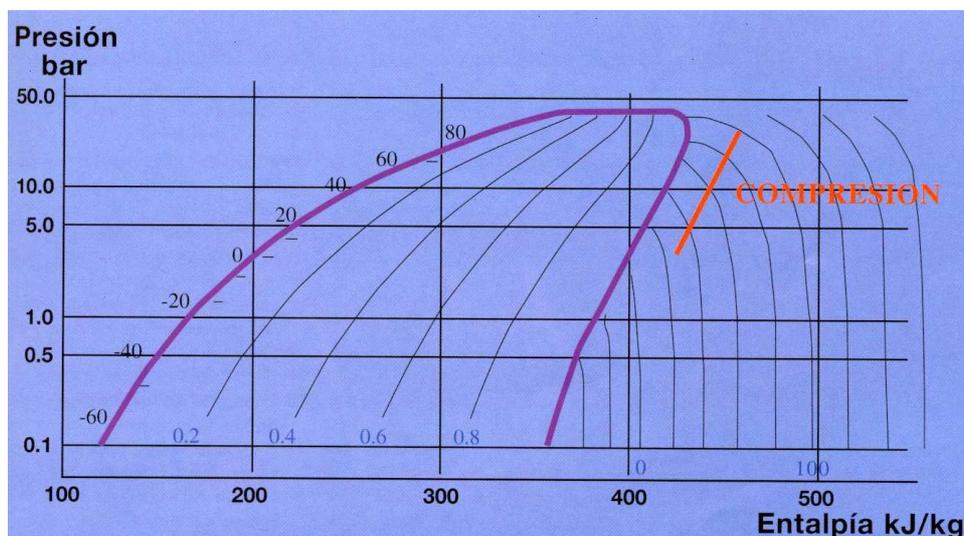
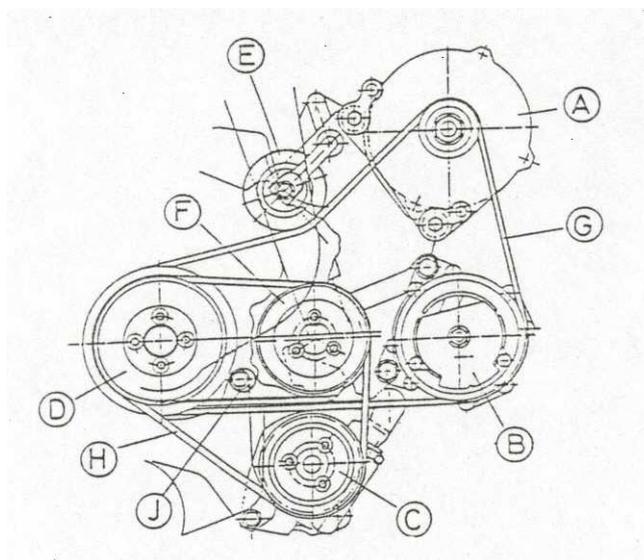


El compresor es una máquina que transforma la energía mecánica suministrada por el motor del vehículo, de forma que aspira el fluido refrigerante, procedente del evaporador y bajo la forma de vapor a baja presión y temperatura, para después impulsarlo hacia el condensador, en forma de vapor a alta presión y temperatura. El fluido sufre pues un incremento de presión y temperatura en el compresor.

Si se representa el proceso de compresión del fluido en un diagrama de Mollier (presión-entalpía), se puede observar como no solo aumenta su presión y su temperatura, sino también su entalpía. En realidad, es la aportación externa de entalpía la que provoca que aumente su presión y temperatura. Y esa entalpía es generada en forma de energía mecánica por la correa del alternador, que arrastra la polea del compresor.



El compresor se encuentra fijado directamente sobre el bloque motor, y es accionado normalmente por la correa que mueve la bomba de líquido de refrigeración y el alternador. Es fundamental que el montaje se haga de forma correcta ya que si se rompiera el soporte, debido a la situación del compresor, las consecuencias podrían ser muy graves.



Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 1 de 12

Para la climatización del automóvil se utilizan compresores de tipo volumétrico, como el que se puede ver en la figura siguiente:



La característica principal de un compresor es su cilindrada.

