



# SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EN LOS VEHÍCULOS ACTUALES

**INSTITUTO:** I.E.S FRANCISCO DE GOYA.

**NOMBRE DE USUARIO:** 315 CARAVACA.

**PERFIL:** ELECTROMECÁNICA DE VEHÍCULOS.

**LETRA DEL EQUIPO:** A

**TRABAJO REALIZADO:** SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR EN LOS VEHÍCULOS ACTUALES.

**ALUMNO 1º:** FRANCISCO JAVIER VALERO GARCÍA

**ALUMNO 2º:** DANIEL SOLANA AMPOY

**NOMBRE DEL PROFESOR:** JOSE ANTONIO PÉREZ GALERA

# **INDICE:**

- 1.- *NECESIDAD DE LA REFRIGERACIÓN.*
2. -*OBJETIVOS DE LA REFRIGERACIÓN.*
3. -*INTERCAMBIOS Y TRANSMISIÓN DE CALOR.*
4. -*SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.*
- 5 .-*RADIADOR.*
- 6.- *BOMBA DE LÍQUIDO REFRIGERANTE.*
7. -*MANGUITOS.*
8. -*DILATACIÓN DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE.*
9. -*CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN ABIERTO A PRESIÓN ATMOSFERICA*
10. -*CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN CERRADO CON VÁLVULAS EN EL TAPÓN DE LA BOTELLA DE EXPANSIÓN.*
11. -*CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN CERRADO Y PRESURIZADO.*
12. -*EL LÍQUIDO REFRIGERANTE.*
- 13.- *REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DEL MOTOR.*
- 14.-*REGULACIÓN MÍNIMA DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR.*
- 15.- *SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.*
16. -*ELEMENTOS ESPECÍFICOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.*
17. -*CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN MENOR*
18. -*CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN MAYOR.*
- 19.-*FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.*

## 1.- NECESIDAD DE LA REFRIGERACIÓN.-

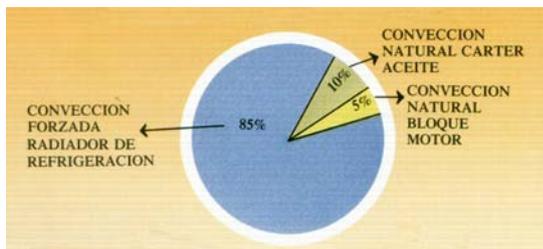
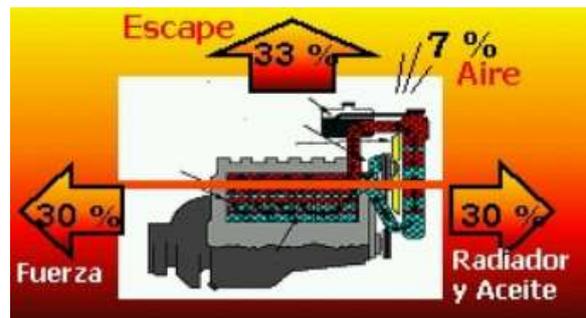
Durante el funcionamiento del motor de combustión interna, se alcanzan en el interior de la cámara de combustión temperaturas instantáneas próximas a los 2.000° C, suficientes para fundir los metales con los que están fabricadas las piezas. Estas temperaturas se reducen rápidamente durante la expansión de los gases quemados, su evacuación y la entrada al interior del cilindro de los gases frescos.

A pesar de ello, la temperatura media de funcionamiento que soportan las piezas en contacto con la combustión es tan alta, que la dilatación de los materiales es excesiva, produciendo agarrotamiento, deformación y gripado de las mismas.

El calor producido durante la combustión:

1. Se obtiene como trabajo útil.
2. Es cedido a la atmósfera por los gases quemados.
3. Es evacuado directamente por el motor al aire que lo rodea.
4. Es absorbido por las piezas del motor, en contacto directo con la misma: cámara de combustión, pistón, cilindro, válvulas etc.

Esta última parte junto con el calor generado por el rozamiento que se produce entre las piezas en movimiento del motor, absorbido por el aceite de engrase, hace que alcancen una temperatura demasiado elevada para garantizar un funcionamiento duradero del motor.



En la figura se muestra un gráfico con la distribución en porcentaje del calor evacuado del motor.

Se deduce que es necesario montar sobre el motor un sistema de refrigeración que evacue del motor esta cantidad de calor para que pueda funcionar de forma duradera.

## 2.- OBJETIVOS DE LA REFRIGERACIÓN.-

En un motor de tipo medio, el calor absorbido por las piezas está alrededor de las 500 Kcal/CV-h. Una parte de este calor debe ser evacuado a través del sistema de refrigeración para poder alcanzar los siguientes objetivos:

1. La temperatura máxima admisible en la pared del cilindro está comprendida entre 180° y 230° C. Temperaturas superiores pueden provocar la ruptura de la película de aceite, lo que produce un aumento de los desgastes, formación de depósitos carbonosos, etc.
2. La temperatura máxima admisible en el punto más caliente del pistón (punto central de su cara superior), no debe sobrepasar los 300° C. Un excesivo calentamiento debilita su resistencia mecánica y produce deformaciones permanentes. La evacuación de calor se realiza por conducción a las paredes del cilindro y de éstas al fluido refrigerante.
3. En las paredes internas de la cámara de combustión no deben alcanzarse temperaturas superiores a 300° C, con un reparto uniforme para evitar la formación de puntos calientes que pueden favorecer el autoencendido o la detonación.
4. Las válvulas de escape pueden soportar temperaturas máximas admisibles de 750° C. Temperaturas superiores reducen de manera notable la resistencia mecánica y a la corrosión de los materiales utilizados.

El sistema de refrigeración debe evacuar la cantidad de calor justa, para mantener las piezas del motor funcionando al límite de sus temperaturas máximas admisibles, ya que:

1. Una evacuación de calor excesiva produce en el motor:
  - **Pérdida de rendimiento térmico.** El calor evacuado no se transforma en energía mecánica.
  - **La gasolina no se evapora suficientemente.** Esto da lugar a mezclas deficientes que no se queman en su totalidad.
  - **Aceite de engrase excesivamente viscoso.** La bomba consume mayor cantidad de energía mecánica y plantea más problemas para formar la película de aceite lubricante.
  - **Mayor cantidad de sustancias contaminantes en el escape.**
2. Una evacuación insuficiente de calor produce en el motor:
  - Aumento del riesgo de que se produzca el agarrotamiento y gripado.
  - Menor llenado de los cilindros de gases frescos ya que éstos se dilatan excesivamente.
  - El aceite de engrase se vuelve excesivamente fluido y no soporta los esfuerzos a los que está sometido, produciéndose el contacto entre las piezas.

En conclusión, el sistema de refrigeración debe evacuar del motor una cantidad de calor suficiente pero no excesiva que le permita funcionar a la temperatura normal y la mantenga constante independientemente de las condiciones ambientales o de marcha del vehículo.

El sistema de refrigeración evacua del motor entre un 20% a un 30 % del calor total generado durante la combustión, en función de las dimensiones, tipo de motor o condiciones de utilización.

### **3.- INTERCAMBIO Y TRANSMISIÓN DE CALOR.-**

La transmisión de calor es el intercambio de energía térmica entre dos cuerpos o dentro de uno mismo, cuando entre ellos existe una diferencia de temperatura, de forma que, el de mayor temperatura cede calor al de menor, hasta que se alcance el equilibrio térmico cuando éstas se igualan.

Los cuerpos pueden encontrarse en cualquiera de los tres estados: sólido, líquido o gaseoso, y el intercambio de calor será diferente en función de los mismos. El calor se transmite de tres formas diferentes como son:

- Transmisión por conducción.
- Transmisión por convección.
- Transmisión por radiación.

### **4.- SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.-**

La evacuación del calor tiene lugar por medio de un fluido líquido o gaseoso que está en contacto con las paredes metálicas que se han de refrigerar. Según esto podemos distinguir dos tipos de sistemas de refrigeración:

1. Sistema de refrigeración por aire.(utilizado en motores de baja cilindrada como ciclomotores etc)
2. Sistema de refrigeración por líquido. (Sistema actual y en el que nos vamos a centrar)

#### **4.1.- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR AIRE.-**

Los motores con este sistema de refrigeración utilizan el aire de la atmósfera que rodea las paredes del cilindro y de la cámara de combustión, para cederle directamente el calor del motor.

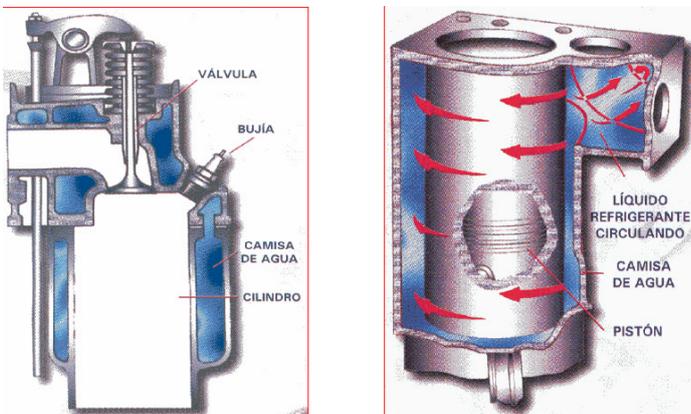
Para aumentar la cantidad de calor evacuado, los cilindros se colocan separados entre sí facilitando la circulación del aire entre ellos y se colocan en su pared externa un número de aletas realizadas en aleación ligera que mejoran la conductividad del material. Las aletas aumentan la superficie radiante en contacto con el aire que circula y su tamaño depende de la cantidad de calor a evacuar y del tipo de motor.

Son de menor tamaño en la parte baja del cilindro y van aumentando su superficie, conforme se acercan a la culata ya que esta es la zona más caliente y de la que es necesario evacuar mayor cantidad de calor.

Una vez construido el motor con sus aletas, la efectividad de la refrigeración depende de la cantidad, velocidad y temperatura del aire que entra en contacto con el mismo. Según la disposición del fabricante podemos encontrar dos sistemas de refrigeración por aire:

- Sistema de refrigeración directa.
- Sistema de refrigeración forzada.

## **4.2.- REFRIGERACIÓN POR LÍQUIDO.-**



En los motores con sistema de refrigeración por líquido, los bloques y las culatas son cerradas y disponen cámaras en su interior que se llenan con un líquido que está en contacto directo con las paredes externas de los cilindros y las cámaras de combustión.

El líquido absorbe una parte del calor acumulado en las mismas, aumentando su temperatura. Para

garantizar una refrigeración continua, el líquido se pone en circulación y sale del motor a través de una tubería que lo conduce hasta un intercambiador de calor (radiador).

En el recorrido por su interior, se enfría al cederle parte del calor absorbido. Este a su vez, lo cede al aire de la atmósfera que lo atraviesa de forma natural o forzada. El líquido sale del intercambiador y se dirige nuevamente al interior del motor.

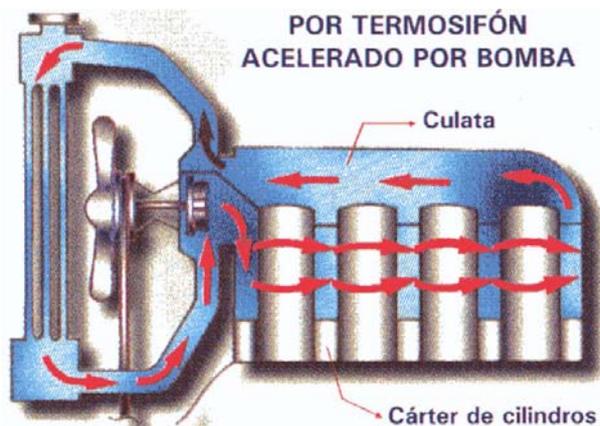
La circulación del líquido refrigerante se consigue de dos formas:

- Circulación de líquido por termosifón. (En los motores actuales no se utiliza debido a la lentitud de la circulación del líquido)
- Circulación de líquido forzada por bomba.

### **4.2.1. CIRCULACIÓN FORZADA POR BOMBA.-**

El circuito es el mismo utilizado en el sistema por termosifón, con la diferencia de que se instala sobre el motor una bomba que acelera la circulación del líquido que aspira de la parte baja del radiador y lo introduce al interior del bloque motor.

Esto tiene la ventaja de que se reduce la cantidad de líquido necesario y se mejora el rendimiento del circuito con un mayor control de la temperatura del motor que se mantiene constante en cualquier



circunstancia de funcionamiento, se reduce el tamaño y el peso de todos los elementos que forman el circuito: motor, radiador y conductos y se coloca el radiador más bajo y de menor altura para beneficiar la aerodinámica del vehículo al bajar la altura del capó.

La velocidad de circulación del líquido está en función del régimen de giro de la bomba que es accionada por el motor, obteniendo una refrigeración proporcional al mismo. A bajas revoluciones, el motor genera poco calor y la bomba gira muy lenta. Conforme aumenta el régimen del motor, genera más calor y la bomba gira más rápida aumentando la circulación y realizando una refrigeración más efectiva.

Con este sistema de refrigeración se consigue que la diferencia de temperatura del líquido entre la entrada y la salida del radiador sea de aproximadamente 10° C.

Se puede decir que el sistema utilizado actualmente es mixto ya que durante el funcionamiento del motor la circulación es forzada y cuando se para la circulación se mantiene durante un cierto tiempo por termosifón.

