

SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR EN VEHÍCULOS ACTUALES



I.E.S. RIO DUERO.

REALIZADO POR: Equipo A

IVÁN CASDO CHIMENO

DANIEL PEÑA MELANO

PROFESOR TUTOR: RAMÓN DE ARRIBA LEDESMA

1_INTRODUCCIÓN

La temperatura alcanzada en el momento de la explosión ya se indicó que estaba próxima a los 2000 grados, es decir, superior al punto de fusión del metal de que están hechos los cilindros. Es una temperatura instantánea, rápidamente rebajada por la expansión de los gases y la entrada de la mezcla fresca en el tiempo de admisión siguiente; pero si no se dispusiera de un enérgico sistema de enfriamiento de los metales, éstos se dilatarían en exceso, se pondrían al rojo, descomponiendo el aceite de engrase, y el conjunto de piezas en movimiento se agarrotaría.

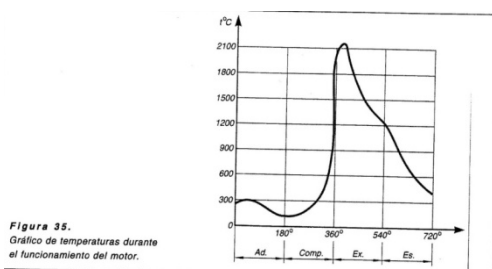
2_NECESIDAD DE LA REFRIGERACION

Durante el funcionamiento del motor la temperatura alcanzada en el interior de los cilindros es muy elevada (fig 35), sobrepasando los 2000 grados en el momento de explosión. Esta temperatura es muy superior a la de fusión de los metales empleados en la construcción del motor. Claro esta temperatura dura sólo unos instantes, pero aún así, si no se evacuara una buena parte del calor mediante el sistema de refrigeración, la temperatura media alcanzada daría lugar a dilataciones y reblandecimiento de los materiales, que producirían el agarrotamiento de las piezas tras breves minutos de funcionamiento.

Por otra parte, para asegurar una buena lubricación, es necesario que las partes metálica más calientes que están en contacto con el aceite, como son los segmentos de fuego y los vástagos de las válvulas de escape, no sobrepasen temperaturas del orden de los 200 a 220 grados, para evitar la formación de lacas y residuos carbonosos.

De la energía suministrada por el combustible, en el mejor de los casos, se aprovecha un 35%, disipándose en forma de calor un 28% con la refrigeración y el otro 37% se pierde, también en forma de calor, por los gases de escape. La refrigeración es, pues uno de los motivos del bajo rendimiento de los motores térmicos.

La refrigeración debe permitir la máxima temperatura del motor, que asegure su buen funcionamiento, consiguiendo así un menor consumo de combustible y gases de escape menos contaminantes.



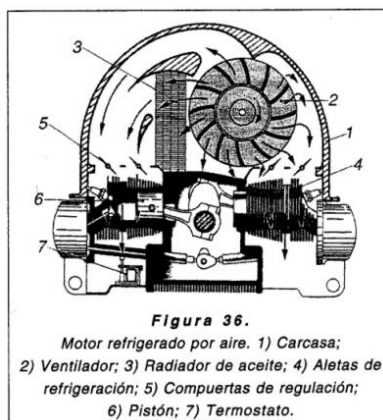
3_SISTEMAS DE REFRIGERACION

El sistema de refrigeración puede funcionar evacuando el calor directamente al aire por medio de unas aletas situadas en la parte exterior de los cilindros y la culata , que aumentan la superficie de la irradiación, o haciendo circular un líquido refrigerante por unas cámaras que rodean los sitios más calientes, enfriando posteriormente el liquido en un radiador. En el primer caso el sistema se llama refrigeración directa o por aire, y en segundo de refrigeración indirecta o por líquido. (A este último procedimiento se le conoce comúnmente por refrigeración por agua, aunque el agua sola ya no se utiliza si no es en una emergencia).

3.1_REFRIGERACIÓN POR AIRE

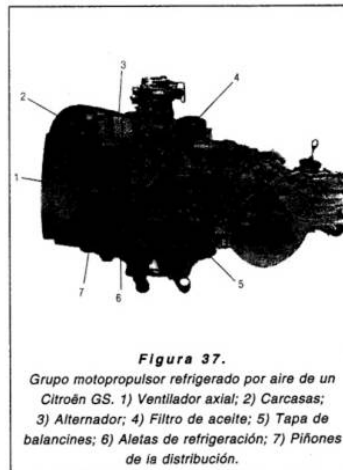
Este sistema de refrigeración es mayoritariamente utilizado en los motores de motocicletas, que aprovecha el llevar el motor al descubierto para refrigerarlo con aire de la marcha. También es frecuente su empleo, con circulación de aire forzada por un ventilador, en maquinaria industrial y agrícola. En los automóviles, actualmente se aplica muy poco, pero aún quedan algunos por las carreteras, los célebres Volkswagen modelo “cucaracha”, los Citroën 2 CV, y los más recientes Citroën GS, que lo empleaban. Los tres modelos coincidían en tener motores Boxer, o sea, con cilindros opuestos (con el sistema se puede refrigerar igualmente motores con cualquier disposición de cilindros), y un radiador para el enfriamiento del aceite de engrase.

