoca el desfogue del gas abrimos las llaves y esperamos el descargue del sistema. El nitrógeno elimina humedad y limpia las cañerías y son expulsadas al salir el nitrógeno del sistema. Fig. 69.
- ✓ Cuando ya termina de salir todo el nitrógeno conectamos la manguera en la bomba de vacío y la prendemos durante una hora, esto elimina todo el aire que se encuentra en el sistema y nos permitirá cargar el refrigerante, al completar el tiempo de vacío cerramos las llaves del

manómetro apagamos la bomba y desconectamos la manguera de la máquina, esperamos una hora más fijándonos la medición en el reloj de baja presión ya que este se observa claramente la medida de vacío. Fig. 70.

- ✓ Observando que la medición no haya cambiado, procedemos a cargar el refrigerante, en este caso R-134 a. Fig. 70. La cantidad de refrigerante depende de la recomendación del fabricante del equipo, puede variar un 10%. Para realizar la carga conectamos la manguera al tanque de refrigerante, abrimos la llave del tanque y lo colocamos de cabeza, del lado del manómetro aflojamos levemente la manguera y dejamos escapar el gas hasta que salga refrigerante líquido, esto lo conocemos como purgado. Ahora abrimos la llave de alta presión para que pase el refrigerante hacia el sistema hasta completar la carga, con el tanque sobre una balanza pesamos la medida indicada.
- ✓ Ya completada la carga cerramos la llave del manómetro y damos vuelta el tanque a la posición normal, purgamos la manguera hasta obtener gas refrigerante. Fig. 71.
- ✓ Si nos haría falta refrigerante en el sistema lo vamos a ingresar después de poner en marcha el equipo y por el lado de baja presión en modo gas. Fig. 72.



Fig. 64.- Conexión de manómetros por medio de acoples rápidos  
Archivo fotográfico personal

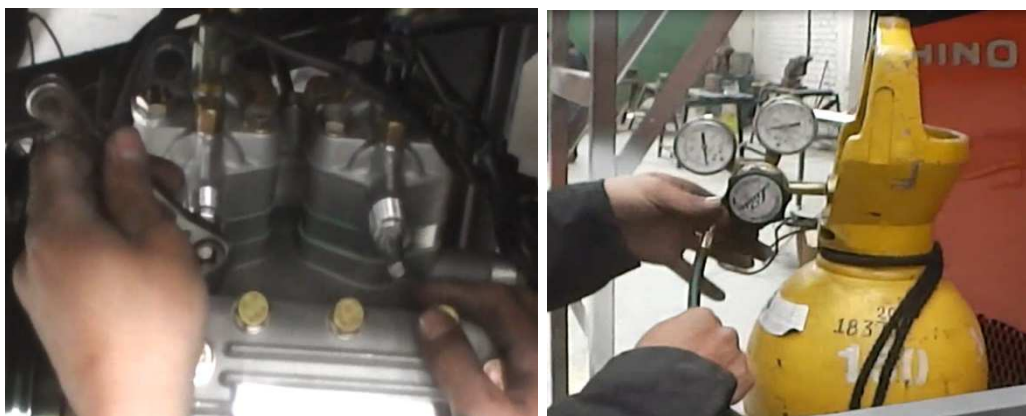


Fig. 65.- Apertura de llaves en compresor y conexión de manguera al tanque de nitrógeno  
Archivo fotográfico personal

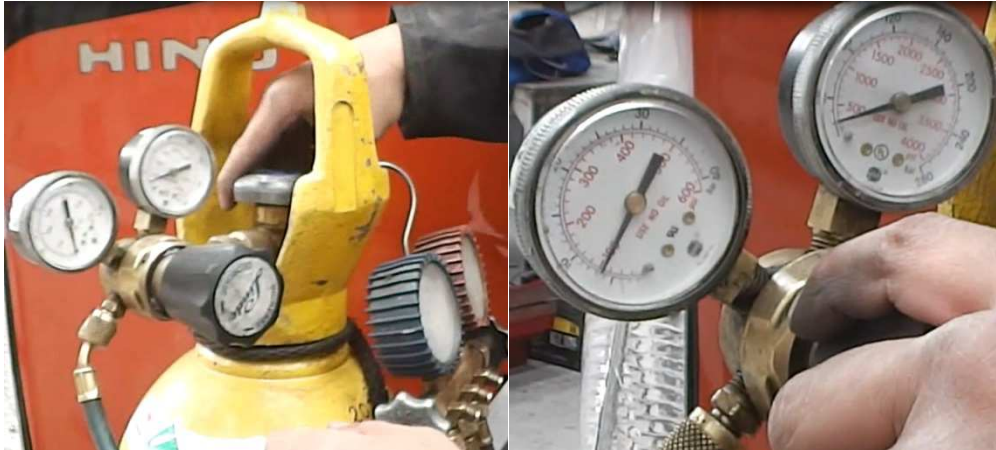


Fig. 66.- Apertura de Nitrógeno y regulación de presión al sistema  
Archivo fotográfico personal