## **5.- RADIADOR.-**

El radiador es un intercambiador de calor líquido-aire, que tiene la misión de enfriar el líquido caliente procedente del motor mientras circula por su interior. El calor absorbido del líquido es cedido a la corriente de aire que lo atraviesa, generada por el vehículo durante la marcha o forzada por un ventilador.

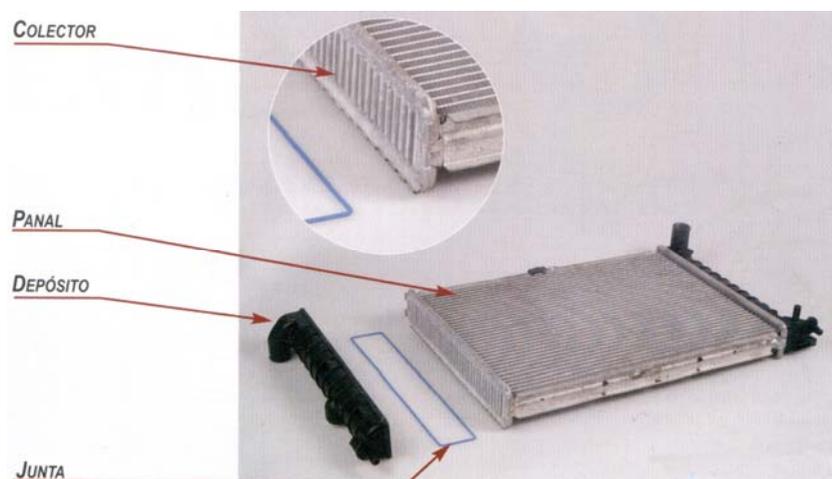
El tamaño del radiador y su capacidad de intercambio de calor, están calculados en función del caudal de líquido que va a circular por él y de la cantidad de calor que es necesario evacuar del motor, de forma que la variación de temperatura del líquido refrigerante a la entrada y la salida del mismo, sea de 8 a 10° C.



### **5.1.- CONSTITUCIÓN DEL RADIADOR.-**

Los elementos principales que constituyen un radiador son los siguientes:

- El cuerpo intercambiador de calor o panel.
- Los colectores.
- Las juntas de estanqueidad.
- Los depósitos.



### **5.1.1.- CUERPO INTERCAMBIADOR DE CALOR O PANAL.-**

Es el componente principal del radiador. La selección de un tipo de panel determinado depende siempre de las prestaciones térmicas y mecánicas que requiera el constructor del vehículo. El panel se compone básicamente de superficies primarias formadas por tubos por los que circula el líquido, que van de un extremo a otro del panel comunicando los depósitos, y de superficies secundarias como son las aletas (intercaladores).

Estas tienen la misión de aumentar la superficie radiante del radiador en contacto con el aire que corta el vehículo durante la marcha o forzada por un ventilador. Son muy finas y se fabrican en latón o bronce aunque actualmente están siendo sustituidos por el aluminio ya que presenta gran conductividad térmica con poco peso y se obtienen láminas más finas.

### **5.1.2.- COLECTORES.-**

Unen de forma estanca el conjunto de tubos del panel y permiten el montaje de los depósitos. Son piezas metálicas fabricadas por embutición en acero tratado, aluminio, latón y también en algunas ocasiones, de material plástico inyectado. Los colectores incorporan también una zona de asiento para la junta de estanqueidad en su contorno.

### **5.1.3.- JUNTAS DE ESTANQUEIDAD.-**

Permiten la unión estanca entre los colectores y los depósitos en las diferentes tecnologías aplicadas al ensamble, así como la unión de los tubos y colectores. Se fabrican en nitrilo inyectado o también en caucho sintético EPDM (Etileno-Propileno-Dieno). Este tipo de caucho no soporta el contacto con los aceites de engrase por lo que puede producir una avería en caso de fuga de aceite hacia el circuito de refrigeración.

### **5.1.4.- DEPÓSITOS.-**

Se sitúan a los lados del cuerpo fabricados actualmente en poliamida reforzada con fibra de vidrio, mediante inyección de molde, siendo unidades específicas para cada modelo de radiador, según sus formas de mayor o mejor complejidad por el diseño requerido por cada constructor. Antes se fabricaban en latón o cobre

Para asegurar la estanqueidad del conjunto, los depósitos incorporan un perfil especial para garantizar el perfecto cierre con la junta. El montaje depósito-colector-junta queda fijado mediante una compresión y posterior engrapado con el doblez de las lengüetas.

En general, los depósitos incorporan las fijaciones para el radiador, electroventilador, y a veces, los puntos de anclaje de los condensadores y refrigeradores de aire. En los depósitos se encuentran las boquillas de entrada y salida del líquido refrigerante del radiador y orificios para el acoplamiento del termocontacto de activación del electroventilador.

En la parte superior suelen llevar una boca que se utiliza para el llenado de líquido del radiador con diseño especial para el acoplamiento de un tapón de cierre estanco. Por otra boquilla de pequeño diámetro se comunica el radiador con la botella de expansión.

## **5.2.- TIPOS DE RADIADORES POR LA CIRCULACIÓN DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE.-**

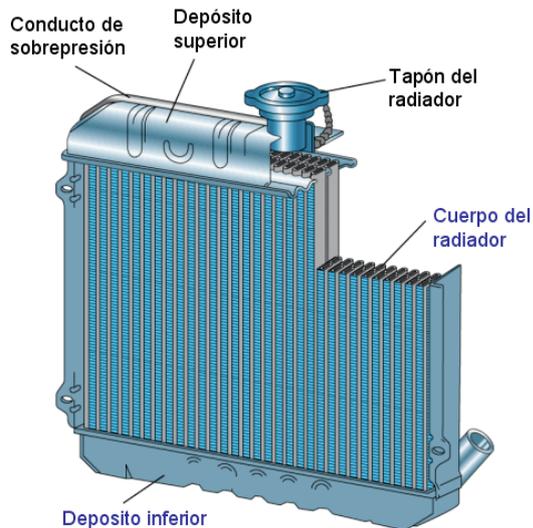
Según circule el líquido refrigerante por el radiador, éste puede ser de dos tipos:

- Radiadores de flujo vertical.
- Radiadores de flujo horizontal.

La elección de la disposición vertical (Down-Flow) o la horizontal (Cross-Flow) depende de la disposición de las tuberías de entrada y salida, impuesta generalmente por el diseño de los constructores referente a su posición bajo el capó y del tipo de tecnología más adecuado para obtener una eficacia óptima, así como una resistencia interna preconfigurada.

Entre estos dos tipos de radiadores no existen diferencias térmicas significativas siempre y cuando la circulación interna de los mismos sea correcta.

### **5.2.1- RADIADORES DE FLUJO VERTICAL.-**



Tradicionalmente, los radiadores utilizados estaban dispuestos para que el líquido refrigerante los recorriera en sentido vertical descendente. Esto era así porque se basaban en el sistema de refrigeración por termosifón, y se aprovecha para mantener la circulación del líquido cuando se para el motor caliente.

El radiador lleva un depósito en la parte superior por el que entra el líquido refrigerante y otro depósito en la parte inferior por el que sale nuevamente hacia el motor.

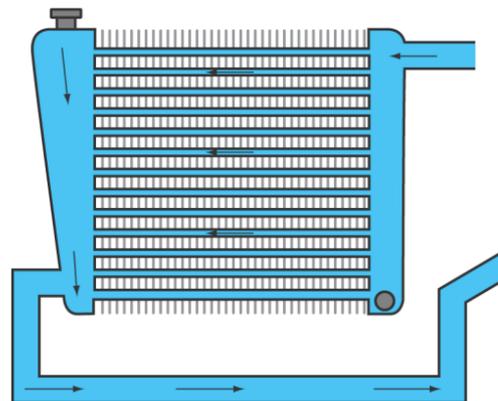
### **5.2.2.- RADIADORES DE FLUJO HORIZONTAL.-**

En la actualidad, los fabricantes para bajar la altura del vehículo por su parte delantera y adoptar líneas más aerodinámicas, adoptan mayoritariamente radiadores de flujo horizontal.

En estos radiadores los depósitos se encuentran situados a ambos lados del cuerpo (izquierda y derecha) y los tubos que forman el cuerpo están colocados en sentido horizontal, por lo que, la circulación del líquido refrigerante se realiza en esta dirección.

Podemos encontrar radiadores de recorrido simple, en los que el líquido refrigerante entra por la parte superior de un depósito, recorre el cuerpo horizontalmente y sale por la parte baja del otro depósito.

También podemos encontrar radiadores con doble recorrido, en los que el líquido refrigerante entra por la parte superior de un depósito, recorre el cuerpo horizontalmente por la mitad superior, llega hasta el otro depósito, pasando a su parte baja, y vuelve a recorrer el cuerpo horizontalmente en dirección contraria hasta llegar a la parte inferior del mismo cuerpo por el que entró, encontrándose en este depósito, los dos conductos de entrada y salida.



### **5.3.- TIPOS DE RADIADORES POR LA FORMA Y DISPOSICIÓN DE LOS TUBOS DEL CUERPO.-**

Podemos encontrar tres tipos de radiadores según la disposición de los tubos que forman el cuerpo, por los que circula el líquido refrigerante. Estos son.

- Radiador tubular.

- Radiador de panel.
- Radiador de láminas de agua.

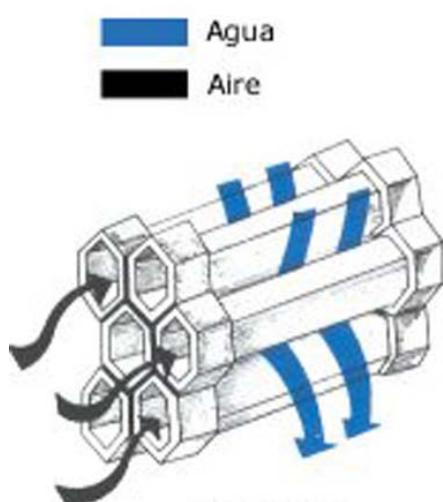
### **5.3.1.- RADIADOR TUBULAR.-**

Es el más utilizado en la actualidad, formado por numerosos tubos planos y rectos de cobre o latón unidos directamente a los dos depósitos por los que pasa el líquido refrigerante de uno a otro.

Estos tubos constituyen las superficies primarias o directas en contacto con el líquido. Los tubos están provistos de una serie de aletas horizontales soldadas a ellos (de acero o cobre), que proporcionan una mayor superficie refrigerante.

Las aletas constituyen las superficies secundarias, que favorecen la disipación del flujo térmico a evacuar, para lo cual están en contacto con la corriente de aire que pasa entre los tubos y las aletas.

En algunas ocasiones, las láminas están dobladas convenientemente par aumentar la superficie radiante y la turbulencia del aire de ventilación con lo que se aumenta el coeficiente de transmisión de calor.



### **5.3.2.- RADIADOR DE PANAL.-**

El radiador de panal está formado por una serie de tubos de sección hexagonal, unidos entre sí lateralmente. Por la forma de estos tubos, el líquido puede pasar entre ellos y el aire por el interior de cada tubo, llevándose el calor depositado.

A igualdad de superficie refrigerante, este radiador transmite mejor el calor aunque su coste de fabricación es más elevado debido al mayor número de soldaduras y a la dificultad de realización de las mismas.

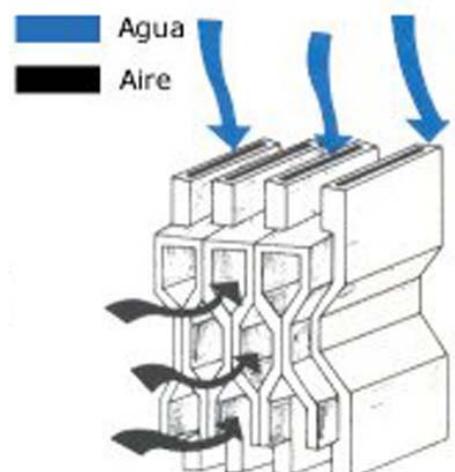
### **5.3.3.- RADIADOR DE LÁMINAS DE AGUA.-**

El radiador está formado por una serie de láminas dobladas convenientemente que forman pasos finos y largos para el líquido refrigerante. Por los huecos que dejan, pasa el aire que atraviesa el radiador.

## **5.4.- TIPOS DE RADIADORES SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN.-**

Los radiadores que se montan actualmente se construyen siguiendo tecnologías constructivas que se diferencian esencialmente en la forma de ensamblaje del panal del radiador. Desde el punto de vista de la eficacia térmica, los tipos constructivos de radiadores son:

- Radiadores de aluminio por ensamble mecánico.
- Radiadores de aluminio por ensamble soldado.
- Radiadores de cobre por ensamble soldado.



## **5.5.- CONDICIONES DE TRABAJO DE LOS RADIADORES.-**

Desde su instalación, el radiador está sometido a duras condiciones de trabajo que se reproducen en laboratorio en condiciones reales para poder determinar la incidencia que tienen sobre su comportamiento.

Estas condiciones de trabajo son:

- Presión estática.
- Presión ciclada o pulsante.
- Temperatura.
- Vibraciones y choques.
- Agentes atmosféricos.
- Corrosión, erosión e incrustaciones calcáreas.

