



*Modalidad:* Electromecánica

*Equipo:* B

*Trabajo:* La climatización en el automóvil

*Centro:* I.E.S. As Mariñas de Betanzos

*Alumnos:* Juan Manuel Insua García

Carlos Adrián Arango Acevedo

*Profesor tutor:* José Manuel Pico Rodríguez

*Tutor de la empresa:* José Ramón San Luís Martínez

Automóviles Louzao S.A.

Polígono Industrial Piadela, parcelas 10-11

15300 Betanzos, A Coruña

## **Índice**

- Objetivos del A/C...**Pág. 3**
- Conceptos físicos...**Págs. 3-6**
  - Calor y temperatura.
  - Cambios de estado.
  - Presión, temperatura y volumen.
- Circuito básico de refrigeración...**Págs. 6-9**
  - Compresión.
  - Condensación.
  - Filtrado.
  - Expansión
  - Evaporación.
- Fluido Refrigerante y Aceite Lubricante...**Págs. 9-11**
- Funcionamiento...**Págs. 10-24**
  - Componentes:
    - Compresores (Tipos y elementos que lo componen)
    - Condensadores (Tipos)
    - Filtro deshidratador
    - Válvula de expansión (Tipos)
    - Evaporador (Tipos)
    - Tuberías y Racores
- Tipos de Circuitos...**Págs. 22-23**
  - Europeo (Cíclico)y Americano (Anegado)... (Diferencias)

**-Aire acondicionado y climatización.. Págs. 24-26**

- Control del circuito de aire acondicionado hasta el climatizador multizonal.

-Climatización automática.

**-Distribución de los aireadores en un sistema climatizado.. Págs.27**

**-Sensores y actuadores.. Págs. 27-29.**

**-Sistemas bizonales y multizonales. Págs. 29-30.**

### **Objetivos del A/C**

El aire acondicionado se considera un sistema de seguridad activa puesto que conlleva a una mayor atención a la conducción y al retraso de la aparición de fatiga, generando una sensación de confort debido a las condiciones del habitáculo. Dichos objetivos son, mantener la temperatura ideal del habitáculo en el menor tiempo posible y de manera constante en función de la fisiología del conductor y de las condiciones atmosféricas externas; mantener silencio en su Interior, obtener un aire más puro (filtros de aire), reducir su humedad y evitar la formación de condensación en el parabrisas.

### **Conceptos Físicos**

**- Calor y Temperatura:**

*El calor* es una forma de energía que poseen de diferente forma todos los cuerpos. Todo cuerpo con una determinada cantidad de calor tiene la propiedad de cederlo a otro, siempre que se encuentre a menor temperatura. Esta transmisión de calor se efectúa por conducción, convección o radiación.

La conducción se transmite por la agitación molecular sin modificar la distancia relativa entre las moléculas. La velocidad con que cada material deja pasar el calor por conducción depende de su conductividad (resistividad), que es una propiedad que tiene cada material; unos conducen mas que otros dependiendo de su composición (Metales > Madera).



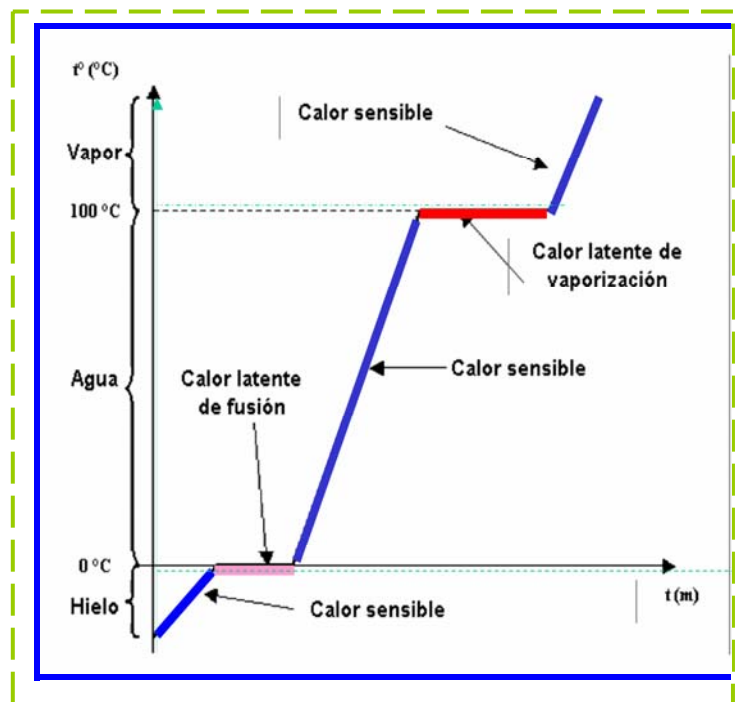
La convección es propia de los fluidos; al aumentar su temperatura también varia su densidad provocando un movimiento del fluido. El más caliente sube y el mas frío baja.

La radiación es la propagación de ondas electromagnéticas (ondas infrarrojas) y se transmite de un cuerpo a otro sin contacto directo, en forma de energía radiante. Todos los cuerpos la absorben y la emiten, dependiendo de su temperatura y de sus características físicas. Si un cuerpo emite mas radiación de la que absorbe, se enfría, mientras que el entorno se calienta al absorber la radiación procedente del mismo.



Si un cuerpo esta en equilibrio con sus alrededores, emite y absorbe radiación al mismo ritmo.

Hay diferentes tipos de calor: el calor sensible y el calor latente. Como calor especifico se denomina a la cantidad de calor necesario para elevar un grado la temperatura de la unidad de masa de una sustancia. Como calor sensible se entiende a toda variación de energía calórica



“sensible” a medirse con un termómetro [  $Q = m \cdot c_e \cdot (t_f^\circ - t_i^\circ)$  ]. Y finalmente al calor latente se le denomina a la materialización de un cambio de estado físico de una sustancia, agregando o sustrayendo calor sin generar variación de temperatura.

*La temperatura* indica el nivel de energía térmica de un cuerpo o fluido (dado su volumen y densidad).

Se mide en grados, se emplea en diferentes escalas y la mas utilizada es la “Celsius ( $^\circ\text{C}$ )”; habiendo otras como la “Kelvin ( $^\circ\text{K}$ )” o la “Fahrenheit ( $^\circ\text{F}$ )”. En la escala Celsius se toma como referencia los puntos de congelación del agua destilada, en condiciones normales, ( $0^\circ\text{C}$ ) y el de ebullición ( $100^\circ\text{C}$ ). La centésima parte de esta escala se llama grado, y la ausencia total de calor se da a  $-273,16^\circ\text{C}$ .

#### *- Cambios de Estado:*

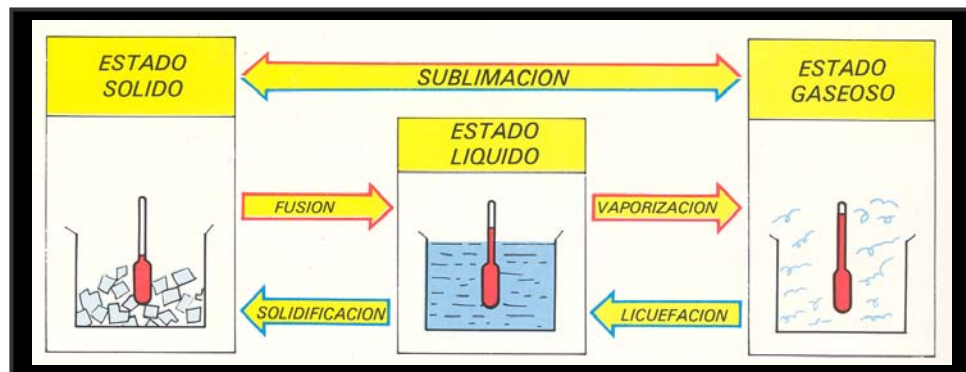
Un cambio de estado es el paso de un elemento de un estado físico a otro. Estos estados físicos son, el estado sólido en el que la energía es baja, o lo que es lo mismo, las moléculas tienen muy poco movimiento; el estado liquido en que las moléculas tienen un mayor nivel de energía y por lo tanto una mayor movilidad; el estado gaseoso en el que el nivel de energía es muy grande, es decir, las moléculas tienen una movilidad total. Un claro ejemplo es el del agua, la cual podemos encontrar en los tres estados (Sólido = Hielo; Liquido = Agua; Gas = Vapor).

Según al estado al que pasen, cederán o absorberán calor. Si lo absorben se dirá que ganan entalpía, es decir, aumentan su energía. Por el contrario, si lo pierden, se dice que ganan entropía, o lo que es lo mismo, pierden energía. La clave consiste en que, para modificar la temperatura de un cuerpo, en cualquier estado de agregación, hace falta aplicar una cierta cantidad de calor, pero para que se produzca un cambio de estado, hace falta que se una cantidad de calor mucho mayor.

Las diferentes transformaciones que se pueden dar son: Fusión, solidificación, evaporización, condensación y sublimación.