Fig. 67.- Apertura de llaves en manómetro para presurizar el sistema  
Archivo fotográfico personal



Fig. 68.- Cerrado de llave principal del tanque de nitrógeno  
Archivo fotográfico personal



Fig. 69.- Evacuación de nitrógeno del sistema  
 Archivo fotográfico personal



Fig. 70.- Puesto a hacer vacío visualizado en manómetro  
 Archivo fotográfico personal



Fig. 71.- Preparación de carga de refrigerante R 134 a  
 Archivo fotográfico personal



Fig. 72.- Purga de manguera y carga de refrigerante líquido por el lado de alta presión  
Archivo fotográfico personal

### 3.7 Puesta en marcha del equipo de aire acondicionado.

Hemos llegado a la parte final de este proyecto, donde antes de encender el motor del autobús revisamos por última vez toda la instalación de extremo a extremo que todo este seguro y conectado. Encendemos el motor para transmitir movimiento al compresor (polea) y alternador, después encendemos el panel de control y esperamos que salgan todos los indicadores, la temperatura del interior del salón y la temperatura a la que vamos a regular, la velocidad de los motores (tres velocidades) y el encendido y apagado del compresor, a su vez manda la señal de excitación del alternador para que empiece a generar y verificamos el voltaje con un multímetro. Presionamos el botón AUTO este regula la temperatura a 23°C y encenderá los ventiladores inicialmente y dependiendo de la temperatura del salón regula la velocidad de los ventiladores y prende si es necesario el compresor. Por medio de este pequeño cuadro en la fig. 73. facilitamos ver cómo funciona el equipo:




FUNCION	TEMPERATURA (° C)	EVAPORADORES (Velocidad)	COMPRESOR / CONDENSADORES ON/OFF
	No interesa	Solo funciona y regula velocidad de ventiladores	No funciona
	Se regula T° manualmente	Funciona y su velocidad depende del diferencial de T °	Funciona dependiendo de la T°
	T° predeterminada a 23 ° C  T° regulada $\geq T^{\circ}$ salón+ 1,5°C T° regulada $\leq T^{\circ}$ salón	Funciona y su velocidad depende del diferencial de T ° Media y Alta  Baja	Funciona dependiendo de la T°  Funciona  No funciona

Fig. 73.- Condiciones de funcionamiento

Para el confort del pasajero es necesario que la ventilación que sale por los ductos hacia él, no sea muy fuerte es recomendable que la velocidad del aire sea entre 3 a 5 m/s y la temperatura del aire de 5 a 8 ° C.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

Después de haber terminado la instalación y probado el funcionamiento del equipo de aire acondicionado, además de las experiencias que he tenido en el ámbito laboral tengo varias conclusiones que hago mención, siempre nos hacemos varias preguntas y debemos encontrar las respuestas correctas antes, durante y después de la instalación.

En conclusión diría que este proyecto fue muy beneficioso para mí, ya que logre aplicar y fortalecer mis conocimientos acerca de los sistemas de aire acondicionado, instalación de un equipo y aseguramiento, procedimientos para detectar fugas y maneras para cargar refrigerante, además la importancia de la seguridad industrial.

Los sistemas de aire acondicionado automotriz se encargan de controlar varios aspectos del medio ambiente como la humedad y la limpieza del aire pero el más notorio es la temperatura de esta forma brinda comodidad al conductor y a los pasajeros.

Básicamente, la mayoría de los equipos de aire acondicionado automotriz constan de condensador, evaporador, válvula de expansión, compresor y un conjunto de controles como termostato, panel de control, etc. Cabe mencionar que también incluyen sus bases y mangueras. Todo está hecho que el funcionamiento del equipo empiece desde su instalación hasta cuando en el interior del autobús alcanza una temperatura determinada.

Es importante conocer las aplicaciones del sistema de aire acondicionado automotriz para su utilización y principalmente conocer sus procedimientos adecuados en el mantenimiento y así prolongar la vida útil del sistema como garantizar una muy buena eficiencia. La utilización de un gas refrigerante ecológico es la mejor decisión, ya que si en algún momento el gas fuga al medio ambiente no cause daño a la capa de ozono.