En este procedimiento (fig 36), los cilindros y las culatas están provistos de aletas 4 (generalmente de aluminio, para ceder mejor el calor) y un potente ventilador radial o axial² (radial en este caso), origina una corriente de aire, que canalizada por unas carcasas 1, incide sobre sobre las partes a refrigerar. La cantidad de aire de refrigeración está regulada por un termostato 7, que cierra las compuertas 5 cuando el motor está frío y las abre a medida que se va calentando. El ventilador es movido por una correa desde el cigüeñal.



El radiador de aceite está dispuesto de forma que el aire del ventilador pase por él para obtener el enfriamiento del aceite aún con el vehículo parado. El sistema de la figura corresponde al motor Volkswagen de cuatro cilindros y 1500 cm³ del modelo mencionado.

El de la figura 37 es un grupo moto propulsor (motor con el cambio y diferencial incluidos) de un Citroën GS, también de cuatro cilindros opuestos. El ventilador es de tipo axial.



En la actualidad se usa muy poco en la automoción, se usa en vehículos industriales y en muy pocos casos.

Entre las ventajas que aporta la refrigeración por el aire respecto a la de líquido, se pueden citar:

- Sencillez de construcción. El peso muerto del sistema es menor que en el de líquido.

- Prácticamente no necesita mantenimiento alguno, aparte del tensado de la correa de accionamiento.

- Menos averías. En la refrigeración por líquido la mayor parte de las averías consisten en pérdidas del mismo.

- No necesita abastecimiento de refrigerante.

- No está expuesto a la congelación en invierno ni a la ebullición en verano de refrigerante.

- Alcanza antes la temperatura de régimen. Sin embargo los inconvenientes que presenta son decisivos para su aplicación a los automóviles:

- Funcionamiento ruidoso originado por el ventilador.

-Refrigeración irregular, ya que se enfrían más las partes que reciben primero el aire.

-Regulación de temperatura difícil de conseguir.

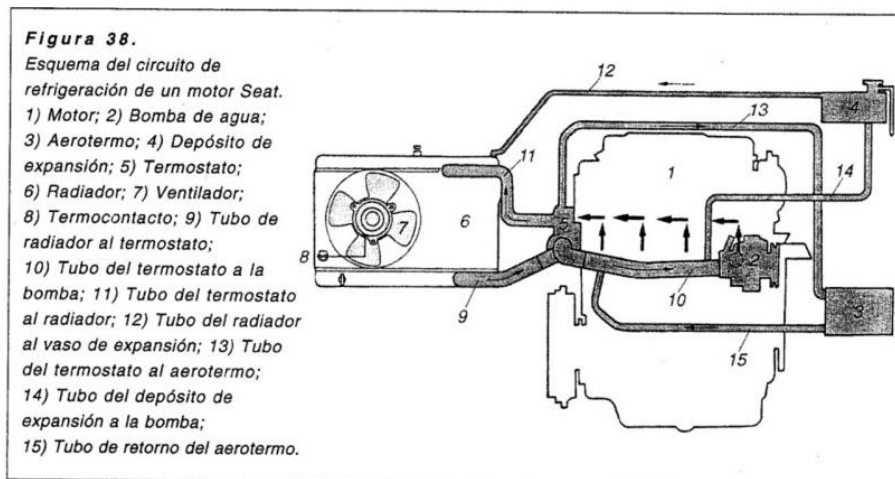
-Mayor absorción de potencia por el ventilador, ya que éste tiene que funcionar de forma continuada.

-Necesidad de refrigeración del aceite.

3.2_REFRIGERACIÓN POR LÍQUIDO

Como recordaremos, en el interior del bloque y rodeando los cilindros, hay una cámara para que circule el líquido de refrigeración; también en la culata hay una cámara para refrigerar las cámaras de explosión y los alojamientos de las guías de las válvulas. La cámara del bloque se comunica con la de la culata por medio de unos pasos, de forma que el líquido refrigerante penetra por la parte inferior del bloque y sale por la parte inferior del bloque y sale por la parte superior de la culata después de haber ejercido su misión refrigeradora.

El circuito de refrigeración exterior al motor adopta en cada marca y modelo de automóvil sus particularidades propias, generalmente (fig 38) está constituido por los siguientes elementos: 1 es el motor, con el circuito interno mencionado en el párrafo anterior señalado con con línea de trazos. 2 la bomba de encargada de hacer circular el líquido. 3 es el radiador para la calefacción interior del vehículo. 4 el depósito o vaso de expansión y desgasificación para cuando cuando se calienta el líquido refrigerante. 5 el termostato que regula la temperatura del motor. 6 el radiador cuya misión es evacuar al aire el calor del líquido refrigerante. 7 un ventilador para activar la corriente de aire cuando la velocidad del vehículo es insuficiente. 8 es el interruptor termostático para accionar el ventilador cuando éste es movido por un motor eléctrico.