## **5.6.- SITUACIÓN DEL RADIADOR.-**

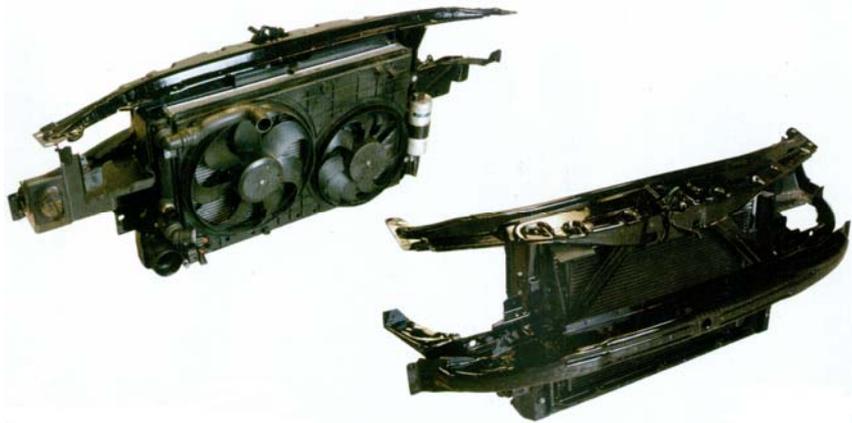
El radiador se coloca cerca del motor, en la parte delantera de la carrocería del vehículo para recibir directamente la corriente de aire necesaria para producir el enfriamiento del líquido.

Se coloca entre la traviesa inferior y la superior, apoyado en soportes de goma elásticos para que no se le transmitan las vibraciones o los movimientos de la carrocería que puedan deformarlo.

Por delante del radiador se encuentra una rejilla llamada calandra que tiene la misión de evitar que entren al radiador objetos, insectos o cualquier cosa que pueda quedar adherida al mismo y entorpecer el paso de aire. Al mismo tiempo esta rejilla se diseña para colaborar en la estética del vehículo.

Por la posición de montaje, en los sistemas de refrigeración actuales, los radiadores pueden actuar como soporte de otros elementos del circuito de refrigeración o climatización como electroventiladores, condensador, filtro deshidratante, refrigerador de aire, etc., por lo que su diseño constructivo requiere una gran resistencia mecánica y antivibratoria.

El radiador se une al motor por medio de manguitos de caucho, capaces de absorber las vibraciones y movimientos del motor durante su funcionamiento.



## **6.- BOMBA DE LÍQUIDO REFRIGERANTE.-**



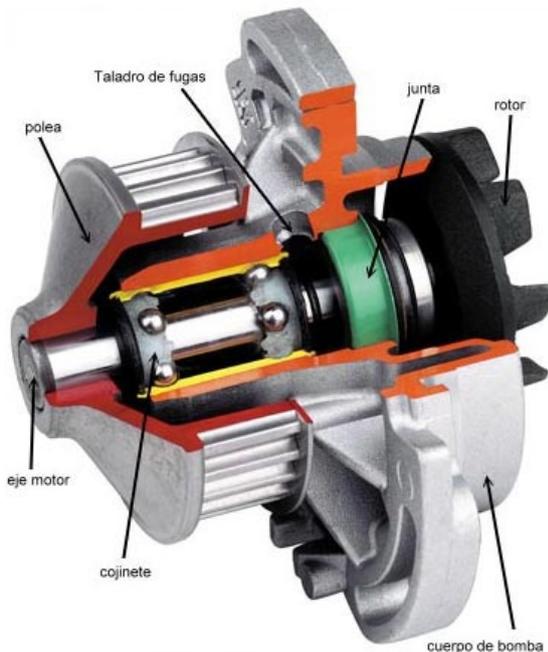
La bomba de líquido se encuentra instalada sobre la culata o el bloque motor con la misión de mantener el líquido refrigerante circulando constantemente en un caudal y velocidad suficientes, para que el motor funcione dentro del margen de temperatura óptimo y se logre el salto térmico deseado entre la entrada y salida del líquido del mismo.

Como la bomba es accionada por el cigüeñal del motor está sujeta a las variaciones de velocidad de rotación del mismo. Al aumentar el régimen del motor, éste genera mayor cantidad de calor y la bomba aumenta el caudal evacuando más calor.

La bomba es de tipo centrífugo, capaz de suministrar un gran caudal de líquido a una presión de aspiración pequeña. Aspira el líquido refrigerante procedente de la parte baja del radiador a menor temperatura, y lo introduce al interior del bloque rodeando los cilindros.

## **6.1.- CONSTITUCIÓN DE LA BOMBA DE LÍQUIDO.-**

La bomba consta de una carcasa realizada en aleación ligera que adopta la forma de una turbina (caracol), que por su parte central lleva realizado el alojamiento del eje de accionamiento.



La carcasa lleva realizados en el cuerpo los conductos de entrada y salida del líquido. El conducto de entrada o aspiración forma la boquilla para el acoplamiento del manguito que conduce el líquido desde el radiador y su sujeción por medio de una abrazadera. El conducto desemboca en el centro de la turbina.

El conducto de salida está realizado en el interior de la carcasa donde se acopla al bloque pasando el líquido directamente a su interior. El líquido impulsado sale tangencialmente de la misma al ser centrifugado por la turbina.

En la carcasa de la bomba se encuentra también un conducto calibrado que comunica los conductos de aspiración y de impulsión, con el fin de que, al arrancar el motor en frío con el termostato cerrado, el líquido impulsado por la bomba realice un circuito cerrado en el motor,

sin pasar por el radiador, manteniendo de esta forma el calor adquirido en el mismo, hasta que se alcance la temperatura normal de régimen. Al establecerse el circuito de refrigeración normal, este conducto se anula automáticamente o lo cierra el termostato.

En el centro del cuerpo de la bomba se aloja el eje de accionamiento montado sobre unos rodamientos de bolas que se encuentran empaquetados y engrasados de por vida, con retenes para evitar la pérdida de lubricante e impedir el paso del líquido al interior de los mismos ya que produce su oxidación y bloqueo. Este montaje hace que la bomba no requiera prácticamente mantenimiento alguno.

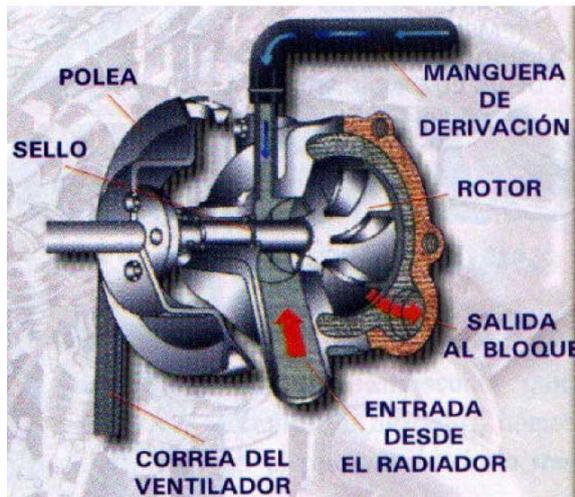
El extremo exterior del eje termina en el acoplamiento de la polea de accionamiento. En el extremo interior se monta una rueda de paletas con forma de turbina que impulsa el líquido de forma centrífuga, entrando por su parte central y saliendo por la periferia.

Los alabes o paletas de la turbina están un poco separadas para permitir por el espacio existente entre ellos y la cámara formada en el interior de la bomba, la circulación del líquido cuando éste circula por termosifón.

El diámetro de la polea y el de la turbina, están calculados en función de la relación de transmisión que debe haber entre el cigüeñal y la bomba para que el caudal de agua movido por la misma sea adecuado en función de la cantidad de calor que se desea evacuar.

Además, se deben tener en cuenta las pérdidas de carga que puedan existir en el circuito debido al paso del líquido por el interior del radiador o del motor y los manguitos.

## 6.2.- ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE LA BOMBA.-



La bomba normalmente dispone de una polea para su accionamiento en el extremo de su eje de mando. La transmisión del movimiento se realiza desde el cigüeñal a través de la correa de la distribución o la de accesorios.

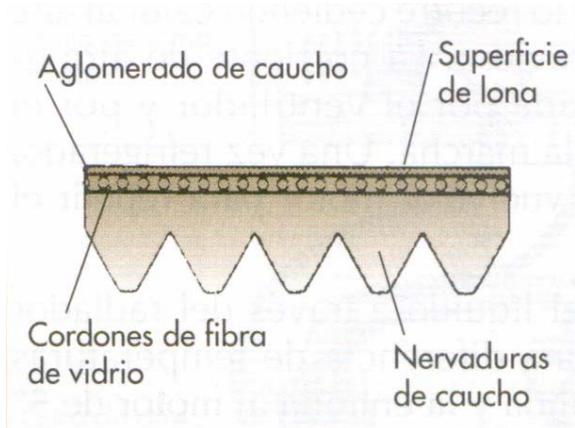
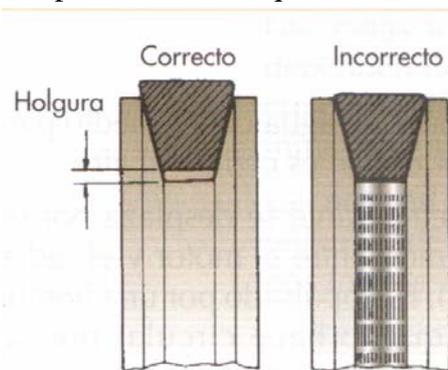
La correa de la distribución es plana y dentada interiormente para engranar con las ruedas dentadas y evitar el resbalamiento. En este caso, la bomba de agua incorporará una rueda dentada o lisa, según la cara de esta correa por la que se realice el accionamiento.

Tradicionalmente las correas de accesorios utilizadas han sido de sección trapecial, realizadas en caucho en cuyo interior

se encuentra un tejido de hilos de material plástico muy resistentes a la tracción.

Este tipo de correa se acopla a la garganta de la polea por los flancos, que tienen una superficie lisa, de forma que entre la correa y el fondo de la garganta, quede un espacio hueco. Si la correa toca el fondo de la garganta puede patinar. Para su utilización se requieren poleas de un diámetro mínimo para que la correa se adapte perfectamente a su contorno.

Actualmente se utilizan correas planas de caucho con una serie de canales longitudinales denominadas “Poli



V”. Las poleas utilizadas también son planas con la superficie exterior acanalada igualmente.

Estas correas son más finas, mucho más flexibles que las trapeciales y se adaptan muy bien a poleas de pequeño diámetro utilizando para su accionamiento ambas caras, según la disposición adoptada por el fabricante. Son muy utilizadas como correas de accesorios.

## 7.- MANGUITOS.-

El motor se monta en la carrocería del vehículo sobre soportes de caucho para aislarlo de las vibraciones que se producen durante su funcionamiento.

Los elementos que forman el circuito de refrigeración: radiador, aerotermo, botella de expansión, etc., van montado fijos sobre la carrocería a una cierta distancia que es necesario cubrir mediante tuberías.

Debido a los movimientos de unos elementos y otros, las tuberías no pueden ser rígidas ya que se partirían rápidamente con el consiguiente perjuicio para el motor.

Los manguitos forman el conjunto de tuberías flexibles que unen los diferentes elementos del circuito para que sean capaces de:

- Absorber los movimientos y vibraciones tanto del motor como de la carrocería sin deformarse ni romperse.
- Mantener la estanqueidad del circuito soportando las elevadas temperaturas del líquido refrigerante.
- Adaptarse al recorrido que tienen que realizar en el interior del compartimento motor adoptando las curvas y codos necesarios sin provocar pérdidas de carga en el circuito.

Los maguitos utilizados son tubos realizados en caucho que en su interior llevan insertada una malla de hilos de fibras textiles o de material plástico que les dan gran resistencia y flexibilidad.

Su forma, diámetro y dimensiones están ajustadas para cada circuito en función de la cantidad y disposición de sus elementos sobre el vehículo y del caudal de líquido que tiene que circular por ellos.

Por sus extremos se acoplan exteriormente a las bocas previstas en el radiador, la bomba de líquido, o la culata, asegurando el acoplamiento y la estanqueidad por medio de abrazaderas de diferentes tipos.

En otros casos, en sus bocas pueden llevar un aro metálico con una junta tórica de estanqueidad que se introduce en la boca de acoplamiento en el radiador a presión y se coloca un clip detrás para asegurar la unión.

En muchos casos los fabricantes dejan en los manguitos más altos unos orificios pequeños con una boquilla roscada y cerrada con un tapón, llamados purgadores. Se utilizan para permitir la salida de aire del interior cuando se ha vaciado por alguna reparación. Cuando se llena el circuito se quitan los tapones y se observa que va saliendo el aire interior. Cuando sale líquido por ellos, es señal de que el circuito está lleno y se coloca el tapón.



## **8.- DILATACIÓN DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE.-**

Una vez que el circuito de refrigeración dispone de todos los elementos descritos, se monta sobre el motor y se llena de líquido refrigerante, purgando el aire de su interior. Una vez lleno se cierra a través con un tapón que se dispone en el depósito superior del radiador.

Cuando el motor se pone en marcha y el calor generado va calentando el líquido refrigerante, éste se dilata y aumenta de volumen. Si el circuito se cierra estanco, se eleva la presión en su interior con el peligro de rotura de alguno de los elementos que lo componen.

Para evitar este riesgo, en el tapón del radiador se disponen dos válvulas antirretorno:

- **Válvula de presión.** Va dispuesta de forma que se abre cuando la presión en el interior del circuito sobrepasa el valor de tarado, permitiendo la salida de líquido refrigerante al exterior para mantener la presión del líquido dentro de valores prefijados.
- **Válvula de depresión.** Va dispuesta de forma que durante el enfriamiento del motor se abra y permita el paso de aire exterior al interior del circuito para compensar la depresión que se produce por la falta del líquido evacuado durante el calentamiento.