Las revoluciones del compresor dependen de las revoluciones del motor del autobús, ya que a mayor velocidad del motor tendremos mayor número de revoluciones del compresor y en sí comprime más cantidad de gas refrigerante, es importante regular las bandas o correas para que en el momento que el compresor empiece a trabajar no se den la vuelta o se rompan.

En un sistema de aire acondicionado, el ventilador o los ventiladores deben tener la capacidad adecuada en cuanto al aire y su presión estática igual en los ductos. El tamaño de los ductos depende de las velocidades máximas de aire que puede utilizarse sin causar ruidos molestos y sin causar pérdidas

excesivas de presión. Los ductos grandes reducen las pérdidas de fricción, pero la inversión y el mayor espacio deben compensar el ahorro de potencia del ventilador. En general debe hacerse un trazado de ductos tan directo como sea posible, evitar vueltas muy agudas y no hay que tener ductos muy desproporcionados.

El aislamiento térmico de las tuberías fuera de dar protección, sirve para aislar el calor y el frío en las tuberías de alta y baja presión correspondientemente y evita quemaduras o humedad según sea el caso.

## 4.2 Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones tenemos un punto amplio del que hablar, podríamos fraccionar en dos partes, el mantenimiento y cuidado, el comportamiento del gas refrigerante y sus condiciones, y una guía de fallas y averías simples con sus correspondientes soluciones.

### 4.2.1 Mantenimiento y cuidado del sistema de aire acondicionado

En el fin de lograr el mejor efecto de uso, prolongar la vida útil de un grupo de máquinas y alcanzar la meta de operación confiable, se debe ejecutar el mantenimiento y cuidado del aire acondicionado frecuentemente. Es por eso que les presento a continuación un cuadro de revisiones frecuentes a realizarse cuando ya esté el autobús prestando servicios.

Ítem	Período	Contenido
Tubería, conector	Una vez cada mes	Revisar si hay fuga o suciedad grasienta y si las mangueras y tubos tienen grieta, envejecimiento, deformación, deterioro, etc.
Condensador	Una vez cada mes	Revisar si las aletas del condensador son completas y limpias.
Evaporador	Una vez cada mes	Limpiar el centro de evaporador. Revisar si el agua se drena libremente.
Compresor	Una vez Cada semana	Revisar si los pernos en soporte de compresor son firmes, si la correa tiene grieta, si el retenedor de aceite de compresor tiene fuga de aceite.
	Una vez cada día	Revisar la cantidad de aceite congelante cada día y si el compresor funciona normalmente.
	Una vez cada semana	Durante el período de no uso de aire acondicionado, funcíonelo 5-10 minutos cada semana.



Refrigerante	Una vez cada semana	Ver que el refrigerante esté normal en el espejo de nivel de líquido o revisarlo con manómetros.
Válvula de expansión	Una vez cada mes	Revisar si hay congelación o helada fuera de la válvula de expansión y si la bolsa de sensor de temperatura y capilares sufre movimiento o deterioro por humedad.
Embrague electromagnético	Una vez cada semana	Electrificar y revisar si el embrague electromagnético puede embragar y separar rápidamente o si se resbala.
Ventilador	Una vez cada mes	Revisar si las hojas de ventilador tienen deterioro y si hay ruido en el funcionamiento.
Sistema de control eléctrico	Una vez cada mes	Revisar si el control y caja de control eléctrico funcionan bien, si los conectores se contactan bien, y si los cables se fijan firmemente.

Fig. 74.- Tabla de mantenimiento básico continuo del equipo de aire acondicionado<sup>16</sup>  
Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

#### 4.2.1.1 Control de tensión de correa

Si la correa se suelta excesivamente, resultará que la correa se resbala, la transmisión de potencia se reduce y la correa se daña muy temprano. Debe revisar la correa de compresor y motor periódicamente. Cuando se revisa la tensión de correa, debe referirse a la tabla siguiente:

Tipo	Correa Nueva	En reparación	Tensión
A	392~588N (40~60Kgf)	294~392N (30~40Kgf)	8~10 mm
B	490~686N (50~70Kgf)	343~441N (35~45Kgf)	8~10 mm

Fig. 75.- Tabla de tensión de correas o bandas<sup>17</sup>  
Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

#### 4.2.1.2 Control de refrigerante

Arranque el aire acondicionado y ponga la temperatura al valor mínimo después de 10 minutos de que el motor funcione en revolución de 1500 rpm. Abra la rejilla de viento devuelto y observe el espejo de nivel de líquido. Si el nivel de líquido está claro sin burbuja o se produce burbuja raramente dentro

<sup>16</sup> Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

<sup>17</sup> Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

de 15 minutos, se demuestra que hay refrigerante suficiente. Si hay muchas burbujas, necesita completar refrigerante.