Con el motor caliente, el termostato 5 permite el paso de líquido desde la parte inferior del radiador directamente a la bomba 2 por los tubos 9 y 10. La bomba lo impulsa hacia el interior de la parte inferior del bloque, desde donde sube a la culata y sale al termostato 5 y desde él por el conducto 11 a la parte alta del radiador.

El líquido caliente se enfría en el radiador y es aspirado de nuevo por la bomba, estableciéndose así el circuito.

Desde el termostato 5 y por el tubo 13, cuando está el grifo de la calefacción abierto llega el líquido al aerotermo, y por regresa el tubo 15 al retorno de la bomba.

El vaso de expansión contiene líquido hasta un cierto nivel, se comunica con el radiador por el tubo 12 y con de retorno de la bomba 10 por medio del conducto 14. Al calentarse el motor y dilatarse el líquido aumenta el nivel del depósito, y cuando se enfría, retorna al circuito. El depósito tiene un tapón que es por donde se llena o añade líquido al circuito; una válvula situada en el tapón mantiene la presión en el mismo; si por alguna causa la presión excede su valor, la válvula permite la salida de líquido al exterior por el sobrante.

Cuando el motor está frío, el termostato cierra los conductos 9 y 11, con lo que se anula el radiador, pasando el líquido desde la bomba al bloque y desde el bloque, por el termostato, directamente a la bomba por el tubo 10, consiguiéndose con ello un calentamiento más rápido del motor; cuando el líquido alcanza su temperatura normal, el termostato se abre restituyendo la circulación por el radiador.

3.2.1_ Elementos que componen un circuito de refrigeración:

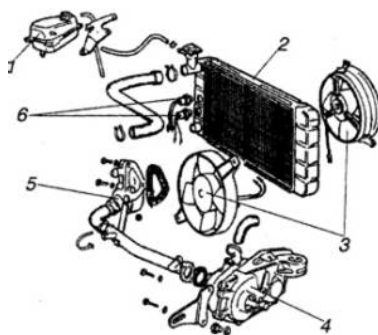


Figura 39.
Elementos del sistema de refrigeración.
1) Depósito de expansión; 2) Radiador;
3) Motoventiladores; 4) Bomba;
5) Termostato; 6) Termocontactos.

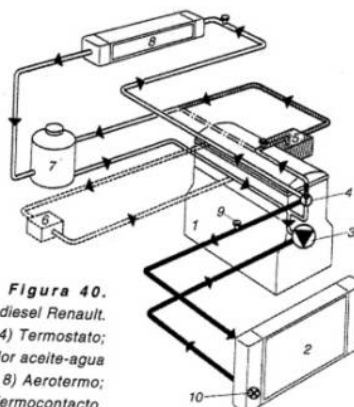
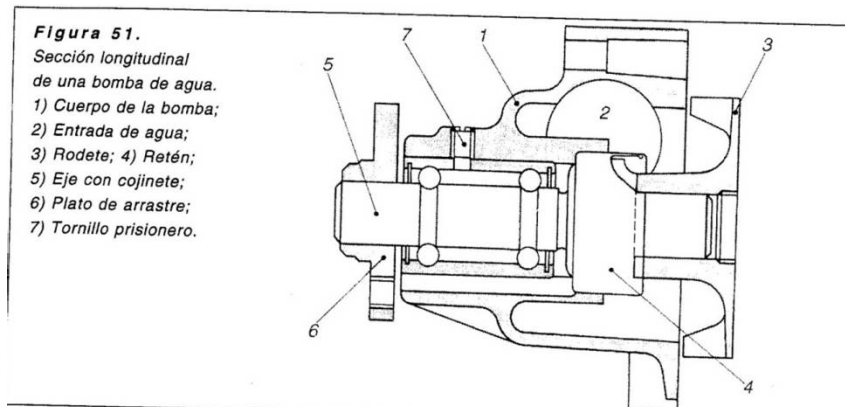


Figura 40.
Esquema del circuito de refrigeración de un motor diesel Renault.
1) Motor; 2) Radiador; 3) Bomba de agua; 4) Termostato;
5) Bomba de inyección; 6) Intercambiador de calor aceite-agua
(Motor turbo); 7) Depósito de expansión; 8) Aerotermo;
9) Sangradores; 10) Termocontacto.

3.2.1.1 Bomba de agua



Es un elemento indispensable en la refrigeración por líquido. Al ser movida por el cigüeñal, su caudal es proporcional al número de revoluciones del motor.

Las bombas empleadas en automoción son de tipo centrífugo, e imprimen una velocidad al líquido, a su paso por los conductos, de unos 2 m/s al régimen normal, con presiones inferiores a los 2 bares.