***Tipos de compresores:***

Los compresores se subdividen en base al modo en el que comprimen el gas refrigerante, distinguiéndose dos tipos principales, los compresores volumétricos y los turbocompresores (axiales y centrífugos).

Como se ha indicado anteriormente, en climatización del automóvil se utilizan los compresores volumétricos, que se clasifican en:

- **Alternativos:**
  - De pistones con sistema biela-manivela
  - De pistones tipo revólver
- **Rotativos:**
  - De paletas
- **Pseudo Rotativos:**
  - De espirales (skroll)

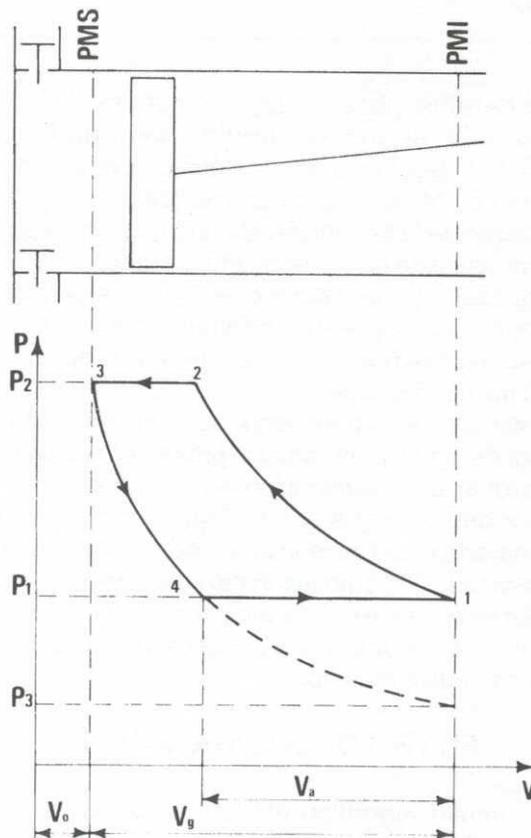
Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 2 de 12

**Funcionamiento de cada tipo de compresor:**

• **Compresores alternativos:**

El funcionamiento del compresor alternativo se subdivide en cuatro fases: aspiración, compresión, impulsión y expansión.

En la primera fase la válvula de aspiración está abierta, por lo que el fluido frigorífico gaseoso entra en el compresor a presión constante, siendo  $V_a$  el volumen aspirado, como se puede ver en la gráfica.



En la compresión, la válvula de aspiración y descarga están cerradas y el gas se comprime desde la presión de aspiración  $P_1$  a la de impulsión  $P_2$ , que será lógicamente mayor. La presión de impulsión corresponde con la presión medida en el condensador. Cuando se alcance este valor, la válvula de descarga se abre y se produce la expulsión del gas a presión constante.

Al punto de inicio de la carrera del pistón (inicio de la compresión) se le llama “Punto Muerto Inferior” o PMI, y al de fin de carrera correspondiente a la expulsión del gas se le llama “Punto Muerto Superior” o PMS.

El volumen desplazado por el pistón durante la carrera  $V_g$  es el volumen comprendido entre el PMI y el PMS. Cuando la carrera de impulsión llega al final no se abre todavía la válvula de aspiración, porque en el interior del compresor existe fluido a la presión de descarga, mas concretamente en el espacio muerto con un volumen  $V_0$ . Se produce por lo tanto una expansión del gas hasta que alcanza la presión de aspiración.

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 3 de 12

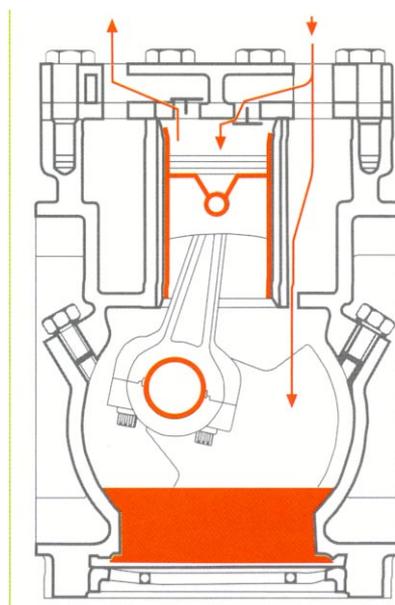
En ese punto la válvula de aspiración se puede abrir iniciándose así un nuevo ciclo. De lo explicado se deduce que el volumen aspirado  $V_a$  es ligeramente inferior al volumen generado durante una carrera,  $V_g$ .