#### **4.2.1.3 Control de aceite lubricante de compresor**

El aceite lubricante del compresor se usa para lubricar las piezas móviles y piezas térmicas del compresor. Si no hay aceite lubricante suficiente, el compresor no funciona normalmente e incluso se daña. Si hay aceite lubricante excesivo, podría ocurrir la disminución de volumen de enfriamiento, impacto de líquido, etc.

Después de 15 minutos del funcionamiento de compresor, aumente el ralenti a velocidad normal. Revise el aceite lubricante: el nivel de aceite debe llegar de 1/4 a 3/4 en el espejo visor. Como la posición de instalación de compresor podría inclinarse, mejor sería revisar el nivel de aceite mediante dos espejos visores.<sup>18</sup>

#### **4.2.1.4 Limpieza de red de filtro**

Abra la rejilla de viento devuelto en el vértice de autobús, desmonte la red anti polvo de rejilla de viento devuelto y revise si la red anti polvo esté limpia. En el caso necesario, límpiela con aire comprimido. Si la red anti polvo es muy sucia o se tapa, por favor lávela en agua templado mezclado con detergente suave, lave con agua limpia y séquela completamente.

#### **4.2.1.5 Limpieza de condensador**

1. Desmonte el condensador o protéjalo con tejido plástico.
2. Lave las aletas con agua de alta presión. Dé atención al control de presión ya que la presión demasiado alta puede dañar el radiador. Si se tapa gravemente, se necesita quitar la suciedad grasienta y luego lavarlo con detergente suave.
3. Limpie las suciedades dentro del condensador.<sup>19</sup>

#### **4.2.1.6 Limpieza de evaporador**

1. Desmonte el evaporador o protéjalo con tejido plástico.
2. Proteja la caja de control eléctrico y la boca de viento devuelto con tejido plástico para evitar la entrada de agua al salón.
3. Otros pasos son iguales que la forma de limpieza de condensador.

---

<sup>18</sup> Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

<sup>19</sup> Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

## 4.2.2 Funcionamiento normal y condiciones del refrigerante en el sistema de aire acondicionado

Es preciso saber del comportamiento del refrigerante R134 a cuando está en funcionamiento normal, cuando presenta anomalías y tenemos las soluciones para cada punto, veamos:

### 4.2.2.1 Funcionamiento normal del sistema de aire acondicionado

Las presiones normales del equipo están de acuerdo con la lectura de los manómetros abajo. Para eso algunas condiciones se deben respetar, como por ejemplo:

- ✓ Temperatura del aire de entrada: 30 A 35°C
- ✓ Rotación del motor del autobús: 1500 rpm
- ✓ Velocidad de los ventiladores del evaporador: MAXIMO
- ✓ Temperatura del panel de control: MINIMO SET-POINT 18°C
- ✓ Ajustar el aire acondicionado para recircular: Desligar la renovación de aire en caso que la misma esté abierta.<sup>20</sup>



BAJA PRESION: 26 -32 p.s.i.