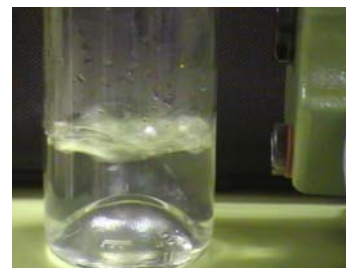
La fusión es el paso de sólido a liquido, absorbiendo calor. La solidificación es el paso de liquido sólido, cediendo calor. La vaporización es el paso de liquido a estado

gaseoso, ganando calor. La licuación es el paso de un fluido en estado gaseoso a liquido, cediendo calor. Y por ultimo la sublimación es el paso de un elemento sólido a uno gaseoso, absorbiendo calor.



*-Presión, temperatura y volumen:*

En los cambios de estado de una sustancia se produce a una determinada temperatura, pero esto cambia en función de la presión a la que esta sometida. Por ejemplo, el punto de ebullición del agua es de 100 °C a la presión atmosférica, pero si se somete el agua a una presión de diez bares, el agua comienza a hervir a los 180 °C. O en el caso contrario si sometemos el agua a una determinada “depresión” podemos bajar su punto de ebullición. Ver experimento.



Detalle del experimento

Vacío en la botella

Evaporación del agua a 22°C.

La presión se define como la fuerza ejercida sobre una superficie “ $P = F/S$ ” (P =presión; F =fuerza; S=superficie). Existe la presión relativa, que es la fuerza ejercida por un objeto sobre una superficie sin contar con la fuerza ejercida por la atmósfera; y la presión absoluta es la fuerza que ejerce la atmósfera mas una fuerza ejercida por un objeto sobre dicha superficie.

En el caso de los fluidos en estado gaseoso, las variaciones tanto de temperatura como de la presión, conllevan un determinado cambio en el volumen. Esta relación está regida por la “ley de los gases” : $PV = RT$ . (P =presión; V =volumen; R =constante universal; T =temperatura).

### **Circuito Básico de Refrigeración**

En las instalaciones frigoríficas se utiliza alternativamente la compresión y la expansión de un fluido, así como sus variaciones de temperatura, para lograr hacerlos pasar del estado gaseoso a líquido y viceversa, con el fin de producir intercambios de calor.

Mediante la refrigeración, se pretende absorber el calor del habitáculo del automóvil, transportarlo y cederlo a la atmósfera.

El circuito de refrigeración lo podemos dividir en dos partes: circuito de alta y circuito de baja presión.

En el interior del circuito se introduce el fluido frigorífico, el cual, durante el funcionamiento sufre distintos cambios de estado, pasando de vapor a líquido y de líquido a vapor, lo que permite un intercambio de calor. Estas distintas fases del fluido se consiguen mediante:

#### **- Compresión:**

En la compresión es necesario aumentar la presión y aumentar el movimiento del fluido frigorífico; esto se consigue mediante un compresor.

#### **- Condensación:**

En esta fase el fluido frigorífico se transforma casi totalmente en líquido y es guiado hasta un filtro. Para que se transforme necesita ceder calor pasando por una zona de temperatura inferior. Esto se produce en el condensador.

### **- Filtrado:**

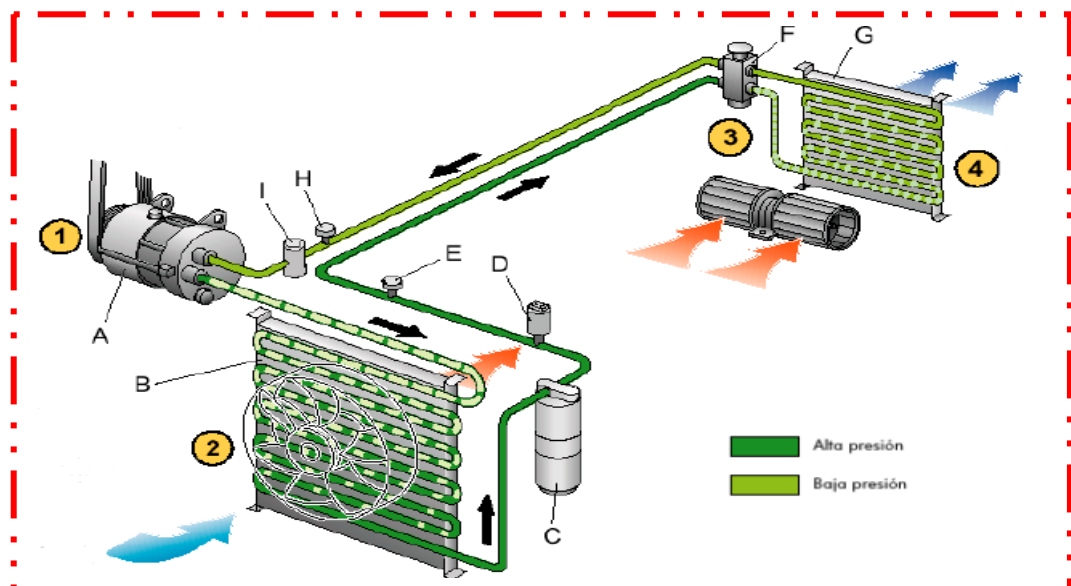
En este punto, el fluido frigorífico se encuentra totalmente en estado líquido, y es filtrado para eliminar la humedad y las impurezas. Esto se produce en el filtro deshidratador.

### **- Expansión:**

Para la expansión del fluido, se necesita variar la presión estrangulando el circuito, ya que a la salida de dicho estrangulamiento se produce la expansión, logrando la disminución de presión y el punto de ebullición (Punto de ebullición bajo = Buena evaporación). Esto se da en la válvula de expansión.

### **- Evaporación:**

En este caso es necesario hacer pasar el fluido refrigerante por una zona de donde el aire este a una elevada temperatura, consiguiendo que el fluido absorba dicho calor para enfriar el aire. Al finalizar este proceso, el fluido vuelve al compresor para iniciar un nuevo ciclo. Esto se produce en el evaporador.



1- Compresor ; 2- Condensador; 3- Válvula de Expansión ; 4- Evaporador



## Fluido Refrigerante y Aceite Lubricante

### - El fluido refrigerante:

El agente frigorífico, es el utilizado en los circuitos de A/C para transportar calor y mover energía. Antiguamente se utilizaba el fluido refrigerante Freón 12 (R12), pero se dejó de utilizar a partir del año 1993 debido a su alta toxicidad que afectaba a la capa de ozono. En su lugar, ahora se utiliza el R134a (HFC; hidro-fluor-carbono) ya que no daña la capa de ozono, aunque si favorece al efecto invernadero, es mas pesado que el aire y en condiciones normales no es toxico, ni explosivo ni combustible, pero su manejo se deben tener ciertas medidas de seguridad recomendadas.

El R134a posee ciertas características: Una baja toxicidad, es incoloro e inodoro, es mas pesado que el aire, estabilidad química por debajo de 39,5 bar y por debajo de 101 °C, es muy higroscópico (Mezclado con agua se forman ácidos), facilidad de mezcla con lubricantes base ESTER y PAG (Sintéticos) y no con aceites minerales, ataca a determinados plásticos y gomas, absorbe gran calor en evaporación, funciona a presiones no muy elevadas, inercia química con respecto a metales comúnmente conocidos, se descompone con algunas radiaciones (Ejem: soldaduras eléctricas), y a presión atmosférica

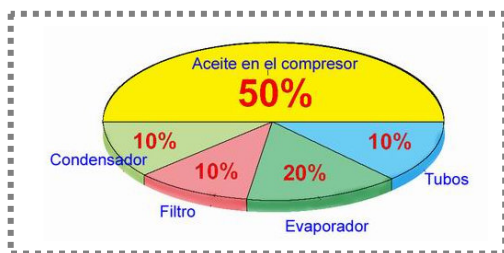
se presenta en estado gaseoso si se encuentra en temperaturas superiores a -26,1 °C.

	<b>R-12</b>	<b>R-134a</b>
<b>Fórmula química</b>	<b>CCL<sub>2</sub>F<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>2</sub>F- CF<sub>3</sub></b>
<b>Designación química</b>	Diclorodi-fluorometano	<b>Tetrafluorretano</b>
<b>Punto de ebullición: 1at (760 mm. De</b>	<b>-29,8° C</b>	<b>-26,5° C</b>
<b>Punto de solidificación</b>	<b>-158° C</b>	<b>-101,1° C</b>
<b>Temperatura crítica</b>	<b>+112° C</b>	<b>+100,6° C</b>
<b>Presión crítica</b>	<b>41, 58 bar</b>	<b>40,6 bar</b>

### - El aceite lubricante:

El aceite lubricante se utiliza generalmente para la lubricación de los elementos móviles y para asegurar la estanqueidad del circuito mediante una película de aceite que recubre

las paredes del circuito, los manguitos y las juntas tóricas.



El tipo de aceite que se utiliza con el R134a es el aceite sintético PAG (Polyanglicol) por ser el único que se puede mezclar con él.

Este tipo de lubricante no se debe mezclar en ningún caso con otro ni utilizarlo en equipos antiguos de R12.