El cuerpo de la bomba y el rodete se fabrican fundidos en aleación de ligera, y mas raramente en función de hierro.

La bomba está constituida (fig 51) por el cuerpo de bomba 1, en cuyo interior entra ajustado el eje con cojinete 5; encajado en el cuerpo va el retén 4, y en el extremo del eje va montado, a presión, el rodete 3. En el otro extremo del eje va montado, a presión, el rodete 3. En el otro extremo del eje, también a presión, va introducido el plato 6 sobre el que se monta la polea de arrastre; un tornillo prisionero 7 inmoviliza al cojinete del eje en su alojamiento.

El cojinete es indismontable del eje, que le sirve de pista; está formado por dos filas de bolas, sellado por sus extremos y engrasado de por vida.

El retén va alojado a presión en su caja del cuerpo de la bomba y un muelle empuja a su anillo frontal, que es el que roza axialmente con el cubo del rodete para impedir el paso de agua al cojinete.

En la figura 53 se puede ver el despiece de la bomba, señalados sus componentes con los mismos números que en el esquema de la figura 51.

El cuerpo de la bomba va atornillado sobre el bloque, quedando el rodete en el interior de un hueco con forma de voluta de la cámara de refrigeración.

El tubo 2 del cuerpo de la bomba está unido mediante un manguito de goma con la salida inferior del radiador, de manera que al girar el rodete aspira líquido

refrigerante ya enfriado del radiador y lo impulsa a presión al interior del bloque, estableciendo la circulación.

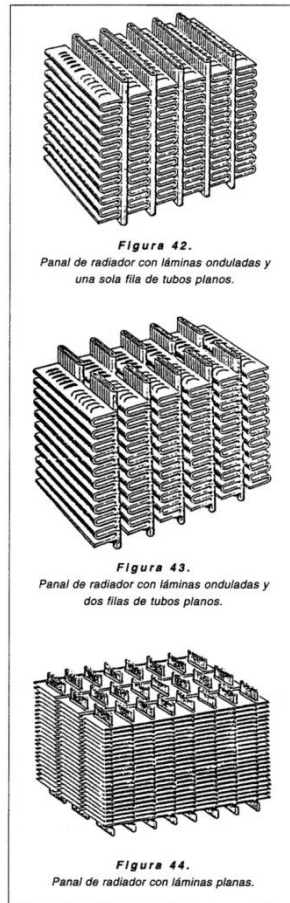
Por supuesto, que el cuerpo de la bomba puede adoptar formas muy diferentes, dependiendo del tamaño y de su situación en el motor. Asimismo, la forma de las paletas del rotor y el número de ellas dependen del caudal a suministrar por la bomba.

La bomba de agua es movida desde el cigüeñal por una correa que, generalmente hace girar también al alternador, otras veces es la misma correa de la distribución la que la mueve.

3.2.1.2 El radiador

Es un intercambiador de calor líquido-aire, cuya misión es enfriar el líquido de refrigeración después de su paso por el motor. Su funcionamiento está basado en hacer el líquido por unos tubos de poca sección rodeados de aletas, exponiendo la parte externa a una corriente de aire. Tanto los tubos como las aletas están contruidos con materiales buenos conductores del calor, como son el cobre, el latón y el aluminio.

Para aprovechar el aire de la marcha del vehículo, los radiadores se montan en la parte delantera del compartimento del motor. El radiador esta compuesto por tres partes: el panal puede estar formado por una sola fila de tubos planos, separados por unas láminas o aletas onduladas (fig 42), o por dos o más filas de tubos (fig 43); las aletas pueden ser también planas (fig 44) y, en ese caso, los tubos pueden se redondos.



Las dimensiones del panel dependen de la cantidad de líquido a enfriar. La pérdida de temperatura del líquido, al pasar por el radiador, suele ser de 6 a 8 grados.

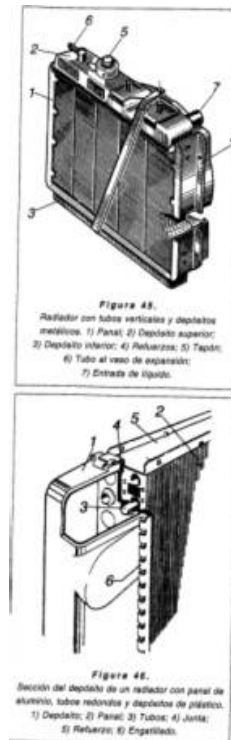
A cada lado del panel, coincidiendo con los extremos de los tubos, va acoplado, herméticamente, un depósito.

Si los tubos del panel van dispuestos verticalmente, los depósitos quedan uno arriba y el otro debajo (fig. 45), y si los tubos son horizontales, uno a cada lado.