Al cociente  $V_a/V_g$  se le denomina rendimiento volumétrico. Este rendimiento se puede representar en un diagrama en función de la temperatura de vaporización, de la velocidad angular y de la potencia del compresor.

En los compresores alternativos, la cilindrada se calcula con la siguiente expresión:  $C = D.l.n$  en donde  $D$  es el diámetro del cilindro,  $l$  la carrera del pistón y  $n$  el número de cilindros, por lo que también  $C = n.V_g$

Se detallan a continuación las particularidades de funcionamiento de cada tipo de compresor alternativo.

- Compresor alternativo de pistones con sistema biela manivela: está constituido por un cilindro con un pistón interior, su respectiva biela y manivela y las toberas de aspiración y descarga, equipadas con sus válvulas automáticas, como se puede ver en la figura siguiente:



La tubería de descarga siempre es de un diámetro menor que la de aspiración debido a que el refrigerante a alta presión necesita una menor sección de paso.

Estos compresores tienen un elevado rendimiento volumétrico, entre un 80 y un 90%, pero producen un nivel elevado de vibraciones. En este valor de rendimiento se tienen en cuenta las pérdidas de fluido producidas durante el llenado del cilindro y las posibles fugas del mismo hacia el exterior a través de los tubos.

- Compresor alternativo de pistones tipo revolver: el principio de funcionamiento de estos compresores consiste en la transformación del movimiento rotativo del eje en un

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 4 de 12

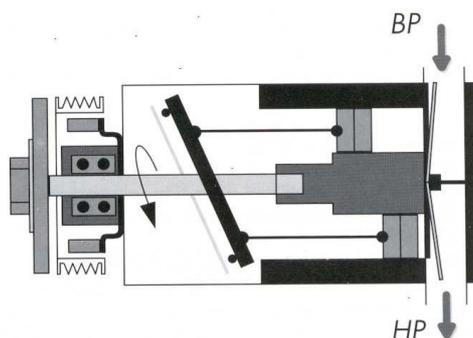
movimiento alternativo de los pistones por medio de un plato oscilante inclinado. La unión entre la varilla del pistón y el plato se efectúa mediante rótulas.

- *Compresor de cilindrada fija:* estos compresores comprimen la misma cantidad de fluido en cada rotación, ya que disponen de un cigüeñal en forma de plato que no puede modificar su ángulo en relación con el árbol del compresor.

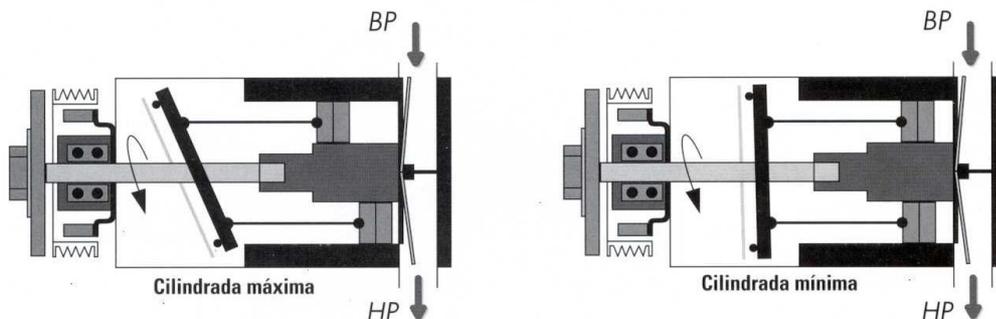
Los sistemas de climatización que emplean estos compresores conectan y desconectan la bobina del embrague, dependiendo de la temperatura del aire a la salida del evaporador, de manera que el compresor comprime o no según las necesidades del momento.