Generalmente, en el circuito se encuentra una cantidad de aceite, su mayor parte se encuentra en el cárter del compresor, otra se mezcla con el agente frigorífico quedando adherido a las paredes de los componentes. Se debe conseguir que el circuito este siempre bañado por el este, y por lo tanto asegurar su estanqueidad, requiere que el compresor funcione por lo menos 30 minutos cada semana.

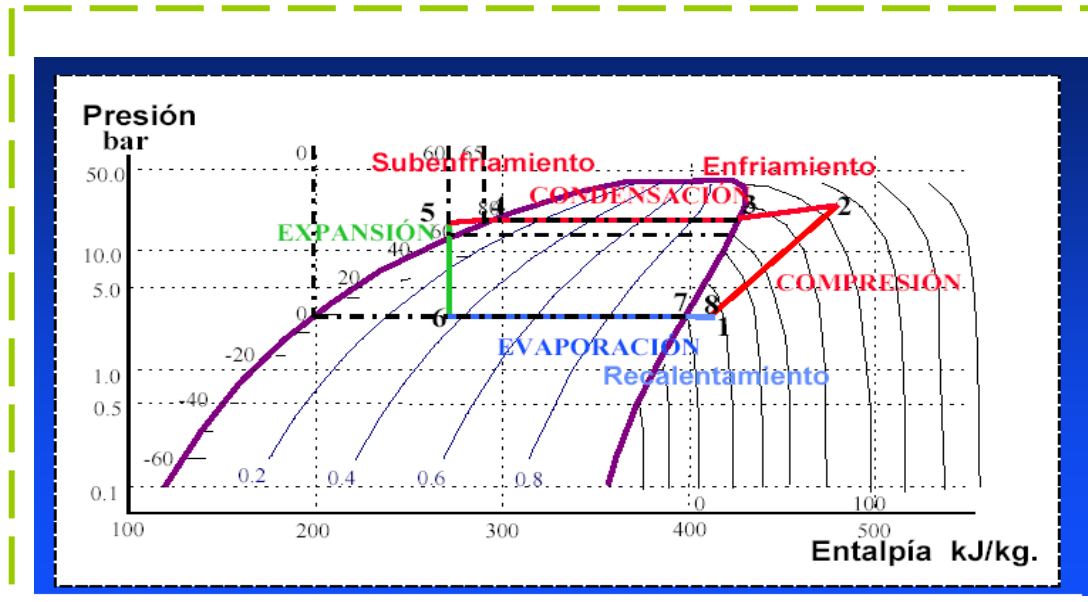
Las medidas que debemos tener en cuenta al manipular este tipo de aceite son: No almacenar abierto por ser higroscópico, mantener siempre cerrado el envase, no utilizarlo una vez usado, eliminarlo como residuo especial y no hacerlo conjuntamente con el aceite para motores o engranajes.

### Funcionamiento

El funcionamiento del circuito del aire acondicionado se basa en los cambios de estado que sufre el agente frigorífico, perdiendo o ganando entalpía, y de esta manera calentando o enfriando el aire.

Si el A/C esta en funcionamiento, el compresor comprime el agente frigorífico R134a, que se encuentra en estado gaseoso. Lo manda hacia el condensador a una gran temperatura y una alta presión. En el condensador se produce un cambio de estado y el agente frigorífico pasa de estado gaseoso a liquido, hasta completar el cambio de estado las presiones y temperaturas son constantes. Una vez sale del condensador, pasa por el filtro deshidratador, donde se eliminan impurezas o suciedad y se le extrae la humedad. Después continua hacia la válvula de expansión donde se produce una bajada de presión y de temperatura, produciendo que el 20% del agente frigorífico pase a estado

gaseoso. El otro 80% esta en estado liquido. Finalmente para conseguir un cambio de estado del 100% del agente frigorífico, este debe pasar por el evaporador, donde absorbe calor del aire que pasa a través de él y así conseguir que dicho aire entre en el



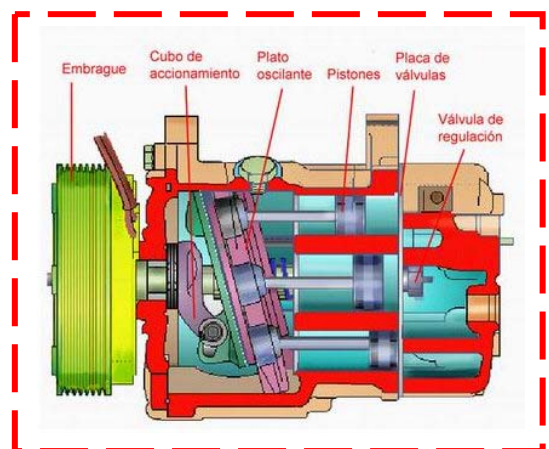
habitáculo a una baja temperatura. Acto seguido el fluido regresa completamente en estado gaseoso al compresor para volver a iniciar el circuito de nuevo.

#### - Componentes:

##### • El compresor:

El compresor (cilindrada fija) tiene la función de hacer circular el refrigerante en el interior del circuito y es el componente principal del sistema, produciendo los niveles de baja y alta presión.

Recibe el fluido vaporizado a baja presión y lo comprime, con el fin de elevar su presión y su temperatura. Es accionado por el vehículo mediante una polea a través de un electroembrague.



Están constituidos por una carcasa estanca de aluminio que contiene el mecanismo de compresión y una tapa donde están situadas las válvulas de compresión y admisión (plato de válvulas), habiendo una de cada para cada uno de los cilindros, en forma de laminas y direccionándolo adecuadamente para que el gas solo circule en el sentido correcto.



Cuando se inicia el movimiento del compresor, mediante la polea, se consigue mover un disco oscilante en su interior, que a su vez mueve un conjunto de pistones (5 o 7) a través de una bielas. Por medio de su movimiento se consigue la aspiración del gas y su posterior compresión. Todas las válvulas de admisión y de compresión están unidas por sendas cámaras de las que parten los manguitos de baja y alta presión, quedando situadas en la culata del compresor. El aceite lubricante existente en el carter del compresor asegura la lubricación, y a través de la holgura de los pistones y por diferencia de presión, un porcentaje del mismo pasa a mezclarse con el gas durante el proceso de aspiración.

La depresión producida por el descenso del pistón, ayudado por la presión de retorno de gas hace que la válvula de admisión se abra permitiendo el llenado del cilindro hasta que este llegue a su punto muerto inferior, cerrándose cuando cesa la succión. Una vez superado el punto muerto inferior, comienza la compresión hasta que el pistón esta cerca del punto muerto superior. Esta alta presión vence la fuerza ejercida por la válvula de descarga dejando salir el gas a alta temperatura y presión.

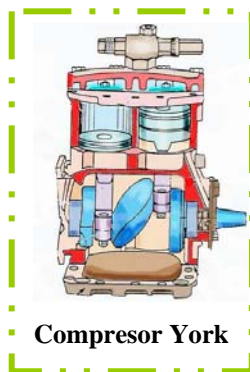


Situado el pistón en el punto muerto superior, deja de comprimir, cerrándose la válvula de descarga.

El aceite disuelto en el gas lubrica las válvulas evitando desgaste y permitiendo un cierre perfecto.

Para evitar que los pistones golpeen el plato de válvulas se deja un pequeño espacio entre el pistón y el plato, al cual llamamos claro, y a su volumen, volumen de claro; y a la cantidad de gas que permanece en el claro, recibe el nombre de vapor claro.

Existen diferentes tipos de compresores: el compresor alternativo con pistones y cigüeñal (compresor York), compresor de disco oscilante y cilindrada variable (compresor Sanden), compresor rotativo axial de doble efecto (pistón de doble efecto), compresor rotativo de paletas, compresor rotativo de espiral y compresor rotativo sistema wankel.



*El compresor York* .Es el mas antiguo, y se caracteriza por una alta fiabilidad, mayor rendimiento y menor absorción de potencia. Puede ser de uno a tres cilindros en duraluminio o fundición de hierro, pistones de uno o dos aros en aluminio, bielas en aluminio o acero, cigüeñal de acero sobre cojinete de bronce, bolas o agujas. Plato de válvulas y válvulas en acero.

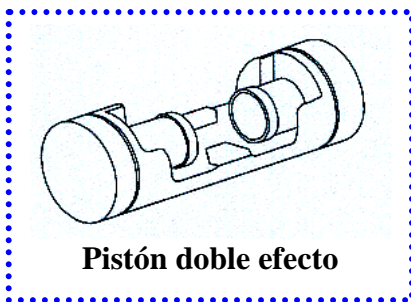
*El compresor de disco oscilante y cilindrada variable*. Se caracteriza por variar la carrera de los pistones ( $161,3 \text{ cm}^3$ ) entre un 6% y un 100%. Según la presión del gas de retorno, el plato oscilante varia su inclinación entre  $1,5^\circ$  y  $24^\circ$ .