En la parte alta de uno de los depósitos va instalado un tapón de llenado y el tubo de llegada del líquido, donde se empalma el manguito de goma procedente del termostato; y en el depósito inferior, o en la parte baja del otro, el tubo donde se conecta el manguito de goma de salida que conduce al bloque, el tapón de vaciado y el termocontacto que pone en marcha el electroventilador a partir de la temperatura prevista.

En los radiadores de cobre o latón, el panel se une a los depósitos por medio de soldaduras de estaño. Cuando el panel es de aluminio, que es el comúnmente empleado en los radiadores actuales, los depósitos son de plástico (fig. 46) y van

unidos al panel mediante una chapa, que por engatillado e interposición de juntas de goma, asegura la estanqueidad del conjunto.

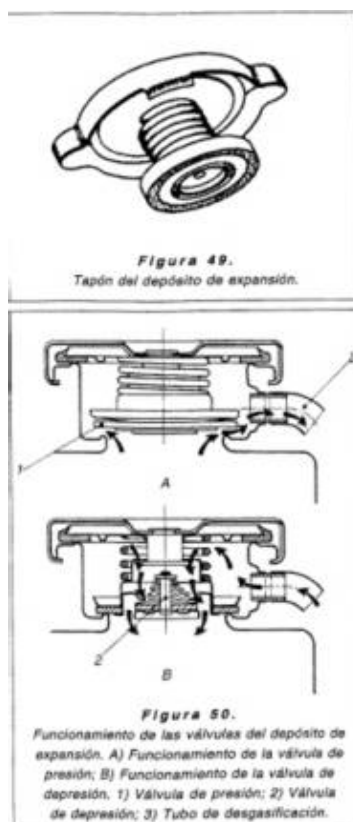


3.2.1.3 Vaso de expansión

En los motores antiguos la boca de llenado del radiador se comunicaba con el exterior mediante un tubo de sobrante. Por este procedimiento el agua no podía pasar de 100 grados, pues a esta temperatura hervía y se evaporaba, perdiéndose por el sobrante; entonces, la falta de agua hacía que se calentara más el motor, con lo que se perdía más agua. En el sistema actual, el líquido de refrigeración tiene un punto de ebullición más alto que el del agua, y como además el circuito trabaja a presión sin comunicación con el exterior el líquido refrigerador resiste temperaturas del orden de los 135 grados sin hervir, con presiones que van de 1 a 1,5 bares.

El líquido refrigerante se dilata al calentarse; para que no aumente peligrosamente la presión en el circuito, se dispone de un depósito o vaso de expansión. Este depósito es un recipiente de plástico situado en el compartimento del motor o bien adosado al propio radiador, y está conectado en derivación con el circuito.

El vaso contiene líquido hasta un cierto nivel. Su tapón (fig. 49) tiene dos válvulas montadas en sentido contrario la una de la otra (fig. 50); en el detalla A esta actuando la válvula de presión.



Al calentarse el líquido se dilata, sube el nivel y mantiene comprimido al aire que hay en la parte superior del vaso; cuando la presión supera el valor previsto vence la fuerza del muelle tarado de la válvula y el aire sale al exterior. Al enfriarse, el líquido de refrigeración recupera su volumen normal, creándose una depresión en el vaso; entonces (detalle B), la presión atmosférica vence la acción del muelle de la válvula de depresión y permite la entrada de aire, regulando así la presión del circuito.

Si en caso de avería en el sistema, el líquido llegara a hervir, también saldría por el tubo de degasificación evitando peligrosas sobrepresiones, aunque no las consecuencias de la falta de refrigerante.

3.2.1.4 Líquido refrigerante

Los líquidos refrigerantes son compuestos de agua, monoetileno glicol, un inhibidor de la corrosión y un antiespumante, a los que se añade colorante que varía con la marca del producto. Una proporción de un 30% de monoetileno glicol protege el circuito hasta -18 grados, si se aumenta a un 50% la protección pasa a -36 grados; en el comercio se vende en distintas proporciones. Al hacer la elección hay que tener en cuenta las temperaturas mínimas de los lugares por donde va a circular el vehículo.

También se puede emplear agua descalcificada añadiéndole un aditivo anticongelante y anticorrosivo en las proporciones indicadas por el fabricante del producto, según la temperatura a que se desea proteger el motor.

Los radiadores de aluminio son mucho más sensibles a la corrosión que los de cobre o latón, por eso es conveniente utilizar el tipo de aditivo recomendado por el fabricante del vehículo.

3.2.2 REGULACIÓN DE LA REFRIGERACIÓN

La temperatura de régimen es aquella en la que el motor trabaja en óptimas condiciones, o sea, con el máximo rendimiento y menor emisión de gases tóxicos. Es, pues, deseable, que cuando el motor está frío alcance la temperatura de régimen lo antes posible, y que cuando está sometido a fuertes cargas, o el vehículo marche a poca velocidad, no la sobrepase.

Para que el motor se caliente rápidamente se instala en el circuito el termostato, y para que no se caliente en exceso se recurre al ventilador.