Ambas válvulas se mantienen cerradas en posición de reposo por la acción de sendos muelles cortando la comunicación del radiador con el exterior.

## **9.- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN ABIERTO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA.-**

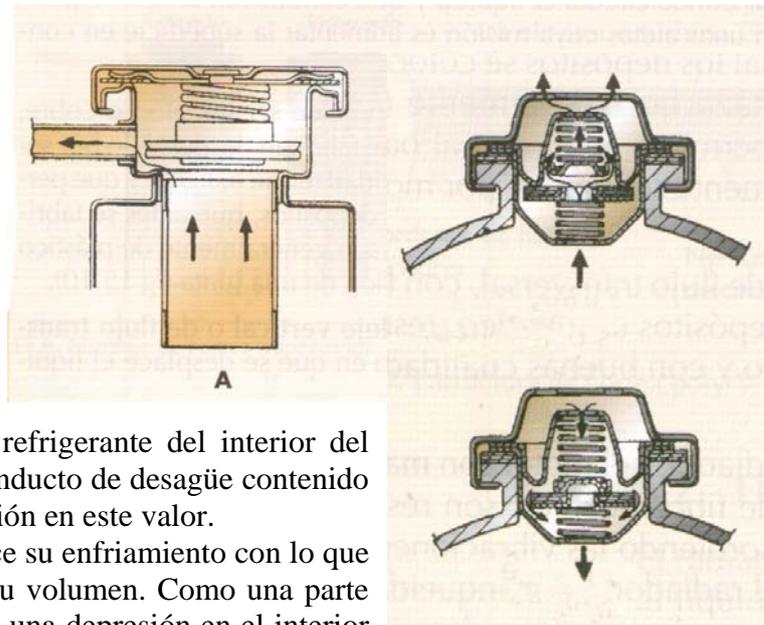
Cuando el motor se calienta, aumenta la temperatura del líquido refrigerante que se dilata y aumenta de volumen, lo que eleva la presión interior del circuito.

Cuando se supera el valor de la presión atmosférica se abre la válvula de presión venciendo la acción de su muelle tarado, lo que permite la salida de líquido refrigerante del interior del circuito al exterior, a través del conducto de desagüe contenido y así se mantiene constante la presión en este valor.

Al parar el motor se produce su enfriamiento con lo que el líquido se contrae reduciendo su volumen. Como una parte de él ha sido expulsado, se genera una depresión en el interior del circuito que puede romper algún elemento del mismo.

Ahora la presión atmosférica es mayor que la interna del circuito, el aire exterior empuja la válvula de depresión, venciendo la fuerza de su muelle, que se abre permitiendo su paso al interior del circuito, compensando de esta manera la depresión existente.

Este sistema tiene el inconveniente de que antes de poner en marcha el motor es necesario reponer el líquido evacuado de un funcionamiento del circuito anterior.



## **10.- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN CERRADO CON VÁLVULAS EN EL TAPÓN DE LA BOTELLA DE EXPLANSIÓN.-**

Actualmente los circuitos de refrigeración incorporan las válvulas de presión y depresión en el tapón de la botella de expansión. De esta forma, entre el radiador y el interior de la botella, el líquido puede circular libremente en función del estado de calentamiento del motor.

En este caso la botella de expansión mantiene un nivel de líquido prefijado entre unas marcas de máximo y mínimo, sometido a la presión interna del circuito. Cuando se produce el calentamiento del motor, la dilatación que experimenta el líquido hace que éste circule hacia la botella de expansión.

Cuando la presión en el interior de la botella alcanza el valor de tarado de la válvula de presión (presión atmosférica), esta se abre permitiendo el paso de aire del interior de la botella a la atmósfera, manteniendo la presión constante.

Cuando se produce el enfriamiento del motor, el líquido se contrae, reduce su volumen y el líquido de la botella de expansión, circula en este caso hacia el radiador. Esto genera depresión en el interior de la botella, por lo que se abre la válvula de depresión permitiendo la entrada de aire a su interior para mantener la presión constante.

## 11.- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN CERRADO Y PRESURIZADO.-

Se sabe que a nivel del mar, donde la presión atmosférica es aproximadamente 1 Kg/cm<sup>2</sup>, el agua hierve a 100° C. A mayores altitudes, donde la presión atmosférica es menor, hierve a temperaturas más bajas y por la misma razón, con presiones superiores a la atmosférica, se eleva la temperatura de ebullición, de manera que por cada 100 gr/cm<sup>2</sup> de aumento de presión se eleva ésta aproximadamente 2° C.

Si la válvula de presión del tapón de la botella de expansión se tara a una presión superior a la atmosférica (entre 1 a 1,6 bar), conseguiremos que el líquido refrigerante alcance la temperatura de ebullición a una temperatura entre 110° a 120° C.

Con esto se obtiene un mayor salto térmico en el radiador, al aumentar la diferencia de temperaturas del líquido y del aire ambiente. La transferencia de calor aumenta y el rendimiento del radiador también. La válvula de depresión está tarada normalmente entre 0,8 y 0,9 bar.

Cuando se produce el calentamiento del motor, se produce la dilatación del líquido que circula desde el interior del radiador hasta la botella de expansión. El líquido sube de nivel sometiendo a presión al aire situado encima del mismo. Esta presión irá aumentando hasta alcanzar el valor de tarado del muelle de la válvula de presión, manteniéndose constante la presión interior hasta alcanzar el líquido la temperatura prefijada.

Durante el enfriamiento del motor, el líquido se contrae reduciendo su volumen en el interior del circuito, que se compensa pasando líquido desde la botella de expansión hacia el radiador, descendiendo la presión interna.ç

## 12.- EL LÍQUIDO REFRIGERANTE.-

Tradicionalmente, para realizar la refrigeración se utilizaba el agua más o menos pura como líquido refrigerante. Esto plantea siempre el problema de que en invierno, con las bajas temperaturas inferiores a 0° C., se corre el peligro de congelación de forma que el agua al pasar a estado sólido, aumenta de volumen y rompe el recipiente que lo contiene si éste es rígido, en nuestro caso, el bloque motor, la culata o el radiador.

Además, como los componentes del motor son metálicos y muchos de ellos a base de hierro, el agua produce su oxidación deteriorando las superficies y debilitando las piezas, adoptando el agua un color marrón y haciéndose más espesa con el tiempo de funcionamiento.

El agua en su circulación por los elementos del circuito deja depósitos de cal que reducen la sección de paso de la misma, llegando a obstruir alguno de ellos, con los perjuicios que esto supone para la refrigeración del motor y de otros elementos.

Para evitar estos efectos, actualmente se utilizan líquidos refrigerantes, cuya base es el agua a la que se han añadido distintos aditivos que mejoran su comportamiento en el circuito, evitando los problemas antes señalados y que se utilizan todo el año.

Estos aditivos son:

- **Anticongelantes.** Son sustancias como el etilenglicol, que añadidas al agua bajan su temperatura de congelación de una manera proporcional al porcentaje de aditivo añadido como se muestra en la tabla siguiente:

Porcentaje de anticongelante (%)	Punto de congelación (°C)
20	-10
40	-26
50	-40
60	-55

- **Antioxidantes.** Son aquellas sustancias que añadidas al agua inhiben su acción corrosiva manteniendo las piezas metálicas en mejor estado a lo largo de la vida de funcionamiento del motor.
- **Antiespumantes.** El agua debido a la cantidad de sustancias que va acumulando: óxido, cal, etc., tiene tendencia a formar espuma que perjudica la refrigeración al no absorber calor en contacto con las piezas. Este aditivo impide la formación de espuma en el líquido refrigerante.
- **Anticorrosivos.** Son aditivos que impiden que las sustancias disueltas en el agua, ataquen las superficies de las piezas con las que están en contacto.

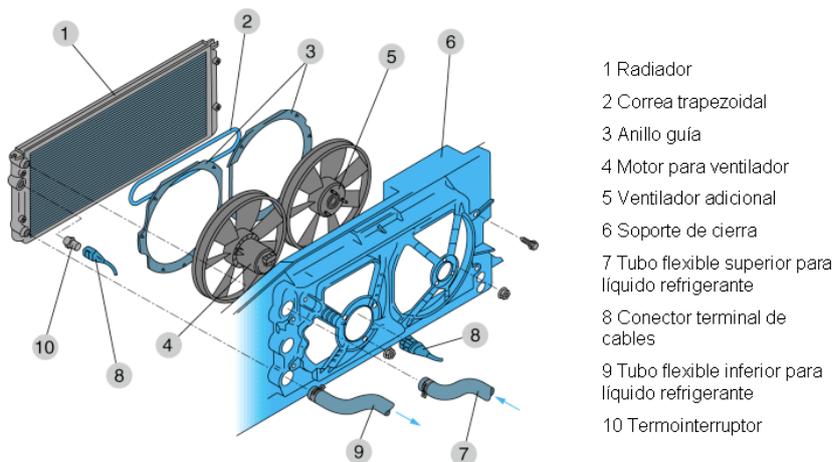
En la actualidad el líquido refrigerante se suministra en envases de 5 litros normalmente y en su etiqueta se indica la temperatura de congelación del líquido que contiene, y las características de los aditivos añadidos.

Los fabricantes recomiendan en su manual de mantenimiento del vehículo, cambiar el líquido refrigerante al menos una vez cada dos años aproximadamente

### **13.- REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DEL MOTOR.-**

Cuando el vehículo permanece circulando a baja velocidad o parado con el motor en marcha, la corriente de aire que circula por el radiador es mínima o nula. En esta situación, prácticamente no se evacua calor y el líquido refrigerante entra al motor a la misma temperatura que sale y no existe refrigeración.

El motor se sobrecalienta y puede alcanzar temperaturas peligrosas que pueden provocar la dilatación excesiva de las piezas, el agarrotamiento y el gripado. Para evitar este problema, se incorpora al circuito un ventilador que tiene la misión de producir la corriente de aire que atraviese el radiador y evacue de él, el calor depositado por el líquido refrigerante.



- 1 Radiador
- 2 Correa trapezoidal
- 3 Anillo guía
- 4 Motor para ventilador
- 5 Ventilador adicional
- 6 Soporte de cierre
- 7 Tubo flexible superior para líquido refrigerante
- 8 Conector terminal de cables
- 9 Tubo flexible inferior para líquido refrigerante
- 10 Termointerruptor

#### **13.1.- CONSTITUCIÓN DEL VENTILADOR.-**

Está constituido por cuatro a seis palas de chapa de acero o de material plástico convenientemente dobladas, con objeto de conseguir la corriente de aire adecuada. El caudal de aire obtenido con los ventiladores es directamente proporcional a su velocidad de rotación, sin embargo, la potencia absorbida durante su funcionamiento crece con el cubo de la misma.

A efectos de refrigeración conviene que la superficie del radiador barrida por el ventilador sea lo más grande posible, por lo que se fabrican sobredimensionados hasta límites en consonancia con las potencias absorbidas que ello conlleva.

El caudal de aire generado por el ventilador aumenta con el cuadrado del diámetro externo de las palas y está en función:

- De la velocidad de rotación.
- De la curvatura de las palas.
- De la inclinación de las palas.
- Del número de palas.

En conjunto se pretende conseguir el mayor caudal de aire posible a través del radiador con la menor absorción de potencia posible. Con esta misma finalidad, se monta el ventilador en el interior de una carcasa que se acopla sobre el radiador llamada buza que canaliza la corriente de aire creada, aumentando la superficie barrida por el ventilador y evitando que el aire se disperse.

Para disminuir el zumbido que producen las palas en su giro a altas revoluciones, se disponen éstas de manera que no guarden simetría, es decir, los ángulos formados por ellas, no son exactamente iguales. El ventilador se puede colocar por delante del radiador (soplante) o por detrás (aspirante) de forma que la corriente de aire, después de atravesar el radiador pasa rodeando el motor, refrigerando sus elementos externos.

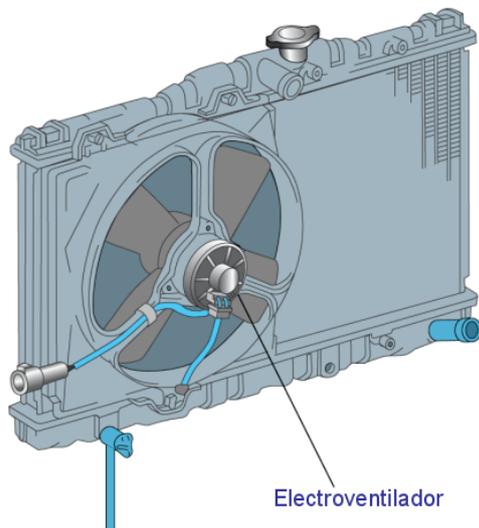


### **13.2.- ACCIONAMIENTO DEL VENTILADOR.-**

El accionamiento del ventilador se realiza de diversas formas según los fabricantes o la antigüedad del sistema. Se aplican los siguientes:

- Accionamiento directo a través de correa.( En desuso actualmente)
- Accionamiento por medio de un motor eléctrico.
- Accionamiento por medio de líquido sensible a la temperatura.