Existe una válvula automática llamada Mass Flow Compensate Valve (MFCW) que controla la presión de evaporación, teniendo en cuenta la descarga del compresor,

activa las posiciones del plato-leva. La válvula trabaja en función de la diferencia de presión entre el circuito de baja y de alta, y la posición de la misma determina la presión en el carter del compresor. Esto provoca la inclinación del plato para generar el caudal necesario para cada circunstancia de funcionamiento. Con esto se ahorra energía sin necesidad de desconectar y conectar el compresor permanentemente, se evita que entre en su interior fluido en estado liquido (evitar los gripamientos). Cuando la baja presión disminuye, la válvula de regulación se cierra, por lo tanto ya no existe comunicación entre la baja presión y la presión de carter. Como la presión del carter se comunica con la de alta, dicha presión aumenta hasta igualarse, desplazando hacia su horizontal al plato porta pistones ya que tiende a igualarse las dos presiones, por lo cual la cilindrada aumenta. Para que la cilindrada baje, la válvula debe cerrar la

comunicación entre la presión de alta y carter, y permitir el paso de carter a baja, para que la carrera de los pistones baje.

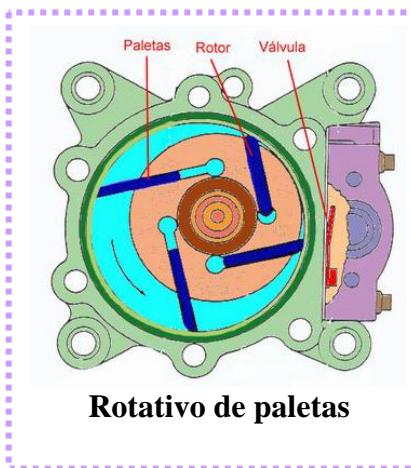
*El compresor rotativo de doble efecto.* Esta formado normalmente por tres o cinco pistones dobles opuestos, en forma de barra con un pistón en cada punta y una ranura intermedia, en la que se aloja el disco oscilante. Cuando gira el disco, un pistón hace



**Pistón doble efecto**

aspiración y el opuesto hace compresión. En cada uno de los lados tiene un plato de válvulas, y cada culata tiene sus conductos de aspiración y descarga, unidos entre si por conductos laterales, y su vez, unidos entre si en la descarga y la admisión del compresor.

*El compresor rotativo de paletas.* Posee unas ranuras en el rotor donde van alojadas las paletas. Al girar este las paletas, debido a la fuerza centrífuga, tienden a salirse del mismo, produciéndose el contacto con el interior del cilindro, transportando el gas y

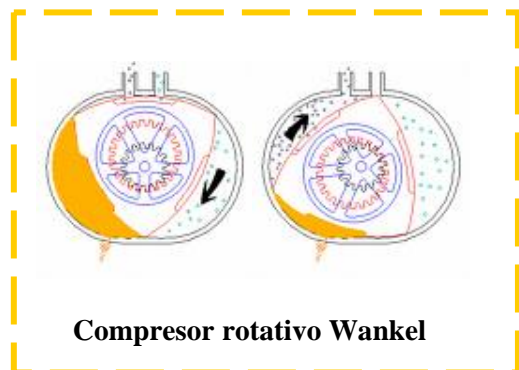


**Rotativo de paletas**

comprimiéndolo. Al ser un movimiento excéntrico aspira el gas en la parte mas ancha del cilindro, y lo comprime dándole salida por la parte mas excéntrica. En su lateral van situadas las lumbreras de admisión y las válvulas de descarga que van unidas a los racores de admisión y descarga de la tapa posterior.

Tiene un buen rendimiento a altas y medias velocidades ya que las paletas barren perfectamente la parte frontal. Pero por los laterales dejan escapar parte del gas comprimido.

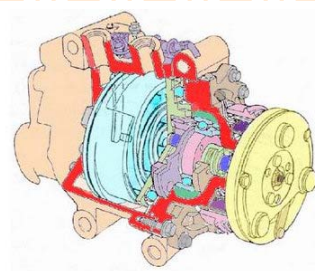
*Compresor rotativo de sistema Wankel.* Esta formado por un rotor semitriangular, movido por un cigüeñal excéntrico y en una doble cámara. Dispone de dos lumbreras de admisión y dos válvulas de descarga situadas en el lateral del compresor. Están hechos para giros de hasta 12.000 r.p.m. con altos rendimientos volumétricos.



**Compresor rotativo Wankel**



*Compresor rotativo en espiral.* Es un tipo de compresor que se esta empezando a usar ahora, que se basa en una espiral excéntrica dentro del cilindro que absorbe fluido y lo va comprimiendo mediante el efecto de la espiral, haciendo que el gas se dirija al centro de dicha espiral.

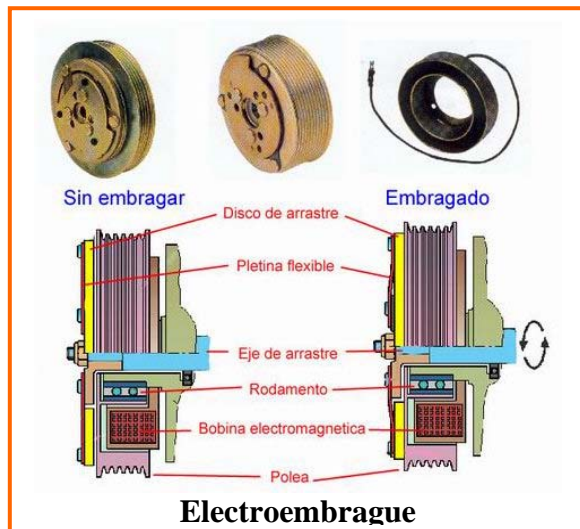


**Rotativo den Espiral**

Para que cualquier compresor funcione, se utiliza un mecanismo de poleas y correas que cuando el motor del vehículo funcione arrastre consigo al compresor si se activa. Las poleas que se pueden emplear es este mecanismo pueden ser de tipo trapezoidal o poli V.



La manera que existe para el acoplamiento del compresor se consigue mediante un electroembrague. Este funciona en el momento de conectar el equipo ya que se crea en su bobinado un campo magnético, debido a la circulación de corriente. La fuerza generada por esta, atrae el disco hacia la polea, venciendo la fuerza de unas laminas elásticas haciendo que el movimiento de esta se transmita al compresor.

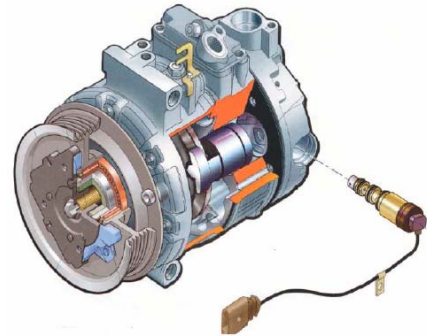


También existe un tipo de polea llamada de Accionamiento deformable. Posee una protección de sobrecarga en caso de que gripe el compresor. Está unida al disco de arrastre mediante una pieza prefabricada de goma. Si el compresor quedara parado debido a un fallo la polea podría seguir girando gracias a la pieza de goma preformada, situada por encima del disco de arrastre que se



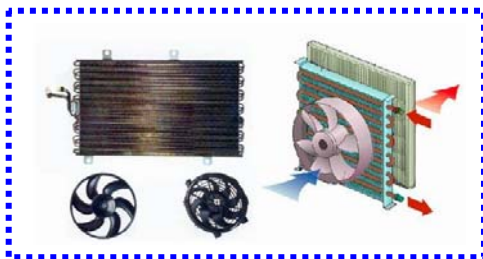
encuentra bloqueado. Dependiendo de la temperatura la elasticidad de la pieza de goma y la deformación del disco de arrastre se mayor o menor.

Los compresores modernos llevan ya una electroválvula reguladora de control térmico. La diferencia de presión entre las cámaras se realiza con la válvula de regulación controlada eléctricamente. Cuando la señal en la electroválvula es máxima, en el cárter se hace disminuir la presión pasando a máximo recorrido del pistón, y por tanto máximo rendimiento. Esta electroválvula está controlada por la unidad de climatización o, dependiendo de la versión, por la unidad de mando de los ventiladores.



#### • El Condensador.

Es un intercambiador de calor, situado en la parte frontal del vehículo para que sobre él pueda incidir el aire de marcha del vehículo. Esta formado por un conducto en forma de serpentín unido firmemente a unas aletas para la canalización del aire, de forma que el conjunto tiene una gran superficie radiante. A este elemento llega el agente frigorífico en estado gaseoso procedente del compresor, a una temperatura de entre 50°C y 70°C y a una presión de alrededor de 12 bar. A medida que circula por el condensador, generalmente en sentido descendente, se va produciendo un cambio de estado y va pasando de estado gaseoso a liquido. Esto se produce debido a que cede calor al aire de marcha que se encuentra a una temperatura inferior. Si el vehículo esta parado, dispone de uno o dos electroventiladores que fuerzan a pasar el aire a través de



él y funcionan a una baja velocidad. La segunda velocidad de estos electroventiladores se inicia cuando existe la posibilidad de que a la salida del condensador parte del agente frigorífico este en forma de gas.