3.2.2.1 Termostato

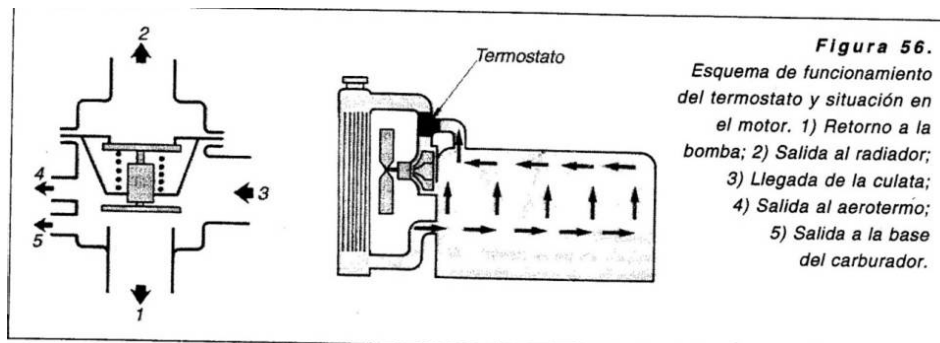
La misión del termostato es impedir, cuando el motor está frío, la circulación del líquido por el radiador, desviándolo directamente a la bomba, para que ésta lo vuelva a introducir por la parte inferior del bloque, logrando así un calentamiento rápido del motor. Del termostato parten también dos manguitos de goma: uno al aerotermo y otro a la cápsula termostática de la bomba de inyección si el motor es diesel, o a la base del carburador si es de gasolina. Cuando el motor alcanza la temperatura de régimen, el termostato permite el paso del agua caliente por el radiador para su enfriamiento.

El termostato va montado en el extremo anterior de la culata, aunque si el motor es transversal puede ir en la parte opuesta con sólo alargar el manguito que lo une al radiador.

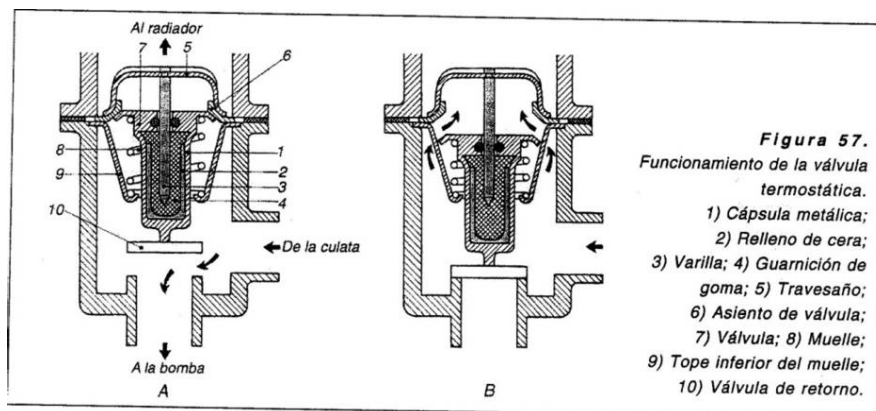
La culata tiene un amplio orificio sobre el que se adosa el cuerpo del termostato, con interposición de una junta, y se fija con tornillos, de tal forma que la salida de agua caliente de la culata se efectúe a través de él. También puede ir montado en un soporte y unido a la culata por un manguito.

En la figura 56 se muestra un esquema de funcionamiento del termostato y su situación en el motor. En el interior del cuerpo del termostato y su situación en el motor. En el interior del cuerpo hay una válvula doble termostática 6, que cuando el motor está frío cierra el paso 3 de salida hacia el radiador y abre el 1 de retorno a la bomba. Al calentarse el líquido, la válvula, permite el paso por 2 hacia el radiador y cierra el 1, estableciéndose la circulación normal. Las salidas 4 y 5 para el radiador de

la calefacción y el carburador respectivamente, siempre reciben el líquido directamente de la culata.



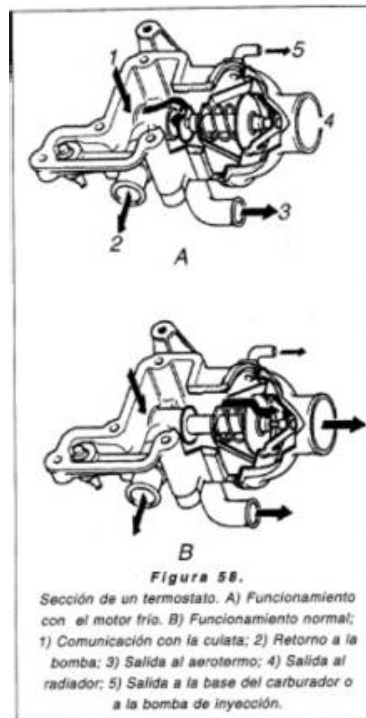
La constitución interna de la válvula termostática se puede apreciar en la figura 57. Está formada por una cápsula metálica 1, de la que forman parte las válvulas 7 de salida al radiador y 10 de vuelta a la bomba, en cuyo interior hay una cierta cantidad de cera 3 y una varilla metálica 3 separada de la cera por una guarnición de goma 4; el extremo de la varilla que sale de la cápsula está fijo a un puente o travesaño 5, unido al asiento 6 de la válvula 7.