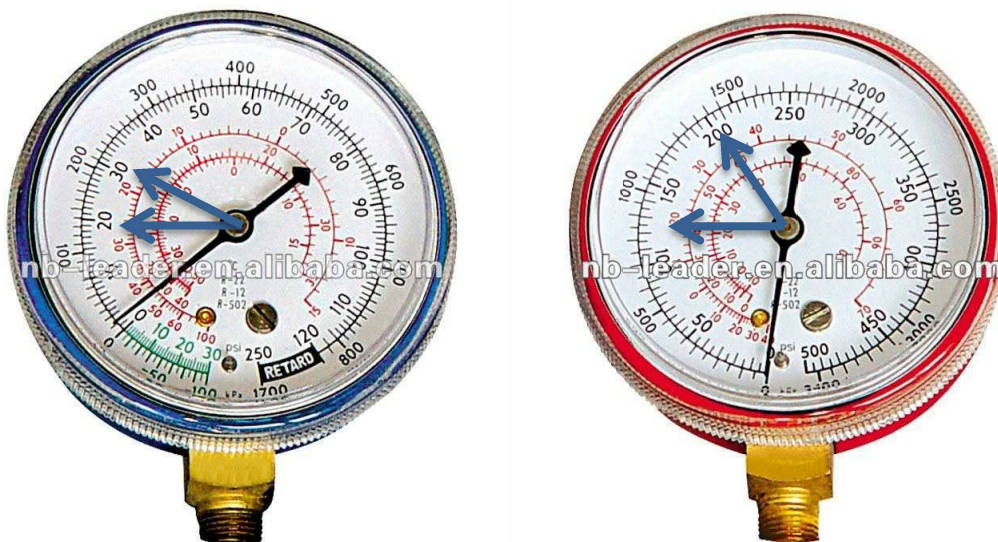


ALTA PRESION: 170-230 p.s.i.

<sup>20</sup> [www.climabuss.com.br](http://www.climabuss.com.br)

#### 4.2.2.2 Presencia de humedad en el sistema

**CONDICION:** Periódicamente enfría y en ocasiones enfría con dificultad.



SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
Durante el funcionamiento la presión de succión se torna vacío y veces normal.	La humedad penetró en el sistema congelando el orificio de la válvula de expansión, temporariamente interrumpe el ciclo, pero vuela a funcionar normalmente después de que el hielo se derrite.	Filtro secador saturado. Vacío irregular o no realizado antes de iniciar la carga de gas refrigerante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambiar el filtro secador</li> <li>- Remover la humedad del sistema, por medio de vacío y nitrógeno</li> <li>- Cargar el sistema con nuevo refrigerante</li> </ul>

21

### 4.2.2.3 Falta de refrigerante

**CONDICION:** Deficiencia de Refrigerante

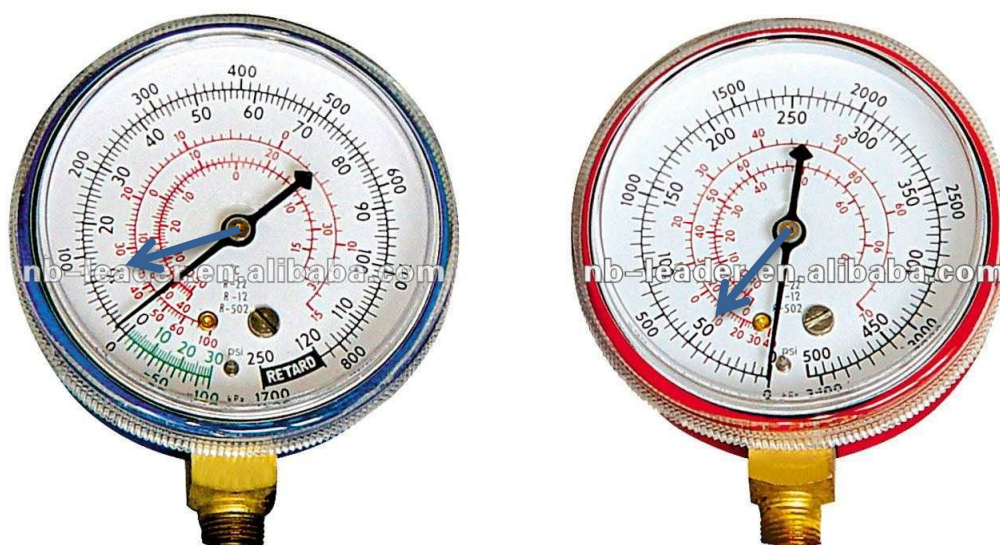


SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
La presión muy baja en la succión y en la descarga del equipo.	Escape de gas refrigerante en alguna conexión o componentes del sistema.	Por falta de apretar algunas conexiones. Por falta de veda de algún componente del sistema.	- Verificar el escape con un detector electrónico o nitrógeno. - Hacer vacío cargar el equipo con refrigerante.