#### **13.2.1.- ACCIONAMIENTO POR MEDIO DE MOTOR ELÉCTRICO.-**

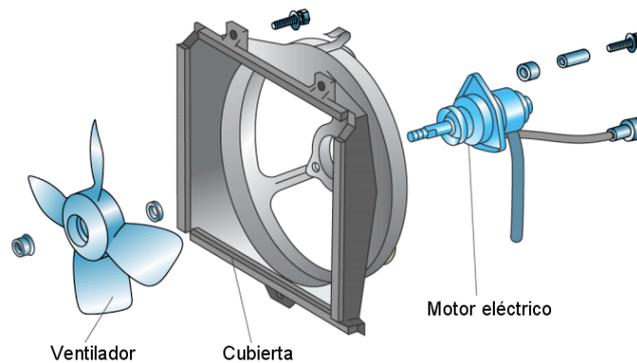


Como vemos en la figura 3, este tipo de accionamiento consiste en colocar el ventilador montado sobre el extremo del eje de un motor eléctrico de forma que su funcionamiento depende exclusivamente de la temperatura que alcance el líquido refrigerante en el interior del radiador.

El motor eléctrico con el ventilador se coloca sujeto al radiador por medio de soportes en el lado interior o exterior del compartimiento motor. En muchos casos se dispone de una buza, para canalizar la corriente del aire que genera y evitar que la corriente de aire se disperse.

La potencia del motor depende de las características del ventilador y suele estar comprendida entre 80 y 150 W. Si el vehículo está dotado de aire acondicionado esta potencia se triplica entre 300 y 400 W.

El motor eléctrico de accionamiento se conecta mediante un interruptor térmico, ajustado para cerrar el circuito eléctrico entre 90 y 98° C y se desconecta entre 82 a 90° C. El interruptor térmico se encuentra colocado en el depósito inferior del radiador y cierra el circuito eléctrico de masa de la bobina de un relé. Para ello consta de una lámina bimetálica que se curva por efecto de la temperatura, tocando en el cuerpo metálico del interruptor.



**Figura 4**

El contacto positivo del relé se alimenta directamente de batería a través de un fusible y el positivo de la bobina a través del interruptor de encendido. El interruptor térmico se conecta entre 90 y 98° C y se desconecta entre 82 y 90° C. La diferencia es suficiente para que el ventilador no se esté conectando y desconectando con excesiva frecuencia.

Con el desplazamiento normal del vehículo, la corriente de aire generada es suficiente para realizar el enfriamiento del líquido refrigerante que circula por el radiador y el ventilador no se pone en marcha.

Cuando la corriente no es suficiente, y la temperatura del líquido se eleva, la lámina bimetálica del interruptor térmico se curva hasta que toca en su cuerpo metálico cerrando el circuito eléctrico de masa de la bobina del relé. Ésta genera el campo magnético que atrae el contacto móvil y cierra el circuito de positivo del motor eléctrico que cierra a masa directamente. Este se pone en marcha y el ventilador genera la corriente de aire necesaria.

Cuando la temperatura del líquido refrigerante descendiendo por debajo del valor prescrito, la lámina bimetálica se endereza, deja de hacer contacto con el cuerpo y el interruptor se abre, cortando el circuito eléctrico de la bobina del relé, el contacto móvil queda liberado y se corta el circuito positivo del motor que al dejar de ser alimentado se detiene.

### **13.2.2.- MONTAJE DEL ELECTROVENTILADOR.-**

En función de las necesidades de refrigeración de los motores según su tipo (gasolina, Diesel, turbodiesel, etc.) y del equipamiento del vehículo (sin aire acondicionado, con aire acondicionado, climatizado, etc.), se monta un solo ventilador o dos que disponen de una o dos velocidades.

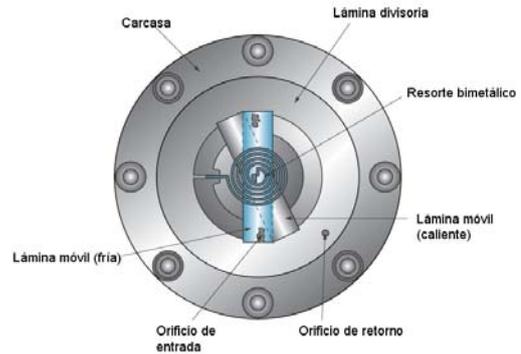
Los dispositivos de dos velocidades están controlados por un termocontacto doble con funcionamiento escalonado o por medio de tres relés. Cuando se alcanza cierta temperatura, se cierra el primer contacto alimentando el electroventilador a través de la resistencia en serie.

En caso de que la temperatura del líquido siga aumentando, se cierra el segundo contacto con lo que ahora el motor eléctrico recibe corriente directamente de batería sin pasar por la resistencia, de forma que el motor gira a mayor velocidad.

Hay varias posibilidades para el montaje del electroventilador:

- **Un ventilador con una sola velocidad.** Cuando el líquido refrigerante alcanza la temperatura de conexión se pone en marcha el ventilador.
- **Un ventilador con dos velocidades.** Se acciona en primer lugar con la más lenta y si la temperatura del líquido refrigerante sigue aumentando pasa a funcionar a la segunda más rápida. Puede funcionar de la forma indicada anteriormente.

- **Dos ventiladores con funcionamiento escalonado.** Cada uno de los ventiladores va provisto de un motor eléctrico funcionando independientemente. Puede funcionar uno solo (velocidad lenta) y después los dos (velocidad rápida). También pueden funcionar los dos a la vez primero a baja velocidad cuando están conectados en serie y después a alta cuando se conectan en paralelo. Para este montaje se disponen en el circuito eléctrico tres relés. En la figura 1 se muestra esta disposición de dos ventiladores.



- **Dos ventiladores unidos por correa.** Un motor mueve un ventilador con el motor eléctrico y el otro es accionado por el primero por medio de una correa que los une. Pueden ser de una o de dos velocidades.

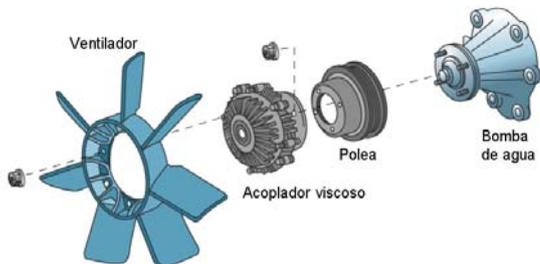
### **13.3.- ACCIONAMIENTO POR MEDIO DE ACEITE VISCOSO.-**

Con este sistema se consiguen dos velocidades de rotación del ventilador en función de la temperatura del aire que pasa a través del radiador.

Se monta sobre el eje de la bomba de líquido refrigerante expuesto al aire que atraviesa el radiador. La transmisión de movimiento del dispositivo al ventilador se realiza por medio de un aceite a base de silicona.

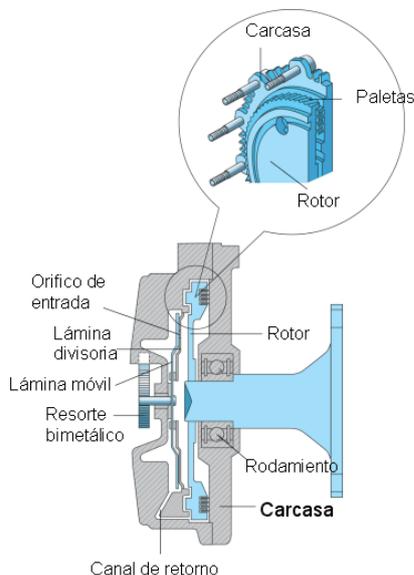
#### **1.3.3.1.- CONSTITUCIÓN.-**

Se compone de un rotor interior dotado de paletas que recibe movimiento de la polea a través del eje de la bomba de líquido. Este rotor está encerrado dentro de una carcasa que gira libre sobre el eje por medio de rodamientos, sobre la que se monta el ventilador.



En el interior de esta carcasa se forman dos cámaras a ambos lados del rotor: una llena de aceite sobre la que se monta el mecanismo que controla el paso de aceite hacia la otra cámara de acoplamiento.

El mecanismo está formado por una lámina que contiene los orificios de entrada y otra móvil unida a un resorte bimetalico, que hace girar la lámina anterior para abrir o cerrar los orificios de paso de aceite en función de la temperatura del aire que atraviesa el radiador.



#### **13.3.2.- FUNCIONAMIENTO.-**

Cuando la temperatura del aire que atraviesa el radiador es baja, la lámina móvil mantiene cerrados los orificios de entrada de aceite debido a la fuerza del resorte bimetalico. En esta situación las paletas del rotor expulsan el aceite de silicona fuera de la cámara de acoplamiento a través de un orificio y canal de retorno.

Al no haber aceite se produce resbalamiento y como consecuencia la velocidad del ventilador es baja. Por ejemplo, si el eje gira a 3.000 r.p.m. el ventilador gira a 800 r.p.m. Cuando la temperatura del aire que atraviesa el radiador es alta, el resorte bimetálico desplaza la lámina móvil descubriendo los orificios de entrada de aceite, con lo que éste circula a través de la cámara de acoplamiento impulsando por las paletas del rotor.

Ahora el resbalamiento entre el rotor y la carcasa es menor obteniendo una velocidad del ventilador más rápida. Si el eje gira a 3.000 r.p.m. el ventilador gira a 2.000 r.p.m. velocidad suficiente para refrigerar el líquido del radiador.

## **14.- REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA DEL MOTOR.**

El motor funciona a pleno rendimiento cuando se encuentra a una temperatura comprendida entre 85° y 110° C del líquido refrigerante, por lo que, interesa que alcance esta temperatura en el tiempo más corto posible desde el arranque en frío.

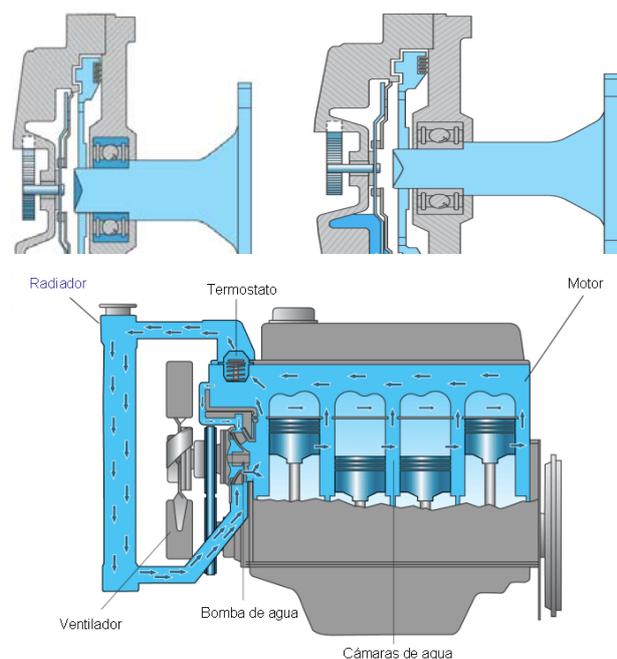
El funcionamiento del motor en frío ocasiona los siguientes problemas:

- El aceite de engrase se encuentra más espeso, no circula bien por los conductos, requiere un consumo de energía mayor de la bomba y no llega bien a los lugares de engrase favoreciendo el rozamiento de las piezas y aumentando los desgastes.
- En los motores de explosión, el combustible no se vaporiza bien, resulta una mezcla defectuosa con mayor generación de sustancias contaminantes en el escape.
- El catalizador no alcanza su temperatura normal de funcionamiento y no es posible la eliminación de las sustancias contaminantes.
- El consumo de combustible es mayor durante la fase de calentamiento.

Para que el motor alcance su temperatura de régimen en el tiempo más corto posible, es necesario actuar sobre el sistema de refrigeración reduciendo su eficacia a un valor mínimo, mientras dure su calentamiento de dos formas:

- Antiguamente se actuaba reduciendo la corriente de aire que atravesaba el radiador, de forma que, al no cederle el líquido el calor acumulado, pasaba nuevamente al motor calentándose más rápidamente. Esto se consigue colocando delante de la rejilla de protección del radiador una cortinilla enrollable que lo tapa dejando una pequeña abertura.
- En la actualidad, este sistema no se utiliza y se actúa cortando la circulación del líquido refrigerante de forma que mientras el motor esté frío (temperatura inferior a 80° C), el circuito permanece cortado al colocar a la salida de líquido de la culata un elemento denominado **termostato**.

El líquido circula realizando un circuito cerrado en el motor de forma que el líquido impulsado por la bomba al salir por la parte superior del motor se encuentra con el termostato que impide su paso al radiador.



Para evitar aumentos de presión en el circuito si no se le da salida al líquido, se dispone un conducto que comunica la salida de líquido del motor con el de entrada a la bomba que lo vuelve a impulsar al interior del motor sin pasar por el radiador.

En esta situación, como el líquido refrigerante no puede evacuar el calor absorbido y realiza un circuito cerrado en el motor que se calienta rápidamente y adquiere la temperatura de funcionamiento en un tiempo muy corto, evitando los problemas planteados anteriormente.

### **14.1.- EL TERMOSTATO.-**

Es una válvula termostática que se coloca en la parte alta del motor, en el conducto de salida del líquido refrigerante hacia el radiador y tiene la misión de permitir o no, de una forma automática, el paso de líquido de uno a otro elemento, en función de la temperatura del líquido.

El termostato permanece cerrado mientras la temperatura del líquido refrigerante es inferior a 80° C. A partir de ella comienza a abrirse la válvula hasta que por encima de los 90° C, alcanza su máxima apertura, con un desplazamiento de la válvula entre 7 y 10 mm, permitiendo la circulación normal del líquido por el radiador, con un funcionamiento normal del circuito de refrigeración.