Esto es vigilado por el presostato de tres funciones (Trinary), que se encarga de vigilar que la presión este cercana a los 12 bar. El buen cambio de estado del fluido en el condensador viene determinado por la rapidez con la que fluye el calor a través de las



paredes del mismo , del área condensante y del grado de conductividad del propio condensador.

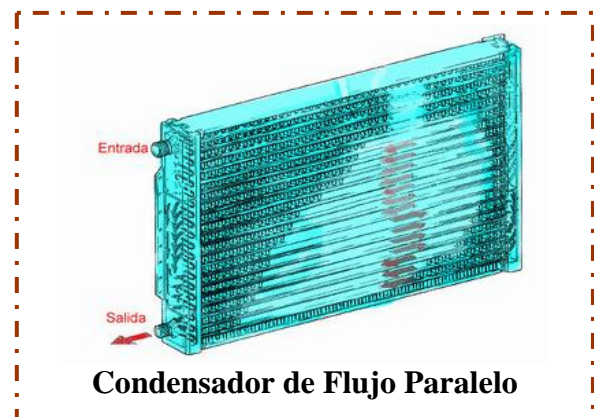
Generalmente están formados por dos circuitos de tubo de cobre rodeado de aletas de aluminio embutidas y dobladas. Existen diferentes tipos de condensadores: de tubo reticulado, multiflujo y de flujo paralelo y serpentín.

*El condensador de tubo reticulado.* Es un modelo que tiene un rendimiento muy elevado.

Se constituye porque entre los tubos planos va embutida y soldada una aleta de aluminio.

*El condensador multiflujo.* Es el que mejor rendimiento ofrece y su fabricación es parecida a la de los radiadores. Esta formado por dos colectores laterales y unidos por unos tubos reticulados y compactos de sección muy delgada (2 mm) en aluminio. Entre ellos van unas aletas en zigzag. Todo el conjunto es soldado mediante el sistema NOCOLOCK. Es el adecuado para ser usado con R134a.

*El condensador de flujo paralelo y serpentín.* Es de similares características al anterior con la salvedad de que los tubos tienen forma de S y permiten un nivel de elasticidad mejorando el rendimiento por fatiga.



#### • El Filtro Deshidratador:

El filtro deshidratador es el encargado de eliminar las impurezas que puedan llegar con el fluido, además tiene la función de quitarle la humedad porque el agua en el circuito puede formar hielo en la válvula

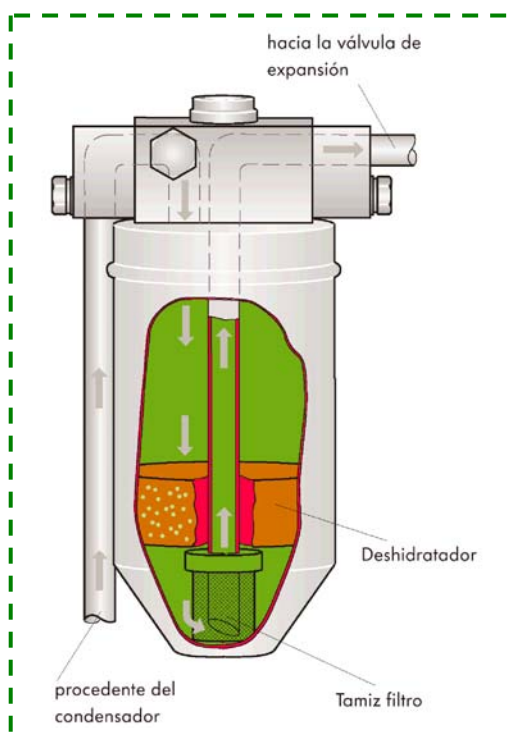


válvula de expansión y de esta manera obstruyéndola, también puede formar ácido que ataquen a los componentes del circuito. Otra función que tiene el filtro es el de acumular fluido refrigerante con el objetivo de eliminar de burbujas y evitar que a la válvula de expansión solo llegue fluido en estado líquido.

En el filtro entra el agente frigorífico por la parte superior y en su descenso atraviesa una capa de gel de sílice o alumina (Zeolitas = 97% óxido de silicio; 3% óxido de aluminio) encargada de retener la humedad (hasta su saturación). Es recomendable la sustitución del filtro en cada llenado del circuito. Antes de abandonar el filtro, el agente ha de circular a través de un fino tamiz donde quedan retenidas las impurezas que pudieran provocar deterioro en los órganos mecánicos del equipo.

#### • La Válvula de Expansión en H o monoblock

Esta válvula va situada después del filtro deshidratador y a la entrada y salida del evaporador. A ella llega el fluido en estado líquido con una temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$  y una presión de 12 bar. En la válvula el fluido se expande y parte de él pasa a estado gaseoso (20%) debido a la caída de presión, que ahora es de unos 1,5 bar y a una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ . Después el agente frigorífico pasa por evaporador y se termina



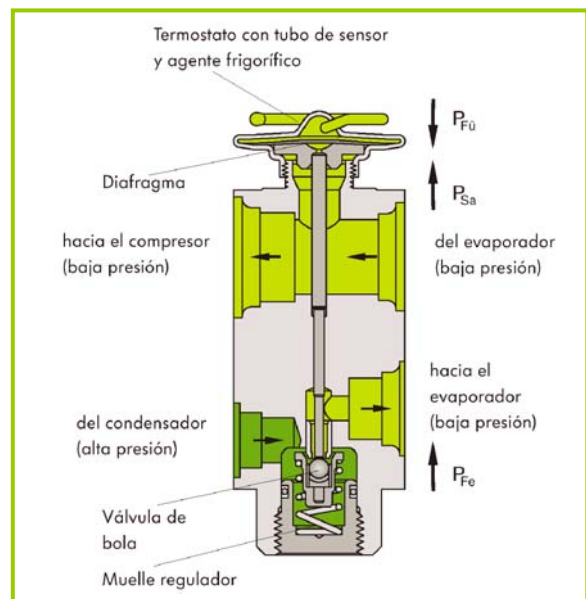
de convertir en gas. Y vuelve salir a través de la válvula de expansión a unos  $3^{\circ}\text{C}$ . La válvula va envuelta en un elemento aislante para evitar que el calor exterior le afecte a su funcionamiento.

La válvula se constituye por dos conductos. En el conducto inferior, conectado al circuito de alta presión (evaporador), hay un orificio de estrangulación. Este orificio en situación de reposo se encuentra cerrado por el elemento de cierre sobre el que actúa un muelle tarado. De esta manera el agente

frigorífico no puede circular hacia el evaporador. El conducto superior (salida del evaporador), esta montado el elemento de regulación de la válvula. Mediante este conducto circula en fluido en estado gaseoso, que abandona el evaporador debido a la aspiración del compresor. Si la temperatura del fluido refrigerante tiende a subir, se puede modificar una mayor cantidad del mismo; y si la presión tiende a subir ocurre lo mismo. Por el contrario, si la temperatura tiende a disminuir, la válvula dosificara una menor cantidad de fluido; ocurriendo lo mismo si la presión tiende a bajar.



Todo esto se logra mediante un elemento de regulación que consiste en una cápsula con una membrana unida a una varilla. Sobre una de las caras de la membrana actúa la presión de un gas contenido en la cámara estanca. La presión que ejerce este gas depende de su temperatura. Un tubo sonda conectado a la cámara transmite la temperatura existente a la salida del evaporador. Si esta temperatura es relativamente alta se puede evaporar una mayor cantidad de fluido. La elevación de la presión deforma la membrana, la varilla se desplaza y provoca la apertura del elemento de cierre (muelle tarado), con lo que aumenta el paso de fluido hacia el evaporador.



La otra cara de la membrana esta sometida a la presión a la que esta el gas a la salida del evaporador.

Cuando esta presión tiende a ser alta, indica que hay un exceso de agente frigorífico evaporándose.

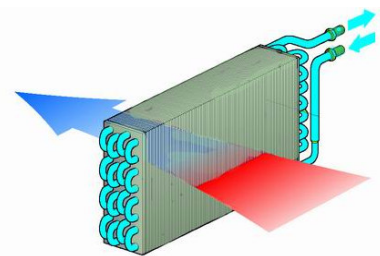
Esta presión deforma la membrana en el sentido opuesto al anterior y el elemento de cierre (muelle tarado) tiende a cerrarse, disminuyendo el agente frigorífico a dosificar.

Existe un tipo de válvula de expansión monoblock con elemento regulador interno. Esta tiene una respuesta mas rápida.

- **El Evaporador.**



Es un intercambiador de calor construido de manera que esta formado por unos serpentines de cobre en forma de horquilla que se montan por un lateral del mismo y entre las aletas en forma de placas (con un ligero zigzag) que sirven para canalizar el aire y con ello tener una gran superficie radiante.