22

#### 4.2.2.4 Poca circulación de refrigerante

**CONDICION:** Deficiencia en el enfriamiento.

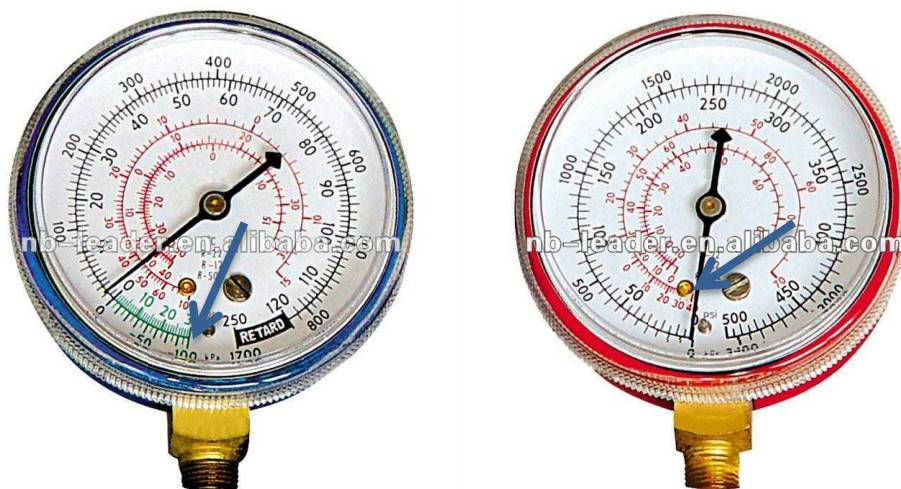


SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
Presión baja en los lados de alta y baja presión. Se puede ver congelamiento sobre los tubos del filtro secador.	Flujo de refrigerante obstruido por suciedad en el filtro secador.	Filtro secador tapado	- Cambiar el filtro secador

23

#### 4.2.2.5 Refrigerante no circula

**CONDICION:** No enfría (El sistema difícilmente enfría)



SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
Indicación vacío al lado de succión y presión muy baja en el lado de alta presión. Se puede ver hielo o condensación antes y después del filtro secador o válvula de expansión.	Flujo de refrigerante obstruido por la humedad o suciedad en el sistema.  Flujo de refrigerante obstruido por la pérdida de gas por el tubo sensor de la válvula de expansión.  Obstrucción o pliegue en los tubos o mangueras.	Vacío irregular.  Impurezas dentro del sistema.  Válvula de expansión bloqueada por pérdida del bulbo sensor o por mantenimiento inadecuado.	- Verificar el bulbo sensor, si hay pliegue, rotura o quiebra.  - Retirar la suciedad de la válvula de expansión o cambiar la válvula si no se logra éxito.  - Cambiar el filtro secador.  - Realizar vacío y carga de gas en el equipo.

#### 4.2.2.6 Sobrecarga de refrigerante o deficiencia en el cambio de calor del condensador

**CONDICION:** El equipo no refrigera suficiente.



SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
<p>Presión muy alta para los lados de alta y baja presión.</p> <p>No se ven burbujas en el visor de líquido.</p>	<p>Incapacidad de buena performance por exceso de gas refrigerante en el sistema.</p> <p>Condensador con cambio de calor insuficiente.</p>	<p>Exceso de refrigerante en el sistema.</p> <p>Condensador sucio, o aletas aplastadas.</p> <p>Ventolinas averiadas.</p>	<p>- Lavar las aletas del condensador.</p> <p>- Verificar el funcionamiento de las ventolinas.</p> <p>- Cargar el sistema con carga de refrigerante correcta.</p>

25



#### 4.2.2.7 Presencia de aire en el sistema

**CONDICION:** No enfría lo suficiente.



SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
<p>Presión muy alta en los lados de baja y alta presión.</p> <p>Los tubos de baja presión están calientes.</p> <p>Se ven burbujas en el visor de líquido.</p>	<p>Presencia de aire en el sistema de aire acondicionado.</p>	<p>Vacío irregular e insuficiente.</p>	<p>- Realizar vacío nuevamente y cargar el equipo con refrigerante nuevo.</p>