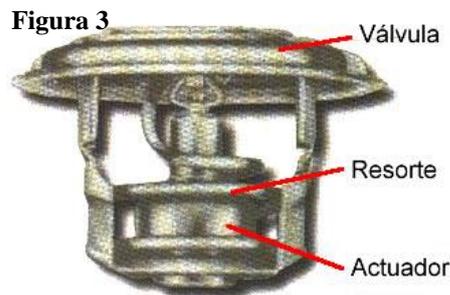
Si por alguna causa, el motor reduce su temperatura (descenso de pendientes, etc.), el termostato se cierra parcial o totalmente, manteniendo la temperatura del motor constante.

Cuando se realiza la apertura del termostato, el orificio que comunica la salida de refrigerante con la bomba queda anulado bien de forma automática porque el líquido circula con más facilidad hacia el radiador o porque el mismo termostato en su movimiento de apertura lo cierra al disponer de una válvula secundaria.



### **14.2.- CONSTITUCIÓN DEL TERMOSTATO.-**

El termostato está formado por un cuerpo metálico de chapa que ajusta por el contorno en su alojamiento con juntas de estanqueidad. Sobre uno de sus lados, se coloca el soporte de la válvula y el sistema de accionamiento que consiste en una ampolla



llena de una sustancia que dilata fácilmente con la elevación de la temperatura a la que está sometido. Este efecto se aprovecha para accionar la válvula en sentido de apertura cuando el motor se calienta. Cuando el motor se enfría, un muelle colocado en el lado opuesto de la válvula la empuja en sentido contrario para cerrarla, conforme la sustancia se contrae. La parte del termostato en la que se encuentra el recipiente con la sustancia, debe colocarse siempre mirando al interior de la culata del motor, sumergida en el líquido refrigerante que se encuentra en sus cámaras, para que esté influido en todo momento por la temperatura del mismo.

Según el tipo de sustancia y la forma de accionar la válvula, encontramos dos tipos de termostatos:

- Termostato de fuelle.
- Termostato de cápsula.

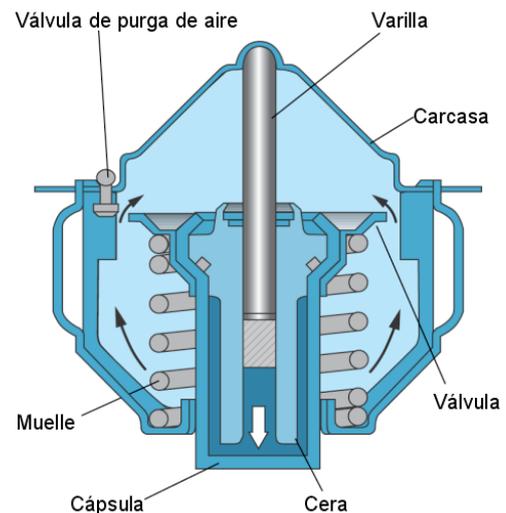
### **14.3.- TERMOSTATO DE FUELLE.-**

Está formado por un fuelle circular de latón que encierra en su interior un líquido muy volátil, que en contacto con el líquido refrigerante caliente, aumenta su volumen provocando la expansión del fuelle.

Unido a él, se encuentra la válvula por medio de una varilla. Esta consiste en un platillo circular de chapa que por su contorno sienta sobre la arandela base del termostato realizando el cierre de la misma.

Con el motor frío, el fuelle se encuentra plegado sobre sí mismo y la válvula se encuentra cerrada apoyada sobre el cuerpo metálico. Conforme el motor calienta el líquido refrigerante que se encuentra en su interior, se calienta, el fuelle y la sustancia dilatante que contiene.

Al alcanzar la temperatura prevista, la sustancia dilatando, tiene fuerza suficiente para estirar el fuelle, que a su vez, arrastra la válvula, realizando su apertura. Al parar el motor y enfriarse el líquido, la sustancia se contrae, plegando nuevamente el fuelle y arrastrando la válvula en sentido contrario hasta cerrarla totalmente.



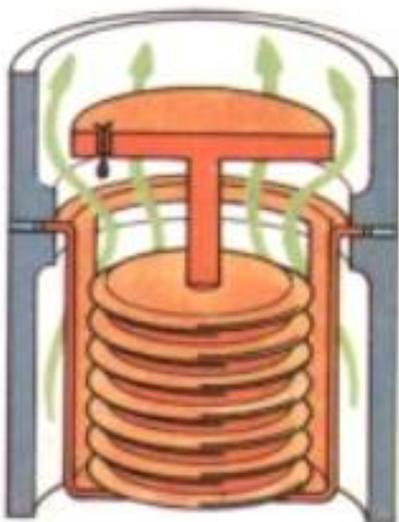
### **14.4.- TERMOSTATO DE CÁPSULA.-**

La cápsula está llena de cera o glicerina unida al cuerpo del termostato y en su interior se aloja una varilla sobre la que va montada la válvula de cierre. El conjunto se encuentra empujado por un muelle contra el cuerpo del termostato, realizando el cierre del mismo.

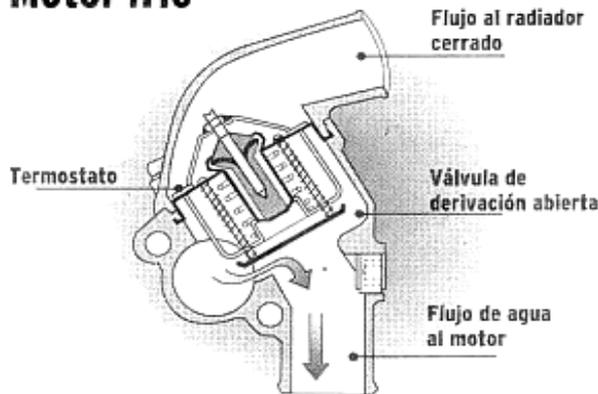
Cuando el líquido refrigerante que rodea la cápsula se calienta, produce la dilatación de la cera. Cuando ésta alcanza la temperatura prevista tiene fuerza para empujar la varilla axialmente y expulsarla fuera de la cápsula. Con este desplazamiento, la varilla empuja la válvula de cierre en contra de la fuerza del muelle abriendo el paso al líquido refrigerante hacia el radiador.

Cuando el motor se enfría, la cera se contrae y el muelle empuja la válvula de cierre contra su asiento cortando el paso de líquido al radiador.

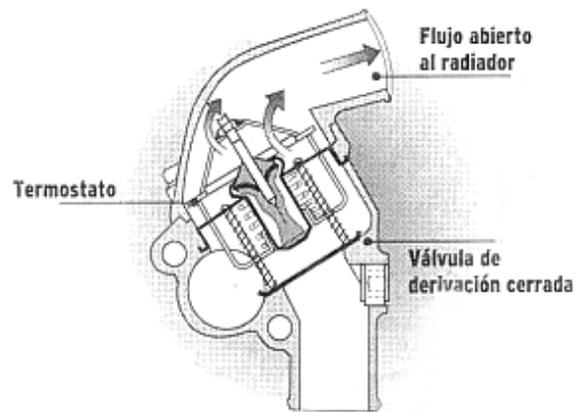
En otros tipos de termostato la válvula de cierre va unida a la cápsula presionada por un muelle y la varilla alojada en su interior va unida al cuerpo del termostato. Cuando el



## Motor frío



## Motor caliente



líquido refrigerante se calienta, se produce la dilatación de la cera y empuja sobre la varilla tratando de expulsarla fuera de la cápsula.

Como ésta va unida al cuerpo por reacción la cápsula retrocede hacia atrás desplazando la cápsula de cierre y realizando la apertura del circuito de refrigeración hacia el radiador. Al enfriarse el motor, la cera se contrae reduciendo su volumen y el muelle empuja la cápsula, desplazándola en sentido de cierre hasta que la válvula se apoya en el cuerpo.

### 14.5.- TERMOSTATO DE DOBLE FUNCIÓN.-

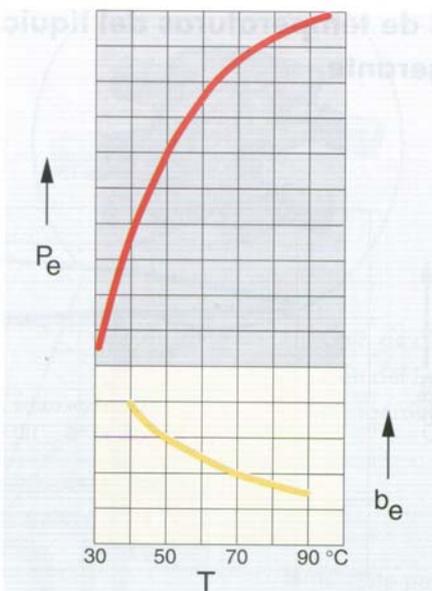
En algunos motores se dispone un tipo de termostato que además de la función descrita de apertura y cierre del circuito de refrigeración, controla el paso de líquido por el conducto que realiza el circuito cerrado en la bomba cuando el termostato está cerrado.

El termostato dispone además de una segunda válvula que se desplaza con la cápsula de forma que ésta permanece abierta cuando la válvula de cierre principal permanece cerrada.

De esta forma el líquido que impulsa la bomba pasa por el interior del motor y sale por la parte alta hasta que encuentra el termostato. Como este se encuentra cerrado el líquido pasa por la válvula secundaria al conducto que lo conduce hacia la bomba donde es nuevamente impulsado al interior del motor sin haber evacuado el calor adquirido.

Conforme el motor se calienta, al alcanzar la temperatura de apertura de la válvula de cierre principal, se desplaza la cápsula abriendo el circuito normal de refrigeración del motor.

El desplazamiento de la cápsula cierra la válvula de paso secundaria que se cierra cortando el paso del líquido por el conducto de circuito cerrado a la bomba, de forma que todo el líquido que circula tiene que dirigirse hacia el radiador para ser enfriado.



$P_e$  = Potencia  
 $b_e$  = Consumo de combustible  
 $T$  = Temperatura del motor

### 15.-EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.-

En el sistema de refrigeración convencional regulado por termostato, las temperaturas del líquido refrigerante se mantienen constantes, cualquiera que sean las condiciones de carga del motor y oscilan entre 95° C y 110° C.

La correcta temperatura de servicio del motor es importante actualmente para la potencia, el consumo de

combustible y la emisión de sustancias contaminantes, por lo que el buen funcionamiento del sistema de refrigeración influye en el rendimiento del motor. En la gráfica de la figura 2 se muestra la influencia que la temperatura del motor ejerce sobre estos factores.

Se ha comprobado que a régimen de carga parcial la temperatura del líquido refrigerante debe oscilar entre los 95° C y los 110° C y a régimen de plena carga entre los 85° C y 95° C para obtener el máximo rendimiento del motor.

Temperaturas más altas a régimen de régimen de carga parcial dan como resultado un nivel de potencia más adecuado, lo que se traduce en una reducción del consumo y de la emisión de sustancias contaminantes en los gases de escape.

La potencia aumenta si se tienen temperaturas más bajas en la gama de regímenes de plena carga. El aire aspirado experimenta un menor calentamiento lo que se traduce en un aumento de potencia.

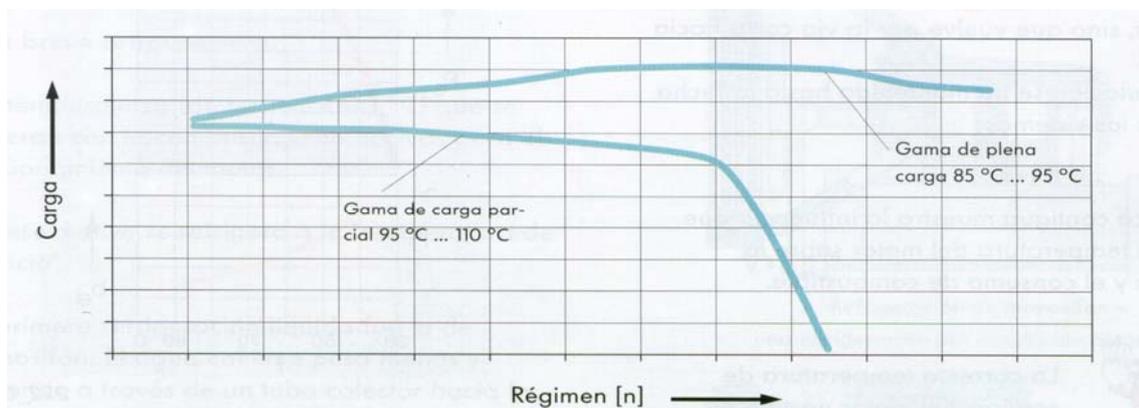
El desarrollo del sistema de refrigeración con control electrónico tiene el objetivo de regular la temperatura de servicio del motor a un valor teórico en función de su estado de carga.

Según los campos característicos programados en la UCE de gestión del motor, se procede a regular una óptima temperatura de servicio, a través de un termostato calefactable eléctricamente y los escalones de velocidad de los ventiladores.

De esta forma es posible adaptar la refrigeración del motor a la gama completa de potencias y cargas del motor. Los niveles de temperatura en función de la carga del motor, con sistema de refrigeración controlado por campo característico.

La adaptación de la temperatura del líquido refrigerante al estado operativo momentáneo del motor presenta las siguientes ventajas:

- Reducción del consumo de combustible en el régimen de carga parcial.
- Reducción de las emisiones de CO y HC.