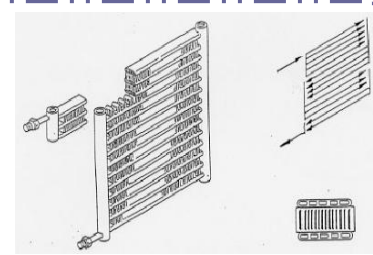


**Evaporador serpentín de tubos**

Al evaporador llega el fluido refrigerante procedente de la válvula de expansión, de manera pulverizada, a una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  y una presión de 1,5 bar. En su interior, el agente frigorífico circula absorbiendo el calor del aire que circula a través de él de manera que se produce un cambio de estado, el fluido pasa de estado líquido a estado gaseoso. Así, se consigue que el aire que pasa a través del evaporador se enfríe y entre en el habitáculo a la temperatura que se le requiere. El agente frigorífico, a una temperatura de unos  $3^{\circ}\text{C}$  y una presión de 1,5 bar, sale del evaporador debido a la aspiración del compresor que lo impulsa hacia él. En el exterior del evaporador, la humedad del aire queda condensada en él al entrar en contacto con las aletas del mismo, que se encuentran frías. De esta manera el aire que entra en el habitáculo pierde parte de su humedad además de impurezas. La manera que existe para asegurar la siempre circulación de aire a través del evaporador es colocándole una turbina que recoge el aire del exterior o del propio habitáculo (recirculación), con distintas velocidades para aumentar o disminuir su caudal.

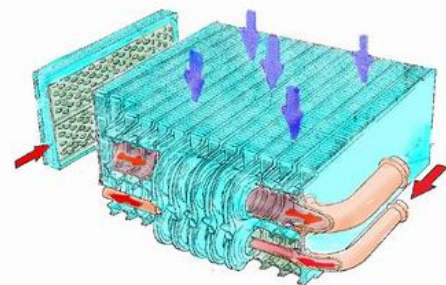
Existen, además, dos tipos de evaporadores, el de tubo plano foliculado y el de placas.

El evaporador de tubo plano foliculado es de buena efectividad y muy económico, pero resulta pesado debido a que su tubo es compactado por el grueso de sus paredes y celdillas. Aunque el rendimiento no es efectivo debido a que las celdillas centrales quedan muy escondidas del paso de aire.



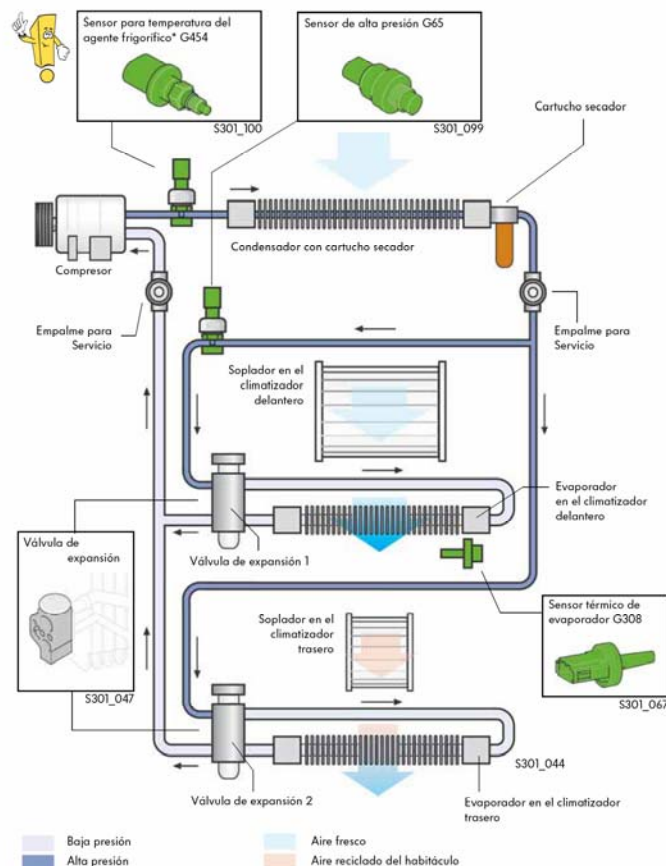
**Evaporador tubo foliculado**

El evaporador de placas o de flujo paralelo esta construido por finas placas embutidas y soldadas con los tubos de entrada y salida. Lo que une placa con placa no son tubos, son las propias placas, y llevan unas aletas rasgadas y en forma de zigzag. Es un evaporador de muy buen rendimiento y de bajo coste.



**Evaporador de Placas**

Doble evaporador. En vehículos con habitáculos de pasajeros grandes (monovolumenes, todoterrenos, etc) se utiliza el doble evaporador, incluso en sistemas de climatización multizonal.





### • Tuberías y Racores.

Las tuberías son las encargadas de llevar en su interior al agente frigorífico. Pueden ser tubos rígidos de aluminio o de goma en capas. Si son de goma, deben de ser impermeables para no permitir la fuga del fluido ni la entrada de combustibles o lubricantes, y a su vez, estar hechas de materiales que no reaccionen con él; debiendo mantener la suficiente elasticidad del tubo.



Los tubos de baja presión tienen un diámetro superior ( $1/2''$  de diámetro interior) que los tubos de alta presión ( $12/32''$  de diámetro entre el compresor-condensador;  $5/16''$  de diámetro entre condensador-válvula de expansión).

Los racores son conexiones que posee el circuito en ciertos puntos, habilitados para colocar un manómetro de presión.

### Tipos de Circuitos

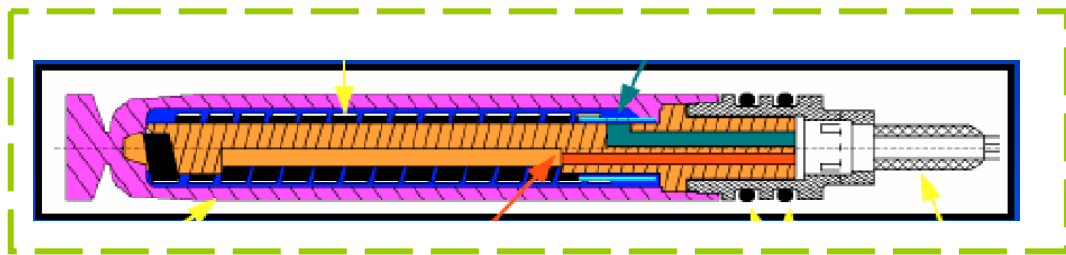
Existen dos tipos de circuitos de aire acondicionado. Por una lado se encuentra el *Circuito Europeo o Cíclico*, que es el que hemos estado describiendo hasta ahora. El otro tipo es el *Circuito Americano o Anegado*. Se diferencian en que la disposición de los componentes en el circuito *americano* es diferente a la del *cíclico*, además de ser algunos diferentes; posee un mejor rendimiento frente al  *europeo*, aunque a costa de un mayor coste y peso; y ofrece mayor garantía de que solo llegue fluido refrigerante en estado gaseoso al compresor.

Los componentes que varían en el circuito americano respecto al europeo son:

*La válvula de orificio fijo o OT*, que va en el lugar de la válvula de expansión del sistema europeo. Se caracteriza por poseer un orificio calibrado que permite un paso fijo de fluido refrigerante. Le filtra gracias a que posee una fina malla.

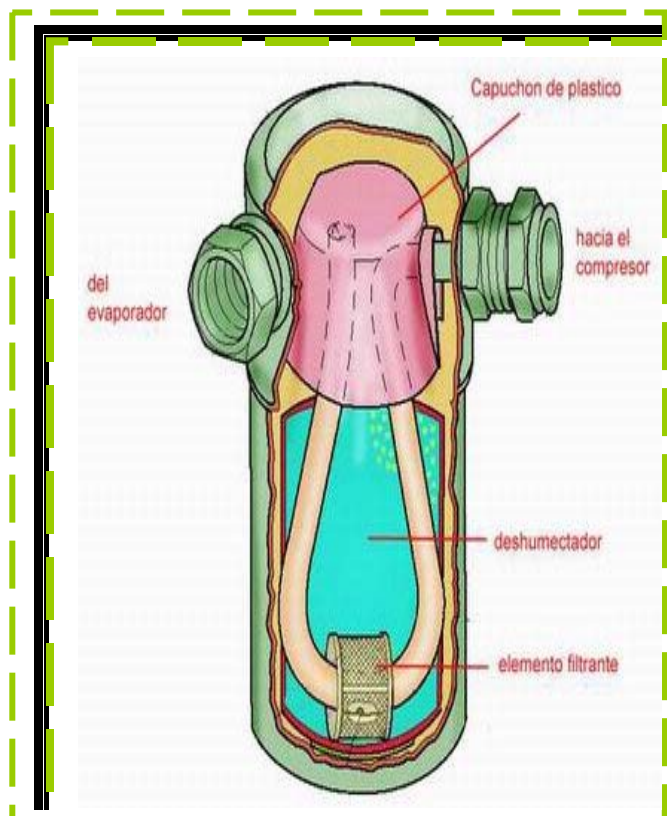
El paso del orificio viene dado por el color del cuerpo de la válvula (blanco, naranja, rojo, negro). La existencia de esta válvula implica colocar un depósito colector en el circuito de baja.

*Válvula de orificio variable:* La válvula de orificio variable tiene la misma misión que la de orificio fijo, sin embargo, esta consta de una regulación térmica mediante un serpentín metálico.