#### 4.2.2.8 Válvula de expansión mal armada o bulbo sensor defectuoso

**CONDICION:** No enfría (enfría en algunos casos)

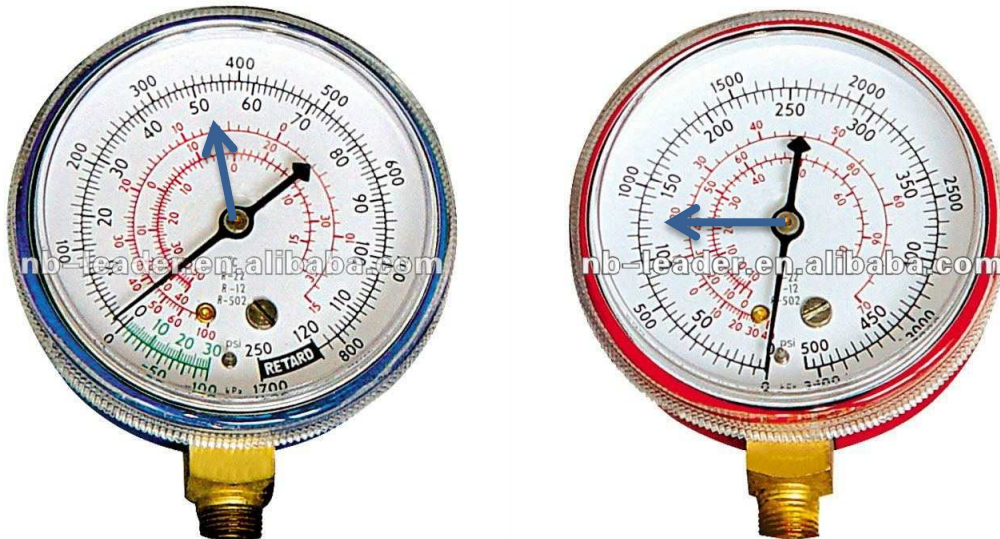


SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
<p>Presión alta en los lados de baja y alta presión.</p> <p>Congelamiento en los tubos de baja presión o en la salida de la válvula de expansión.</p>	<p>Problema en el funcionamiento de la válvula de expansión.</p>	<p>Bulbo sensor mal instalado.</p> <p>Mal regula la válvula de expansión.</p>	<p>- Verificar la instalación y el estado del bulbo sensor.</p> <p>- Si fuera necesario sustituir la válvula de expansión.</p>

27

#### 4.2.2.9 Compresor con compresión defectuosa

**CONDICION:** El Sistema de aire acondicionado no enfría.



SINTOMAS	DIAGNOSTICO	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
Presión muy alta del lado de la baja presión.	Compresor con baja eficiencia de compresión.	Pérdida entre las cámaras de compresión.	Reparar los cabezales o
Presión muy baja del lado de la alta presión.			substitución del compresor si la revisión así la requiere.

28

Como nos dimos cuenta que el comportamiento de las presiones del refrigerante nos da muchas pautas para saber que sucede en el sistema de aire acondicionado, desde condiciones normales hasta que tipo de reparación necesitamos realizar.

### **4.2.3 Análisis de avería simple**

Los análisis de avería simple del presente capítulo nos permiten conocer más acerca de la estructura y función del aire acondicionado, a favor del uso adecuado del aire acondicionado, descubriendo inmediatamente el problema de avería y la solución, y permitir que el sistema funcione en estado óptimo prolongando la vida de uso de aire acondicionado. La reparación incorrecta del aire acondicionado puede causar lesión personal y daño del equipo, por lo que sólo el personal con calificación profesional técnica debe hacer la reparación de aire acondicionado.

#### **4.2.3.1 Avería de tensión baja**

Cuando la tensión entrada es menos que 21 V y dura más que 3 segundos, se produce la avería de tensión baja. Cuando se produce la avería, todas las señales transmitidas son de tensión baja y se indica la temperatura ambiental y código de avería en la pantalla hasta que se recupere la tensión normal por más que 3 segundos y se resuelva la avería.

#### **4.2.3.2 Avería de tensión alta**

Cuando la tensión entrada es menos que 30,5 V y dura más que 3 segundos, se produce la avería de tensión baja. Cuando se produce la avería, todas las señales transmitidas son de tensión baja y se indica la temperatura ambiental y código de avería en la pantalla hasta que se recupere la tensión normal por más que 3 segundos y se resuelva la avería.

#### **4.2.3.3 Avería de presión**

En el proceso de enfriamiento del sistema, cuando la presión del sistema es demasiado alta o la presión de sistema es demasiado baja la avería de presión se produce. Cuando ocurre la avería, la salida de enfriamiento es de tensión baja sin influencia a señal de velocidad de viento y de viento nuevo, se indica el código de avería en la pantalla hasta que se recupere la tensión normal por más que 3 segundos y se resuelva la avería.

#### **4.2.3.4 Avería de sensor de evaporador**

Cuando el sistema diagnostica que el sensor de evaporador se corta o se pone en cortocircuito, sumerge la señal de avería de sensor. Cuando se produce la avería, el proceso de enfriamiento no define la salida de señal de enfriamiento de acuerdo con la señal de sensor de evaporador sino del tiempo de enfriamiento, la temperatura configurada y la temperatura de viento devuelto, asegurando que el compresor funcione 60 minutos y espere 5 minutos.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> [www.carriercca.com](http://www.carriercca.com)

#### 4.2.3.5 Avería de sensor de viento devuelto

Cuando el sistema diagnostica que el sensor de viento devuelto se corta o se pone en cortocircuito, las indicaciones de temperatura se ponen respectivamente en “H” y “L”. Cuando se produce la avería, el proceso de enfriamiento no define la salida de señal de enfriamiento de acuerdo con la señal de sensor de viento devuelto y la temperatura configurada, sino del tiempo de enfriamiento, asegurando que el compresor funcione 60 minutos y espere 5 minutos. No se resuelve la avería en el funcionamiento.