La decisión de conectar o desconectar el compresor es tomada por un sensor de temperatura que se encuentra, como se ha mencionado, en la salida del aire del evaporador. La desconexión se realiza cuando la temperatura del aire a la salida es tan baja que podría producir hielo en el evaporador.

Estos sistemas tienen el problema de la pérdida de potencia del motor que provoca la conexión brusca del compresor, con las consecuencias que ello conlleva en cuanto al confort de marcha. Además, en ocasiones la potencia consumida es mayor que la que se necesita realmente.



- *Compresor de cilindrada variable:* tienen en su interior un cigüeñal en forma de plato pero que puede variar el ángulo que forma respecto al árbol del compresor, girando alrededor de un punto. Cuanto mayor sea el ángulo, mayor será el desplazamiento de los pistones y por lo tanto mayor será la cilindrada del compresor.



Estos compresores, que aparecieron en el año 1987 no necesitan el empleo de un sensor de temperatura a la salida del aire del evaporador, ya que se regulan por sí mismos.

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 5 de 12

Así pues el ángulo de inclinación depende de la presión en el cárter. Por medio de un orificio calibrado existe constantemente una inyección de parte del gas comprimido hacia el cárter. Además, una válvula de control pone en equilibrio las presiones de aspiración, de salida y del cárter, permitiendo la reinyección hacia la aspiración de la cantidad sobrante de fluido refrigerante en el cárter, de manera que el caudal coincida con las necesidades de refrigeración.

La variación de la cilindrada se lleva a cabo mediante la válvula de control. Al aumentar la carga térmica en el evaporador (aumenta la temperatura del habitáculo), la presión de evaporación aumenta ya que aumenta la temperatura. Esta presión aumenta por encima del punto de regulación de la válvula (2 bar efectivos). En esta situación se produce un paso de gas entre la cámara de aspiración y el cuerpo del compresor, no hay presión diferencial entre estas cámaras y los pistones tienen una carrera máxima.

Al aumentar la cilindrada, el flujo de refrigerante en circulación aumenta, con lo que el frío generado es mayor, la temperatura en el evaporador bajará junto con la del habitáculo y la presión de succión disminuye hasta estar por debajo del valor de regulación de la válvula. Esta válvula abre un paso entre la cámara de descarga y el cuerpo del compresor, por lo que se eleva la presión en el cuerpo. Simultáneamente, la válvula de control reduce el paso entre la cámara de aspiración y el cuerpo del compresor. La regulación del diferencial de presión produce una fuerza que actúa sobre cada una de las bases de los pistones. Como resultado se obtiene un par de giro que por medio del plato oscilante hace variar el ángulo de la leva giratoria. El plato del cigüeñal por lo tanto se desplazará hacia el otro lado, disminuyendo la cilindrada. En la práctica, el plato se sitúa en una posición intermedia que varía muy despacio, permitiendo cumplir en todo momento las necesidades térmicas del sistema.

Las ventajas de los compresores de cilindrada variable son:

- Reducción del consumo de combustible del vehículo, ya que el compresor solo consume la potencia estrictamente necesaria
- Evolución lineal de la temperatura del habitáculo
- Eliminación de los golpes bruscos de puesta en marcha del compresor
- Mejor deshumidificación del aire
- Temperatura del aire de los difusores constante
- Mayor confort de marcha
- Compresor con una duración de vida superior
- Supresión de la sonda de temperatura del evaporador
- Mayor duración del resto de los accesorios del compresor, como embrague electromagnético, de la correa y de los rodamientos

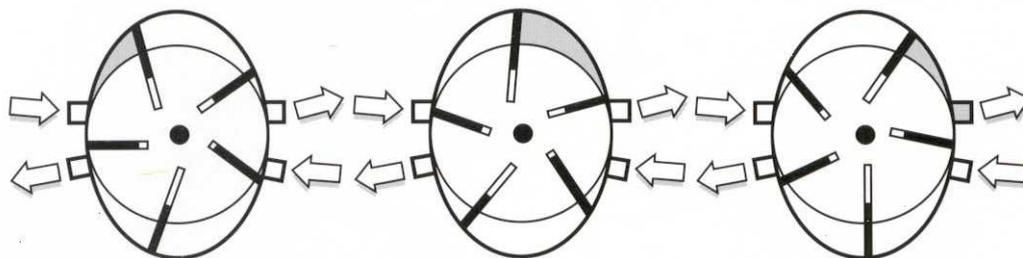
Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 6 de 12