Cuando el termostato está frío un muelle 8 que se apoya en el puente 9, comprime la válvula 7, cerrando la salida al radiador al mismo tiempo que mantiene descubierta la salida a la bomba.

La calentarse el líquido de refrigeración la cera se funde y se dilata forzando a la varilla a salir de la cápsula, pero como la varilla está fija, es la cápsula la que se desplaza comprimiendo el muelle, abriendo el paso hacia el radiador y cerrando el retorno a la bomba.

En la figura 58 se muestra la sección real de un termostato y la circulación del líquido, A en frío y B en caliente.

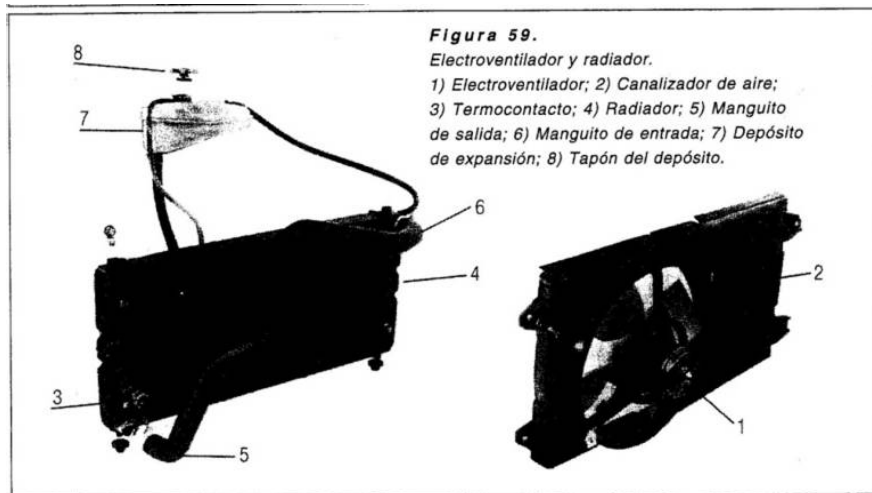


3.2.2.2 Ventilador

Es el encargado de activar una corriente de aire a través del radiador cuando sobrepasa una cierta temperatura. Esta circunstancia se da, normalmente, cuando el vehículo circula por ciudad con exceso de tráfico.

En los motores antiguos solía ir instalado en el mismo eje de la bomba de agua y a veces en el extremo del cigüeñal, y su funcionamiento era constante. Como resulta que en los sistemas de refrigeración actuales el ventilador sólo es necesario durante el 10% del tiempo de funcionamiento aproximadamente, se emplean ventiladores de conexión automática, en función de la temperatura del líquido de refrigeración.

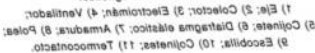
El más empleado es el electroventilador que consiste en un ventilador accionado por un motor eléctrico, que se pone en funcionamiento cuando la temperatura del líquido en la parte baja del radiador es la suficiente para activar un termocontacto que cierra el circuito. En la figura 59 se distinguen el electroventilador 1 fijado al canalizador de aire 2 y el termocontacto 3, el resto ya lo conocemos.



En algunos vehículos se montan dos electroventiladores, uno el lado del otro, que funcionan escalonadamente mandados por un termocontacto cada uno.

A partir de turismos de tamaño mediano el accionamiento eléctrico del ventilador ya resulta caro, por lo que en muchos motores se emplean los ventiladores electromagnéticos o los de acoplamiento hidráulico.

En la figura 60 se ve seccionado un ventilador electromagnético. El eje 1, que puede ser el mismo de la bomba, gira sobre los cojinetes de bolas 10 de su soporte y es movido por la polea 8 enchavetada en él. También el cubo del ventilador 4 va montado sobre el eje mediante un rodamiento de bolas 5, y puede girar independiente del eje; solidario con el cubo del ventilador hay un diafragma elástico 6, que soporta la armadura 7 del electroimán.



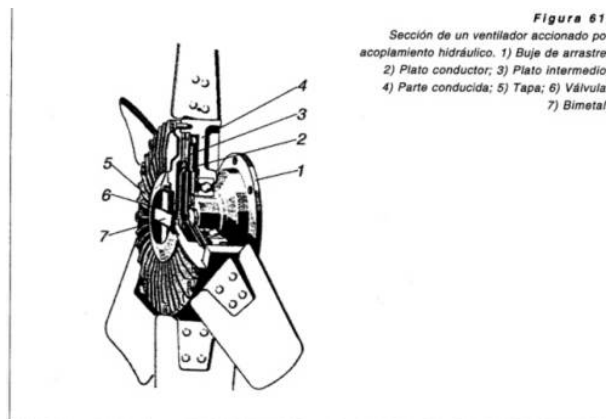
Mientras que el motor no alcance la temperatura prevista, el ventilador queda suelto, pero al llegar a este punto, el termocontacto situado en el circuito del líquido refrigerante, cierra el circuito eléctrico y se activa el electroimán, que atrae a su armadura solidarizando al ventilador con la polea. Al disminuir la temperatura, el termointerruptor se abre y el ventilador queda sin arrastre.