Estas dos válvulas no garantizan que el fluido frigorífico esté en estado gaseoso.

El depósito colector, que se encuentra en el circuito de baja, entre el evaporador y el compresor, se encarga de absorber la humedad del fluido mediante un gel de sílice que incorpora, y de asegurarse que al compresor solo llegue fluido en estado líquido. Esto lo consigue debido a que el compresor absorbe el gas por la parte de arriba del depósito, mientras que el posible fluido en estado líquido que llegara a ese punto cae a su fondo por el efecto de la gravedad. Si es necesario, el compresor puede



extraer aceite del depósito mediante un tamiz filtrador que retiene las impurezas que pudieran causar daños al compresor. Es recomendable cambiarlo cada vez que se realice un llenado del circuito.

*Aire acondicionado y climatización:* Partimos de la base que aire acondicionado es todo aquel que funciona totalmente independiente a la calefacción del vehículo. En la actualidad en los vehículos llamados de turismo todos utilizan sistemas climatizados.

La climatización evolucionó desde climatización con control analógico manual hasta climatización con control analógico automático, control digital, bizonal, multizonal, etc.

*Control del circuito de aire acondicionado hasta el climatizador multizonal.* Los primeros sistemas controlan la temperatura del habitáculo, a través de un termostato y evitan que se produzca escarcha en el evaporador al bajar la temperatura de 0°C. Actualmente el control de la temperatura se consigue variando las trampillas de mezcla y la escarcha se evita con interruptores térmicos de temperatura exterior.

*Termostato en evaporador*



El control de las presiones en el circuito se hacía con presostátos en el circuito de baja y en circuito de alta, posteriormente se pasaría a un presostato en circuito de alta llamado trinary que hacía tres funciones, controlar presión baja, presión alta, y velocidades de motoventilador en condensador. Estos termostatos multifunción se convierten en sensores (trasductores) de presión normalmente piezoeléctricos

*Trinary*

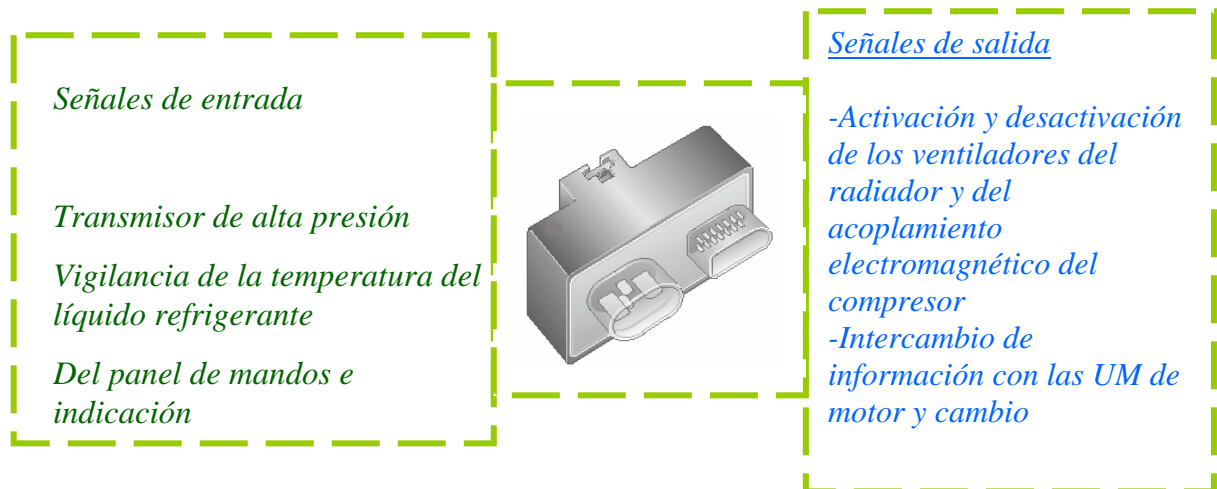


colocados en el

circuito de fluido que informan a una unidad de control electrónica de todo el abanico de presiones que pueda haber en el circuito.



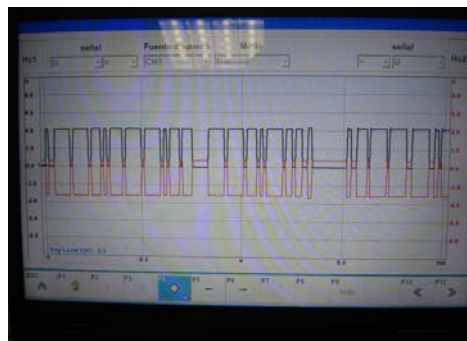
La evolución en el gobierno de los motoventiladores del condensador pasa por



controlar tanto el o los de refrigeración del vehículo, como los de soplado del condensador por centralitas de refrigeración, hasta ser gobernados conjuntamente tanto por la unidad de control del motor así como la del climatizador, ya sea por sistemas *multiplexados* o por sensores independientes en cada circuito.

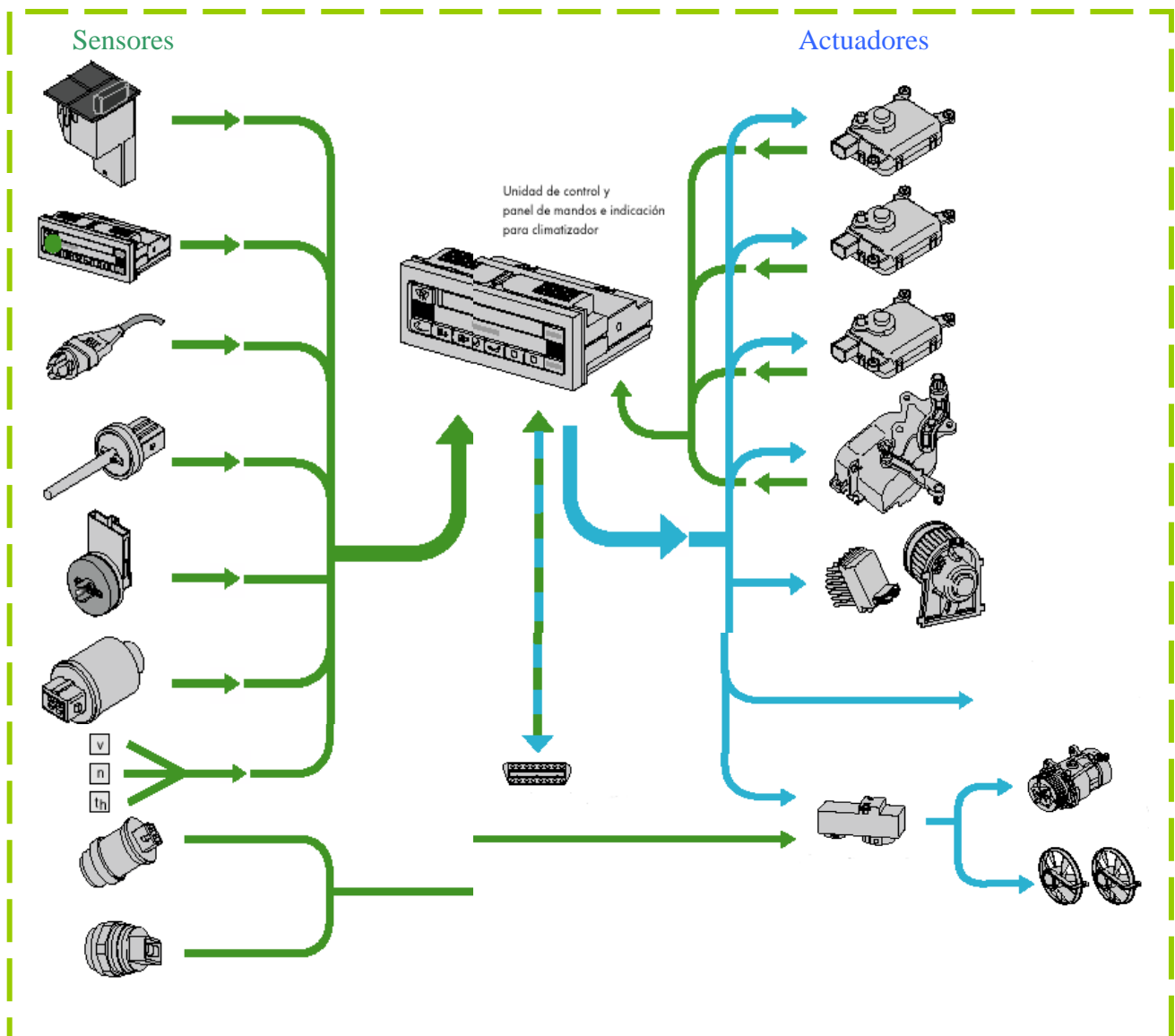
Antes de la introducción de los sistemas digitales las unidades eran independientes, cada unidad recibía información de sus propios sensores y accionaba sus actuadores. Esta solución se hizo cada vez más problemática, puesto que los sensores se duplicaban a pesar de que varios sistemas necesitaban la misma información. La solución a este problema era hacer que las unidades se comunicaran entre sí a tiempo real, compartiendo así la información de los sensores para una mayor simplificación de los sistemas del vehículo.