• **Compresores rotativos:**

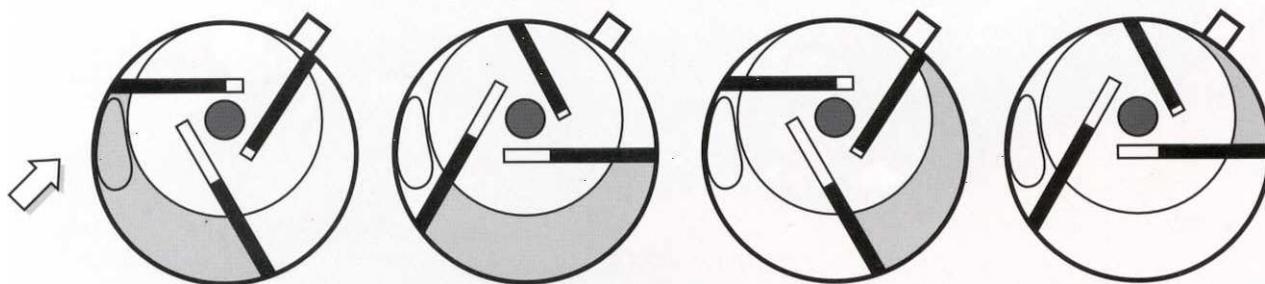
El principio de funcionamiento de un compresor de paletas se basa en la rotación de un rotor y la disminución progresiva del espacio ocupado por el fluido atrapado entre las paletas. La estanqueidad se asegura por el contacto entre las paletas y el estátor, producida por la fuerza centrífuga aplicada a las paletas al girar el rotor a gran velocidad.

Existen dos tipos de compresores rotativos:

- Rotor centrado y estátor de sección ovalada:



- Rotor excéntrico y estátor de sección circular:



En el núcleo se disponen una serie de ranuras en oposición, en las que introducen las paletas. La excentricidad del núcleo al girar hace que en función de las respectivas posiciones unas paletas están introducidas en las ranuras mientras que otras salen al exterior siguiendo tangencialmente el perfil del cuerpo cilíndrico.

En estos compresores el rendimiento volumétrico es del orden de 75 al 90 %, debido a las pérdidas por los juegos existentes entre las paletas y el cuerpo cilíndrico.

• **Compresores pseudo rotativos:**

Empleados fundamentalmente en vehículos de propulsión eléctrica y en instalaciones industriales. Su funcionamiento se basa fundamentalmente en la rotación de una espiral móvil respecto de otra espiral fija.

La selección de un compresor para una instalación frigorífica se realiza en base a su capacidad, de modo que pueda mantener un flujo de refrigerante tal que permita el intercambio completo del calor a través del evaporador y del condensador. Otras consideraciones a tener en cuenta son las dimensiones y el peso, ya que a veces los espacios limitados disponibles para su montaje limitan también su selección.

Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 7 de 12

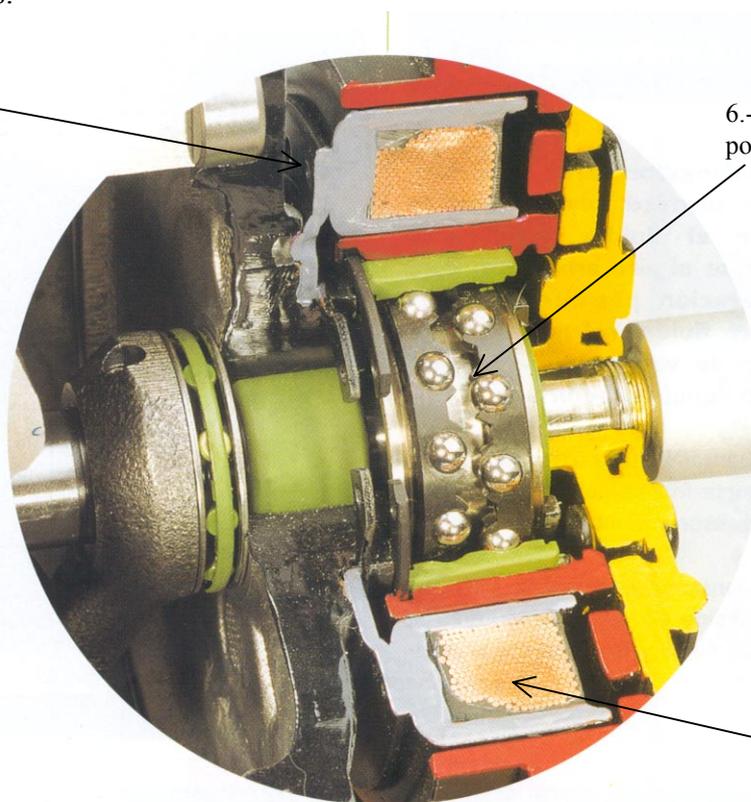
***Funcionamiento del embrague electromagnético:***

En los compresores que se emplean en los equipos de climatización se utiliza un dispositivo especial, llamado embrague electromagnético, que permite mantener solidario el compresor con el motor. Es el elemento que posibilita la interrupción de la conexión entre el motor del vehículo y el compresor. Esta interrupción puede realizarse a voluntad del conductor o bien de forma automática cuando se ha alcanzado la temperatura adecuada.

De este modo, el embrague transmite el movimiento, generalmente mediante una correa, desde la polea motriz del motor del vehículo al compresor.

Como se puede ver en la siguiente figura, el embrague electromagnético se compone de los elementos siguientes:

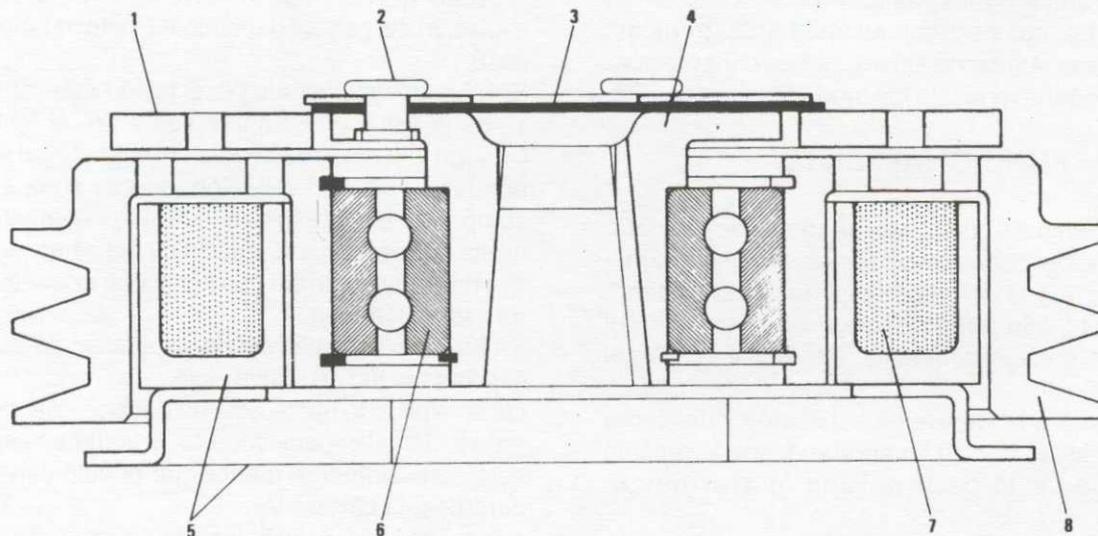
1.- Disco del embrague electromagnético



6.- Rodamiento de la polea

7. Bobina del electroimán

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 8 de 12



**Fig 2.8.- Sección de embrague electromagnético.**

1. Plato de embrague electromagnético.  
 2. Remache fijación de ballesta.  
 3. Ballesta de fijación del disco al cuerpo.