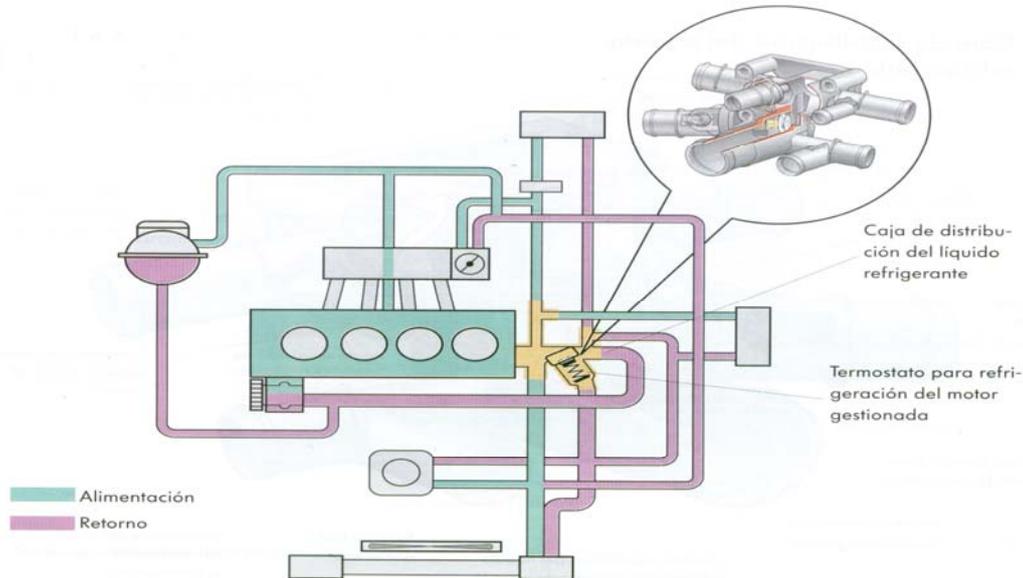


Para Volkswagen, el sistema de refrigeración con control electrónico presenta las siguientes modificaciones respecto de un sistema de refrigeración convencional:

- Integración en el circuito de refrigeración convencional mediante mínimas modificaciones de diseño.
- La caja de distribución del líquido refrigerante y el termostato forman una unidad compartida.
- Se suprime el regulador de líquido refrigerante (termostato) en el bloque motor.
- La UCE de gestión del motor incluye adicionalmente los campos característicos para la refrigeración con control electrónico.

## 16.-ELEMENTOS ESPECÍFICOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.-

Los elementos específicos que forman este sistema de refrigeración son los siguientes:

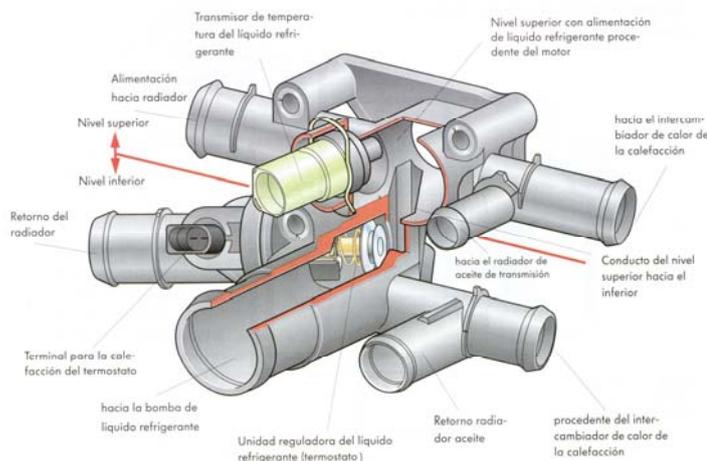


- Caja de distribución de líquido refrigerante.
- Unidad de regulación del líquido refrigerante (termostato).
- Sondas de temperatura de líquido refrigerante.
- Unidad de gestión del motor.
- Ventiladores eléctricos del radiador.

### 16.1.- CAJA DE DISTRIBUCIÓN DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE.-

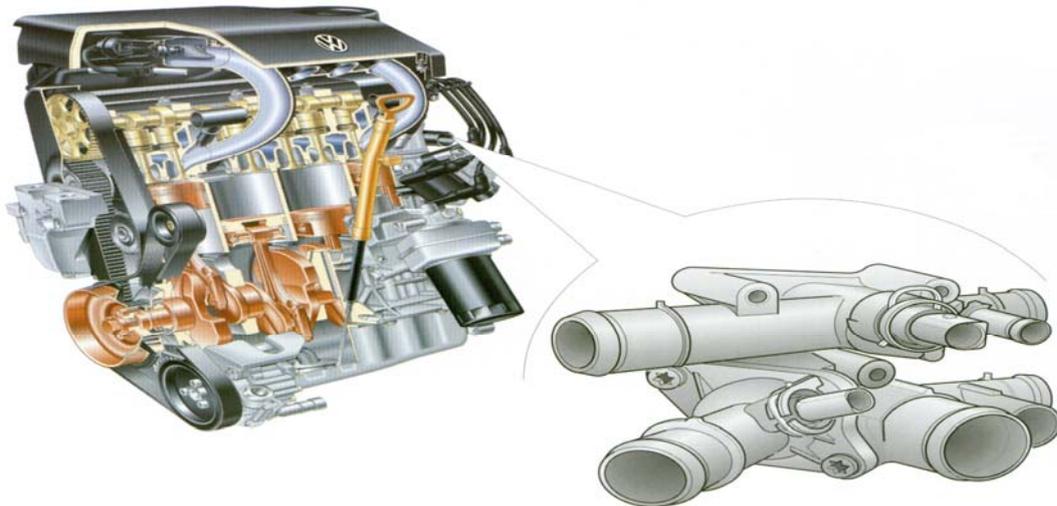
La caja de distribución del líquido refrigerante se monta directamente en la culata, y es prácticamente la estación distribuidora del líquido refrigerante hacia dos circuitos, uno menor y otro mayor, según las condiciones de funcionamiento del motor. Para ello está dividida en dos niveles como son:

- **Nivel superior.** A través de este nivel se alimenta el líquido refrigerante hacia los diferentes componentes del sistema, con excepción de la alimentación hacia la bomba de líquido refrigerante.



- **Nivel inferior.** A través de este nivel se recibe el retorno de líquido refrigerante procedente de los diferentes componentes.

Estos dos niveles están situados uno encima del otro y se dispone de un conducto interno vertical que los comunica.



## **16.2.- UNIDAD DE REGULACIÓN DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE.-**

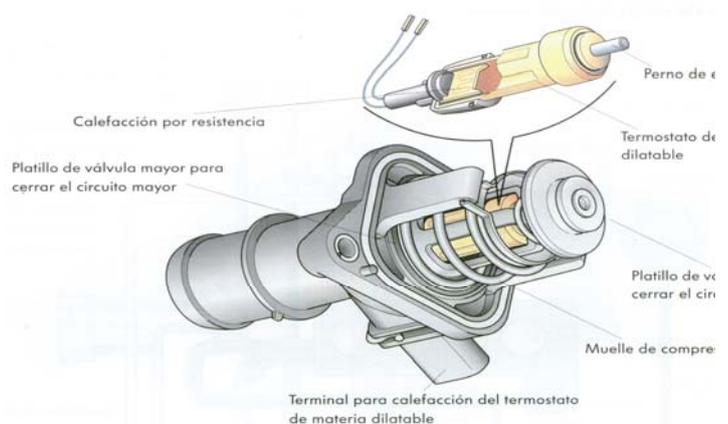
El termostato para la refrigeración del motor está formado por los componentes:

- Un termostato de materia dilatante con elemento de cera.
- Una calefacción por resistencia alojada en el interior del elemento de cera.
- Muelles de compresión para el cierre mecánico de los conductos de líquido refrigerante.
- Un platillo de válvula mayor que abre o cierra el circuito de refrigeración mayor.
- Un platillo de válvula menor que abre o cierra el circuito de refrigeración menor.

El termostato de materia dilatante está montado en la caja de distribución del líquido refrigerante de forma que con el platillo de válvula menor controla la apertura y cierre del circuito de refrigeración menor y con el platillo de válvula mayor, controla el circuito mayor.

El elemento de cera es capaz de regular sin calefacción pero está dimensionado de manera específica para temperatura diferente de uno convencional. Está situado entre los dos platillos de válvula y bañado por el líquido refrigerante que sale del motor.

Tiene integrada una resistencia eléctrica de calefacción, la cual, al ser alimentada con corriente eléctrica, calienta adicionalmente el elemento de cera, haciendo que



la carrera de reglaje ya no esté solamente en función de la temperatura del líquido refrigerante, sino también de conformidad con las instrucciones proporcionadas por la UCE del motor en función de los campos característicos.

### **16.3.- SONDAS DE TEMPERATURA DE LÍQUIDO REFRIGERANTE.-**

En la UCE del sistema de gestión del motor están programados en forma de campos característicos, los valores teóricos para la temperatura del líquido refrigerante.

Los valores efectivos de la temperatura del líquido refrigerante se captan en dos lugares diferentes del circuito de refrigeración por medio de sondas del tipo NTC, y se transmiten a la UCE en forma de señales de tensión eléctrica:

- Sonda de refrigerante 1 situada sobre la caja de distribución en el conducto de salida del líquido refrigerante del motor.
- Sonda de refrigerante 2 situada en la boca de salida de líquido refrigerante del radiador.

La comparación de las temperaturas teóricas programadas en los campos característicos con las temperaturas efectivas medidas por las sondas, da como resultado la proporción de período para la aplicación de corriente a la resistencia de calefacción situada en el termostato.

La comparación de las temperaturas efectivas 1 y 2 del líquido refrigerante constituye la base para la excitación de los ventiladores eléctricos para la refrigeración del líquido refrigerante.

Si se avería la sonda de temperatura 1, el sistema sigue regulando la temperatura del líquido

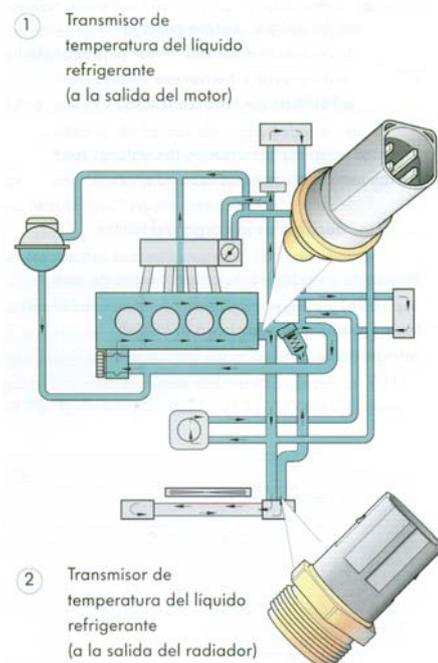
refrigerante tomando como base un valor supletorio fijo de 95° C y activa de forma permanente el escalón de velocidad 1 para los ventiladores.

Si se avería la sonda de temperatura 2 se mantiene en funcionamiento la regulación y se activa permanentemente el escalón de velocidad 1 para los ventiladores. Si se sobrepasa una determinada temperatura umbral se activa el escalón de velocidad 2 de los ventiladores.

Si se averían ambas sondas de temperatura se aplica la tensión máxima a la resistencia de calefacción del termostato y se activa permanentemente el escalón de velocidad 2 de los ventiladores.

### **16.4.- VENTILADORES ELÉCTRICOS DEL RADIADOR.-**

Para aumentar el rendimiento de la refrigeración, la UCE también puede alimentar eléctricamente los dos escalones de velocidad para los ventiladores del radiador. Esta se realiza en función de la diferencia de temperatura que presenta el líquido refrigerante entre las bocas de salida del motor y del radiador.



A velocidades superiores a 100 Km/h no se activan los ventiladores del radiador, porque a partir de esta velocidad no se consigue un mayor rendimiento de la refrigeración con ayuda de los ventiladores. Se muestra el esquema de conexionado de los ventiladores a la UCE de gestión del motor.

Si ocurre algún fallo en el circuito de la etapa final 1 para los ventiladores se activa suplementariamente el escalón de velocidad 2. Si ocurren fallos en la etapa final 2 de los ventiladores, se aplica el 100 % de la corriente eléctrica al termostato para la refrigeración del motor gestionada por campo característico.

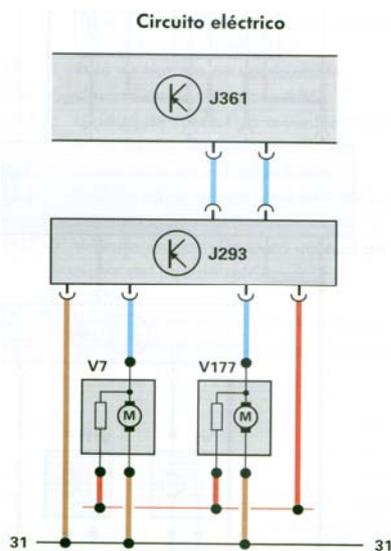
En función del tiempo y de la temperatura, los ventiladores se mantienen activos durante un período de tiempo después de la parada del motor.

En los vehículos con enganche para remolque o con climatizador se utilizan dos motores de ventilador para mejorar la potencia de la refrigeración.