Este tipo de sistema se denomina CAN-BUS y consiste en una serie de unidades conectadas entre sí mediante los buses, que son las líneas de interconexión entre las unidades de control, por las cuales circulan una serie de datos llamadas *tramas*.

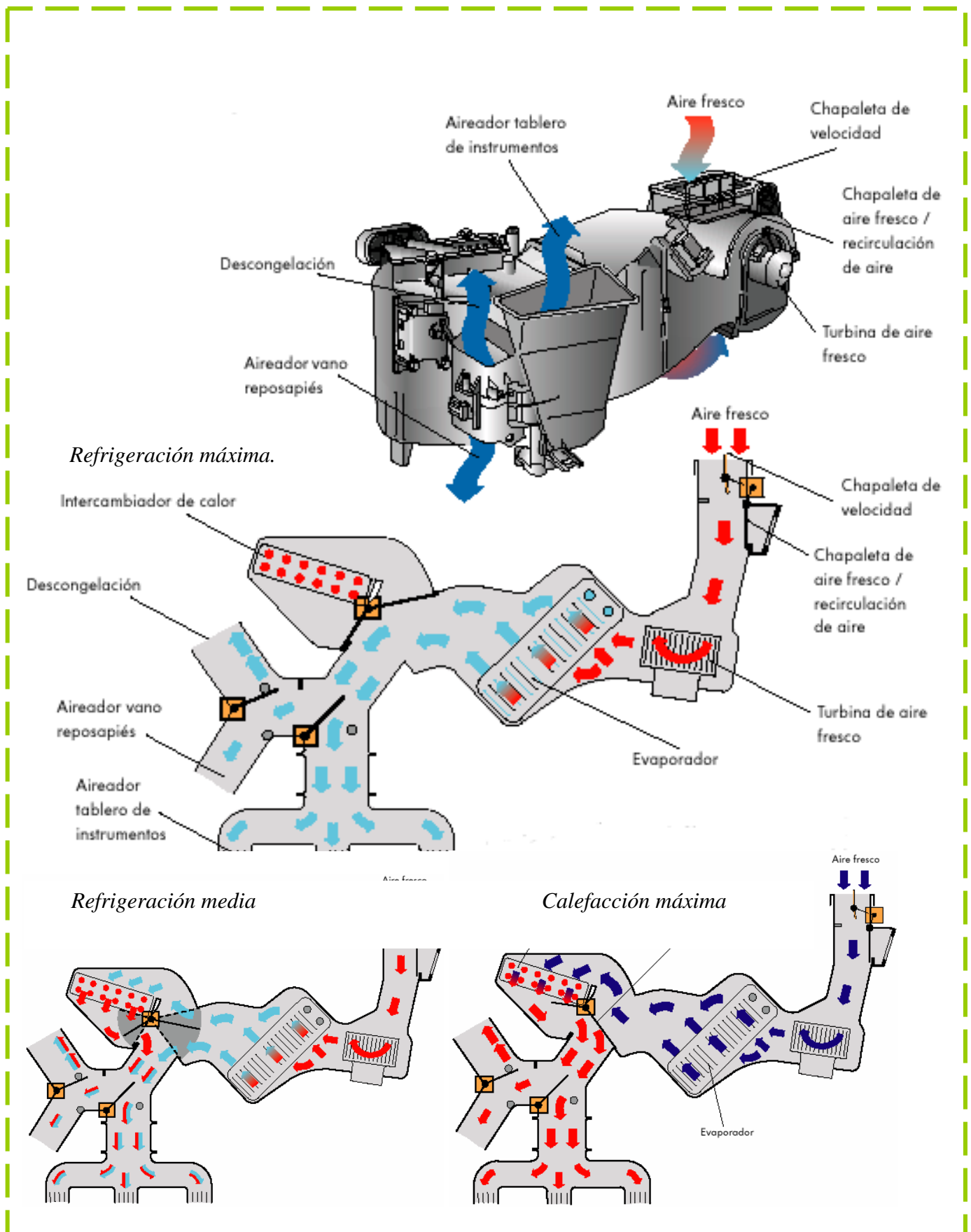


Se emplean distintos tipos de CAN (de alta y de baja velocidad) que emplean distintas velocidades de transmisión. La línea CAN de alta velocidad transmite la información a una velocidad de 500 Kb/s y la de baja a 125 Kb/s. En climatización se utilizan líneas CAN de baja velocidad. Una peculiaridad de la línea de baja velocidad es el modo de reposo, el cual se activa después de que pasen 30 segundos sin actividad en el bus para minimizar el consumo de batería.

*Climatización automática.* La climatización automática es posible gracias a una unidad de control, que gobierna unos actuadores la cual esta informada por una serie de sensores.



Distribución de los aireadores en un sistema climatizado.



## Sensores:

-*Sonda de temperatura exterior:* Mide la temperatura en el exterior de vehículo.

-*Sonda térmica del indicador de temperatura exterior:* registra la temperatura del aire exterior. (siempre irá protegida de la incidencia directa del aire)

-*Sonda térmica del evaporador:* registra la temperatura de la corriente de aire que sale del evaporador.

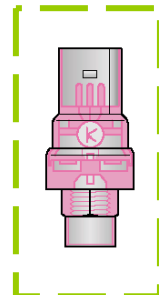
-*Sonda térmica de difusores:* registra la temperatura de aire que sale de su correspondiente compuerta.

-*Sonda térmica del líquido refrigerante:* registra la temperatura del líquido refrigerante del motor.

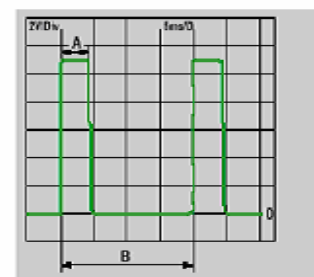
-*Sonda de temperatura del habitáculo:* registra la temperatura del aire del habitáculo del vehículo. (normalmente va unida a un pequeño ventilador para una mejor y mas rápida respuesta).

-*Sonda térmica vano reposapiés:* mide la temperatura existente en la zona de los pies, para lograr la diferencia de 4 a 8 grados entre la cabeza y los pies y así conseguir un buen confort térmico.

*presostato trinary:* registra la presión del agente frigorífico en el circuito de alta del aire acondicionado. Conecta o desconecta el embrague del compresor, dependiendo de la presión existente en el circuito, controlando tanto un exceso de presión así como un da deficiencia, también es la responsable de conectar la segunda velocidad de los



electroventiladores cuando la presión supera los 17 bares y de desconectarla cuando baja de 14 bares. Con la sustitución de la válvula trinary por el *transmisor de presión* del agente frigorífico la información de presión a la unidad de mando es constante y en todo el rango siendo esta la encargada de controlar los electroventiladores del condensador así como el electroembrague o la electroválvula del compresor en los sistemas mas recientes.



-*Sensor de calidad de aire:* registra la concentración de los gases nocivos como monóxido de carbono y óxido de nitrógeno en la corriente de aire.

*-Sensor de radiación solar:* registra la intensidad de radiación solar que incide sobre el vehículo. También puede ser doble, en cuyo caso, registraría el ángulo de incidencia de la misma.

*-Sensor de presencia de humedad en habitáculo:* evita con temperaturas exteriores muy frías el empañado de la zona alta del parabrisas.

*-Sensor para la temperatura del agente frigorífico:* combinado con el sensor de presión sirve para proteger el compresor de una pérdida lenta de fluido (el captador de presión no tiene precisión para detectar una pequeña fuga).

### *Actuadores:*

*-Servomotor para chapaleta de mezcla con potenciómetro:* se encarga de mover la chapaleta que regula el paso de aire frío o caliente al habitáculo.

*-Servomotor para chapaleta del vano reposapiés y descongelación con potenciómetro:* dirige el aire hacia la luna delantera o a la zona donde llevamos los pies. El potenciómetro le indica a la unidad la posición de las chapaletas.

*-Servomotor para chapaleta central con potenciómetro:* sirve para mover la chapaleta que dirige el aire a los aireadores centrales.

*-Servomotor para chapaleta de recirculación de aire:* este servomotor mueve la chapaleta que nos permite poner a recircular el aire que tenemos en el habitáculo del vehículo.

*-Regulador para la velocidad de los electroventiladores interiores:* regula la velocidad de los electroventiladores a través de un circuito electrónico.

*-Electroventilador interior:* se encargan de producir el flujo de aire en el interior de la cabina para realizar el proceso de climatización.

*- Válvula de Compresor:* comunica alta, baja o cárter en el compresor.

*-Electroventiladores exteriores:* su función es enfriar el líquido a través de los aletines del condensador.

*Sistemas climatizados bizonales:* estos sistemas utilizan normalmente el doble de sensores y actuadores que los anteriores ya que así controlan las dos zonas.



*Sistemas climatizados multizonales:* estos sistemas igual a los anteriores aumentan en sensores y actuadores además de utilizar normalmente dos evaporadores.