#### 4.2.3.6 Estado de evaporador

Si la temperatura de evaporador es menos que 2°C, el sistema de aire acondicionado entra en el estado de evaporador y se indica “esperar” en la pantalla con el código de avería “C” en el fondo a la izquierda. Entonces el sistema detiene el enfriamiento. Cuando la temperatura de evaporador es más que 4°C, se cancela el estado de evaporador.

#### 4.2.3.7 Estado de espera

Después de detener el compresor, se necesita esperar 1 minuto antes de reiniciar el funcionamiento del compresor. Cuando se espera, se indica el tiempo de espera en el lugar de indicación de código de avería en la pantalla en unidad de medición de segundo, indicado el dígito unitario. Después de 1 minuto, se indica “0”. Si la temperatura de viento devuelto es menos que la temperatura configurada encima de 3°C, el sistema de aire acondicionado entra en el estado de espera de enfriamiento.<sup>30</sup>

#### 4.2.3.8 Anormalidades del sistema

Ítem	Causa de avería	Forma de resolución
Ventilador de evaporador no funciona	No energía eléctrica	Revisar el generador y fusible grande
	Avería del control	Reemplazar el control
	Quemadura de fusible	Encontrar la razón y reemplazar el fusible
	Deterioro de relé	Reemplazar el relé
	Deterioro de ventilador o resistencia ajustadora de velocidad	Reemplazar ventilador o resistencia ajustadora de velocidad

<sup>30</sup> [www.carriercca.com](http://www.carriercca.com)

Ventilador de condensador no funciona	No hay energía eléctrica	Revisar el generador
	Avería de control	Reemplazar el control
	Quemadura de fusible	Encontrar la razón y reemplazar el fusible
	Deterioro de relé	Reemplazar el relé
	Mala conexión de arnés	Conectar el arnés bien
	Deterioro de ventilador o resistencia ajustadora de velocidad	Reemplazar ventilador o resistencia ajustadora de velocidad
Compresor no funciona	No hay energía eléctrica	Revisar el generador
	Avería de control	Reemplazar el control
	Quemadura de fusible	Encontrar la razón y reemplazar el fusible
	Deterioro de relé	Reemplazar el relé
	Mala conexión de cable de embrague de control	Conectar el cable bien
	Embrague se rompe	Reparar o reemplazar el embrague
	Compresor se rompe	Reparar o reemplazar el compresor
En el control no hay indicación	El autobús no suministra la energía eléctrica	Revisar el circuito de suministro eléctrico del autobús (alternador)
	El fusible de 5 A en la caja de control eléctrico de aire acondicionado se quema	Encontrar la razón y reemplazar el fusible
	Avería de control	Reemplazar el control
	Mala conexión de cable de energía eléctrica de control	Revisar y reparar

Fig. 76.- Tabla de anomalías del sistema<sup>31</sup>  
Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

<sup>31</sup> Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

## **BIBLIOGRAFIA**

Steve Rendle "Sistema de aire acondicionado para automóviles"  
(Año 2005), Editorial Grupo Editorial CEAC Edición: 1.

Eduardo Hernández Goríbar  
"Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración"  
(Año 1984). Editorial Limusa.

Luis Lesur "Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado"  
(Año 2007). Editorial Trillas

David Alonso Peláez "Técnicas del automóvil sistemas de climatización"  
(Año 2006), Editorial PARANINFO

Zhengzhou Kelin Aire Acondicionado de Automóvil S.L. "Catálogo"

Dossat, Roy J. "Principios de Refrigeración".  
(Año 2001) Editorial CECSA.

### **Páginas web consultadas**

<http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento/mantenimiento-aire-acondicionado-automotriz.html>

<http://www.autoclimas.com>

<http://www.ingenierogildardo.com/articulo1.htm>

<http://html.rincondelvago.com/circuito-de-aire-acondicionado.html>

<http://www.climabuss.com.br>

<http://www.carriercca.com>

[http://autos.terra.com/noticias/funcionamiento\\_del\\_aire\\_acondicionado/aut25064/](http://autos.terra.com/noticias/funcionamiento_del_aire_acondicionado/aut25064/)