## 16.5.- UNIDAD DE GESTIÓN DEL MOTOR.-

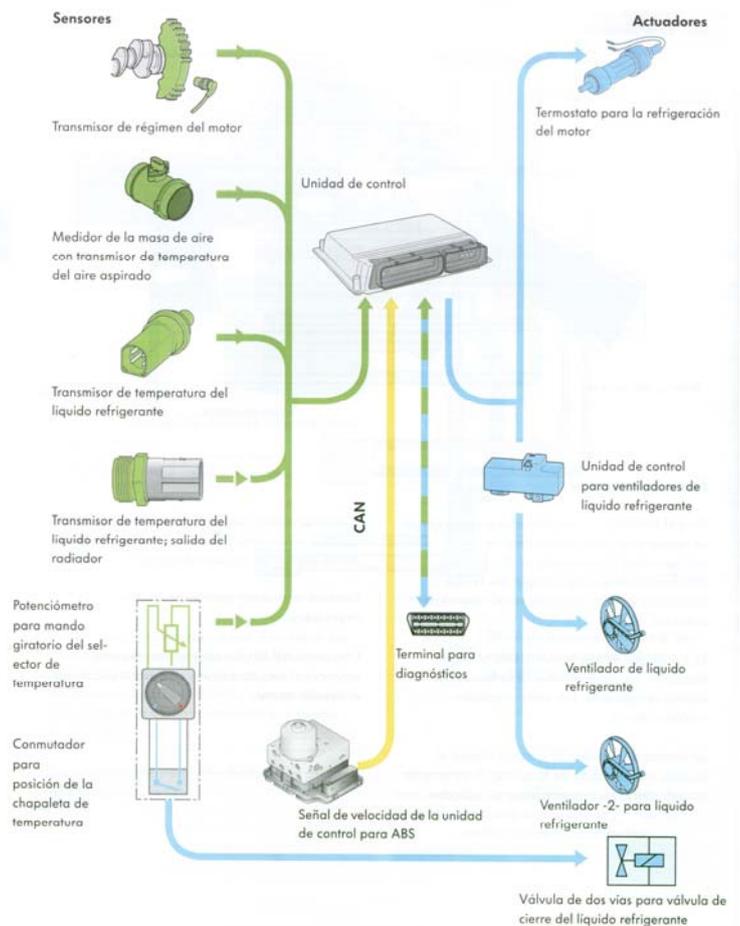
La UCE de gestión del motor dispone de todas las conexiones necesarias para la gestión del motor y ha sido ampliada con los terminales de conexión para los sensores y actuadores pertenecientes al circuito de refrigeración con control electrónico, como son:

- Conexión de salida de alimentación eléctrica del termostato.
- Conexión de entrada de alimentación eléctrica del termostato.
- Gestión de los ventiladores (2 salidas).
- Potenciómetro en el regulador de calefacción.



Cada segundo se efectúa el cálculo de las funciones para la temperatura gestionada por los campos característicos. Conforme al resultado de los cálculos para el funcionamiento se ponen en vigor los ciclos de regulación del sistema:

- Activación mediante alimentación eléctrica para la resistencia de calefacción en el termostato para la refrigeración del motor, gestionada por campos característicos, con objeto de abrir el circuito mayor (regulación de la temperatura del líquido refrigerante).



- Excitación de los ventiladores del radiador para respaldar el descenso rápido de la temperatura del líquido refrigerante.

El sistema de refrigeración con control electrónico dispone de una función de autodiagnóstico que está integrada en la UCE de gestión del motor.

Se muestra un cuadro general del sistema con los sensores, actuadores y las conexiones con otros circuitos. En la figura 12 vemos el aspecto externo de la misma.

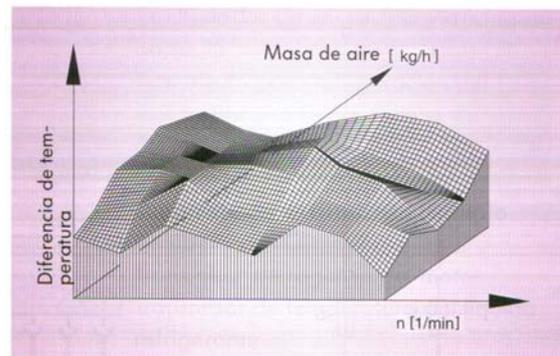
En la UCE de gestión del motor (Simos), están integradas las funciones específicas para la refrigeración con control electrónico, agrupadas en campos característicos como son:

- Temperatura teórica 1 del líquido refrigerante.
- Temperatura teórica 2 del líquido refrigerante.
- Relación de mando previo en función de la temperatura teórica y el régimen.
- Diferencia de temperatura a través del radiador para el escalón de velocidad 1 y para el escalón de velocidad 2 de los ventiladores en función de la masa de aire aspirado, de la carga y del régimen.

### **16.5.1.- DIFERENCIA DE TEMPERATURA A TRAVÉS DEL RADIADOR PARA EL ESCALÓN DE VELOCIDAD 1 Y EL ESCALÓN DE VELOCIDAD 2 DE LOS VENTILADORES.-**

La UCE alimenta eléctricamente los dos escalones de velocidad para los ventiladores del radiador en función de la diferencia de temperatura que presenta el líquido refrigerante entre las bocas de salida del motor y del radiador.

Las condiciones para la alimentación eléctrica de los ventiladores están programadas en dos campos característicos en la UCE de gestión del motor, que tienen en cuenta estas particularidades. Ambos campos característicos se orientan en función del régimen y de la masa de aire aspirado (carga).

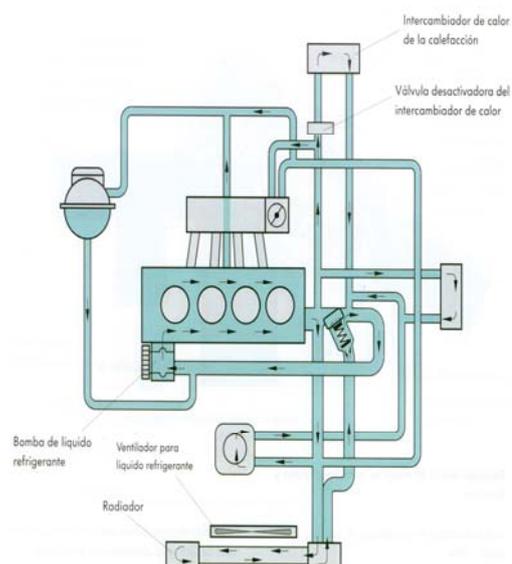


### **17.-CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN MENOR.**

El circuito de refrigeración menor sirve para calentar rápidamente el motor y llevarle hasta la temperatura de funcionamiento de carga parcial comprendida entre 95° C y 110° C.

El circuito de refrigeración menor solo permite la circulación del líquido refrigerante por todos los conductos que se resaltan en color verde más oscuro que se muestran en la ilustración.

En este circuito se encuentran también el radiador de aceite y el intercambiador de calor de la calefacción.



## 18.- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN MAYOR.-

El circuito de refrigeración mayor es abierto por el termostato regulador de líquido refrigerante en cuanto se alcanza una temperatura aproximada de 110° C o bien es abierto en función de la carga, controlado por los campos característicos.

Ahora queda integrado el radiador en el circuito del líquido refrigerante. La temperatura en el circuito mayor está comprendida entre 85° C y 95° C. Para respaldar la refrigeración con ayuda del viento de la marcha o al ralenti se activan los ventiladores eléctricos en función de las necesidades.

## 19.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.-

Al poner en marcha el motor en frío, la bomba pone en circulación el líquido refrigerante que, procedente de la culata, pasa al nivel superior de la caja de distribución y de ahí al nivel inferior a través del conducto vertical que une ambos niveles.

En esta situación, la posición del termostato permite solamente el recorrido directo del líquido refrigerante desde el interior del motor hacia la bomba de líquido por lo que éste se calienta rápidamente. El circuito menor, por tanto, sirve para calentar el sistema de refrigeración.

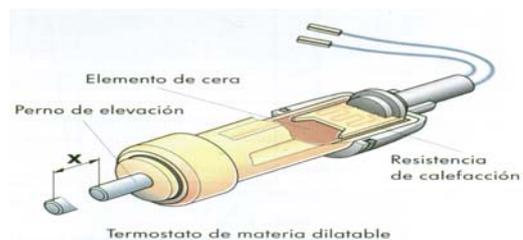
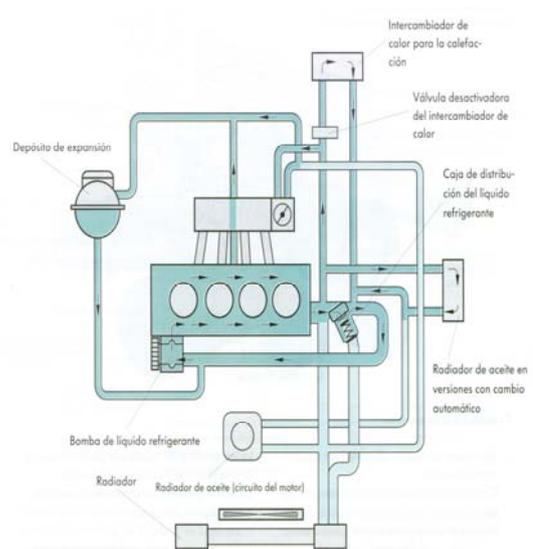
Durante este funcionamiento del motor, el termostato no es alimentado eléctricamente por la UCE de gestión del motor.

Vemos la disposición del termostato regulado cuando el motor se encuentra en fase de arranque y calentamiento.

La válvula desactivadora del intercambiador de calor de la calefacción desactiva la alimentación de líquido refrigerante hacia el intercambiador, si el mando de la calefacción se encuentra desactivado, evitando de esta forma el caldeo del habitáculo.

En su funcionamiento la temperatura del líquido refrigerante hace que la cera se ponga líquida y se dilate. Esta dilatación provoca la carrera X del perno de elevación, lo que sucede en el caso normal y sin aplicación de corriente eléctrica, de acuerdo con el nuevo perfil de temperatura de 110° C para el líquido refrigerante a la salida del motor, como vemos en la figura 20.

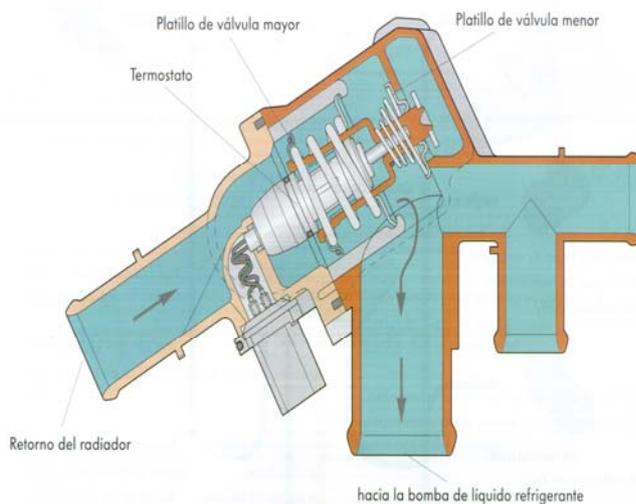
Cuando el motor se encuentra funcionando en carga parcial, la temperatura del líquido refrigerante es de 110° C. El perno de elevación en su desplazamiento empuja el platillo de válvula menor cerrando parcialmente el conducto que comunica el nivel superior de la caja de distribución con el inferior. Junto con él, se desplaza también el platillo de válvula mayor, que abre también parcialmente el conducto de retorno del líquido refrigerante procedente del radiador hacia la bomba de líquido.



En esta situación, el líquido refrigerante procedente de la culata pasa directamente a través del nivel superior hacia el radiador y vuelve por el nivel inferior, pasa por el platillo de válvula mayor, desde donde es aspirado por la bomba de líquido refrigerante hacia el interior del motor. Este líquido refrigerado se mezcla con otra parte procedente del motor que circula por el nivel superior y pasa a través la sección de paso que le deja el platillo de válvula menor.

Cuando el motor se encuentra funcionando a plena carga se requiere que la temperatura del líquido refrigerante esté comprendida entre 85° C y 95° C. Para rebajar la temperatura del líquido refrigerante, que hasta ese momento se encuentra a 110° C, la UCE de gestión del motor alimenta eléctricamente la resistencia calefactora alojada en el interior del elemento de cera.

Este sobrecalentamiento de la cera produce un incremento de la carrera del perno de elevación que desplaza el platillo de válvula mayor, aumentando la sección de paso de líquido refrigerante. En el mismo desplazamiento del perno, el platillo de válvula menor cierra totalmente el circuito menor.



Vemos la disposición del termostato regulado cuando el motor se encuentra funcionando a plena carga.

La UCE de gestión del motor alimenta eléctricamente la resistencia calefactora del termostato según los campos característicos a través de una señal modulada en anchura de los impulsos PWM (Pulse Width Module). En función de la anchura de los impulsos y del tiempo, se realiza el calentamiento determinado. Con el motor parado o durante su puesta en marcha no se aplica tensión eléctrica.

Para ello se sigue la regla siguiente:

- PWM low (sin tensión). Alta temperatura del líquido refrigerante.
- PWM high (con tensión). Baja temperatura del líquido refrigerante.

Para respaldar la refrigeración con ayuda del viento de la marcha se activan los ventiladores en función de las necesidades.

De esta forma, la carrera del perno de elevación ya no depende solamente de la temperatura del líquido refrigerante sino también por el calentamiento que aplica la UCE de gestión del motor en función de los campos de características que tiene almacenados.

En función del estado de carga del motor se puede regular el calentamiento del termostato y establecer etapas intermedias en las que una parte del líquido refrigerante recorre el circuito menor y otra parte el circuito mayor.

Si falla la alimentación eléctrica de la resistencia, la regulación se efectúa solamente con el elemento de cera sin calefactor y se pone en marcha de forma permanente el escalón 1 de los ventiladores. En la figura 22 vemos el esquema de conexionado de la resistencia de calefacción del elemento de cera del termostato.

#### ◆ Hipervínculo power point sistemas de refrigeración en los vehículos actuales.

[Diapositivas Sistemas de refrigeración en los vehículos actuales..ppt](#)