4. Cuerpo cónico de fijación del plato al cigüeñal.  
 5. Placas soporte electroimán.  
 6. Rodamiento polea.  
 7. Bobina electroimán.  
 8. Polea 2 canales.

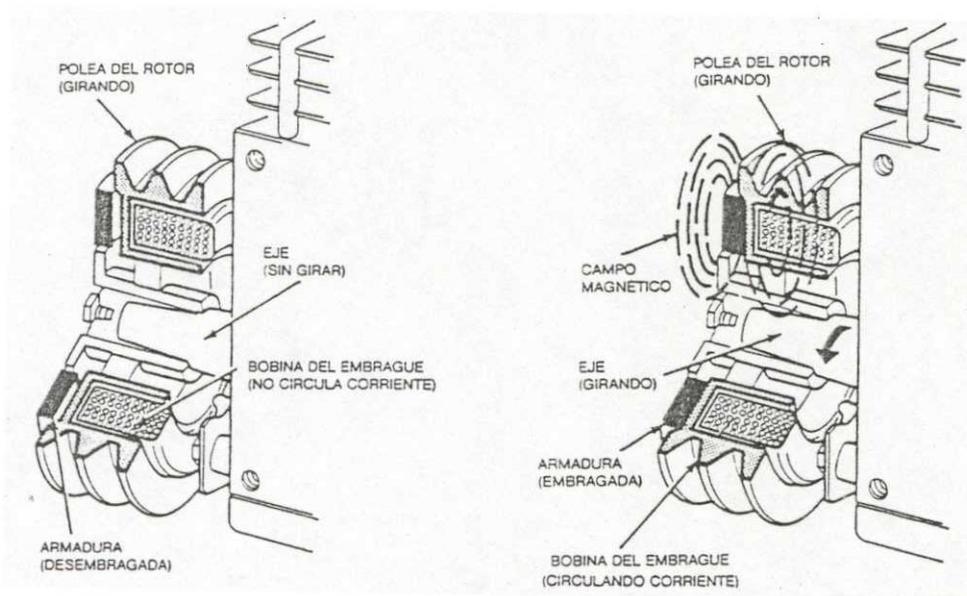
- Un cuerpo(5) con una bobina electromagnética(7), que desempeña la función de electroimán. Este cuerpo está fijado al compresor mediante tornillos.
- Un cubo(4) sujeto al eje del compresor mediante una chaveta
- Un cojinete de doble rodamiento de bolas(6), montado sobre el cubo
- Una polea(8), montada sobre el cojinete
- Un disco(1), sujeto mediante tres láminas o muelles al cubo
- Tres láminas(3) que unen el cubo y el disco y que sirven para mantener a distancia a este último de la polea durante la desconexión y para reducir la sollicitación dinámica en el momento de la conexión

Cuando el equipo no está en funcionamiento la polea gira loca sobre el cojinete ya que se mantiene siempre en rotación accionada por la correa que le une con la polea sujeta al eje del motor. Mientras tanto, el compresor permanece en reposo. En el momento de conectarse el equipo se crea un campo magnético debido a la circulación de la corriente eléctrica por la bobina. La fuerza generada por ésta atrae el disco hacia la polea, venciendo la fuerza de las láminas elásticas, haciendo que el movimiento de ésta se transmita al compresor.

Cuando se han alcanzado en el interior del vehículo las condiciones climáticas requeridas, el termostato que regula la temperatura interior desconecta el compresor.

El funcionamiento se puede apreciar claramente en la figura siguiente:

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 9 de 12



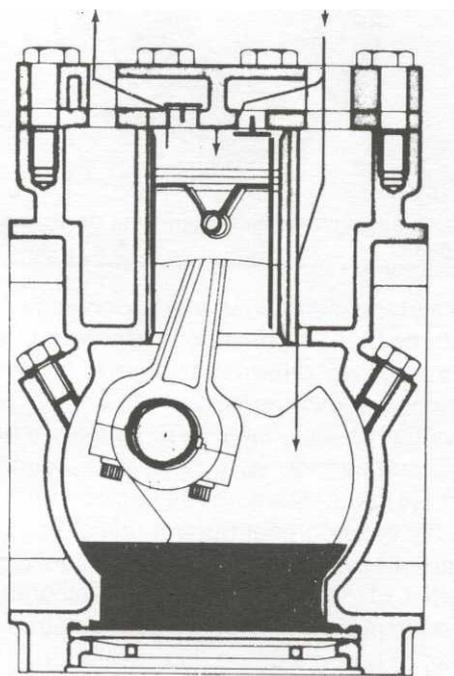
El embrague electromagnético se encuentra unido mediante un relé a los sistemas de control del circuito. Esto permite la desconexión en caso de riesgo de avería (hielo en el evaporador, exceso de presión en el circuito, etc...)

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 10 de 12

**La lubricación de los compresores:**

La lubricación del compresor se realiza en parte a presión (debido a la presión de aspiración que está presente en el interior del compresor) y en parte por barboteo.

En el caso concreto de los compresores alternativos de pistones con sistema biela manivela, el cigüeñal del compresor al girar provoca el barboteo del aceite que lubrica los dos cojinetes, anterior y posterior, que tienen la función de soportar al mismo cigüeñal. A continuación se puede ver un ejemplo de circuito de lubricación.



Según el tipo de compresor y su posición de montaje sobre el motor del vehículo, el nivel de aceite contenido en el mismo varía. Generalmente, en los compresores montados en posición vertical, el aceite baña la mitad del pie de biela cuando el pistón correspondiente se encuentra en el PMI.

Cuando el cigüeñal del compresor gira, los pistones alcanzan alternativamente el PMI. En esta posición, el aceite existente en la base del compresor y sometido a la presión de aspiración se introduce en el orificio situado en el resalte de la cabeza de la biela.

El aceite sube por la canalización situada en el centro de la parte interna de la cabeza de la biela y se difunde por las cavidades delimitadas por los chaflanes de la extremidad de la unión del casquillo y la cabeza de la biela y además lubrica la muñequilla de la misma.

El aceite pasa después a través de un orificio realizado a lo largo de la biela hasta alcanzar el bulón del pistón. Este bulón está agujereado internamente y cuando el pistón sube hacia el PMS el aceite se escurre hacia los lados y lubrica las paredes del cilindro y el pistón.

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 11 de 12

Una parte del aceite vuelve al cárter, mientras que otra pasa a través del aro del pistón y por efecto de la compresión se nebuliza junto con el refrigerante y alcanza la cabeza del compresor a través de la válvula de descarga.

El refrigerante gaseoso impregnado de aceite y a alta presión pasa por las canalizaciones del circuito de climatización.

La presencia de aceite en el circuito, mezclado con el fluido facilita el funcionamiento de las válvulas existentes en el circuito, asegurando así su lubricación. El aceite y el refrigerante a baja presión retornan al compresor a través de la válvula de aspiración, depositándose en una cámara lateral al lado del cilindro, cámara derecha de la sección transversal, donde la mayor parte del aceite se separa del refrigerante y a través de un orificio situado en el fondo de la cámara vuelve al cárter del compresor.

El refrigerante con un porcentaje de aceite mínimo (casi inexistente) atraviesa una serie de orificios situados en la cabeza del compresor para ser aspirado por los pistones a través de los agujeros de las válvulas de aspiración.

Queda claro que para instalaciones de climatización se debe usar un lubricante que sea incongelable. Además hay que recordar que el aceite en el interior del compresor se encuentra mezclado con el refrigerante en el circuito cerrado y con una temperatura externa entre 20 y 25 °C, siendo la presión en el circuito de 5 o 6 bar, por lo que cuando sea necesario controlar el nivel de aceite en el compresor (montado en el vehículo), no deben quitarse los tapones sin antes haber vaciado el circuito, para evitar la salida a presión del aceite y del refrigerante.

En todos los compresores se indican tres niveles del aceite:

- Nivel de aceite para compresor nuevo
- Nivel máximo de funcionamiento
- Nivel mínimo de funcionamiento

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.05	El compresor	
Versión	1	Fecha de creación 04/02/00 8:52	Página 12 de 12