El funcionamiento del ventilador de acoplamiento hidráulico (fig.61) está basado en el rozamiento interno de un líquido altamente viscoso, y de su adherencia a las paredes del acoplamiento. Está compuesto por tres partes: el buje impulsor 1, que recibe el movimiento de la polea y al que va fijado con tornillos el plato conductor o primario 2; la parte conducida 4, montada sobre el buje con un rodamiento de bolas, que es la que soporta el ventilador; y el plato intermedio o de regulación 3, que divide el espacio de trabajo en dos compartimentos: uno de trabajo y otro de reserva, que se comunican mediante la válvula 6.

El plato conductor gira sin ninguna conexión mecánica en el espacio de trabajo y su par lo transmite a través del líquido a la parte conducida. Un rascador que gira con la parte conducida lleva continuamente el líquido al espacio de reserva, que fluye nuevamente al de trabajo por la válvula 6 debido a la fuerza centrífuga.

Al descender la temperatura del motor, una lámina bimetálica 7 expuesta a la corriente de aire que pasa por el radiador cierra la válvula, con lo que el líquido se

concentra en el espacio de reserva y se vacía el de trabajo, produciéndose el desacoplamiento.

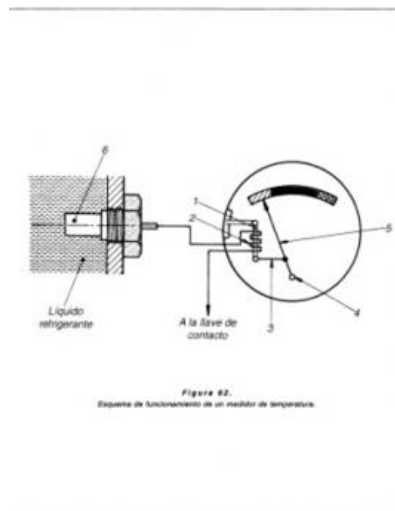


3.2.2.3 Indicador de temperatura

El indicador de temperatura va instalado en el cuadro de instrumentos, y sirve para la informar al conductor sobre el funcionamiento del sistema de refrigeración. El indicador puede ser una simple lámpara conectada a un termoccontacto situado en la culata, que cuando el líquido se calienta en exceso cierra el circuito eléctrico y enciende la lámpara, indicando al conductor que existe peligro para el motor. Más frecuente es que en el tablero instrumentos haya un reloj indicador con la escala de la esfera marcada en grados o dividida en tres zonas: una blanca que indica que el motor está frío, una verde que indica que el motor está caliente y otra roja que indica peligro. El funcionamiento es el siguiente:

El indicador (fig.62) está formado por una lámina bimetálica 1, que lleva enrollada una resistencia calefactora 2; el extremo de la lámina se une a la aguja indicadora 5 mediante el brazo 3. En serie con la resistencia 2 hay un termistor o termistancia en el interior de una sonda 6, roscada normalmente en la culata y en contacto con el líquido de refrigeración.

Al conectar el interruptor de encendido la corriente pasa por la resistencia 2 y por la sonda 6 a masa; como la sonda es poco conductora por estar fría, la corriente del circuito es insuficiente para calentar la resistencia 2. A medida que se calienta el líquido disminuye la resistencia del termistor y aumenta la corriente. Esto hace que la resistencia 2 se caliente y el bimetálico se curve, empujando por el brazo 3 a la aguja 5, que girando sobre el eje 4 se desplaza por la escala, siendo su desplazamiento proporcional a la temperatura del líquido.



4. REFRIGERACIÓN ELECTRONICA

El desarrollo de una refrigeración electrónica tenía por objetivo regular la temperatura de servicio del motor a un valor teórico en función del estado de carga.

Según las familias de características programadas en la unidad de control del motor se procede a regular una óptima temperatura de servicio, a través del termostato calefactable eléctricamente y mediante los escalones de velocidad de los ventiladores.

De esa forma es posible adaptar la refrigeración a la gama completa de potencias y cargas del motor.

Ventajas q resultan de adaptar la temperatura del líquido refrigerante al estado operativo momentáneo del motor:

- Reducción de consumo a régimen de carga parcial.
- Reducción de las emisiones brutas de CO y HC.

Modificación en comparación con el circuito de refrigeración convencional:

-Integración en el circuito de refrigeración mediante mínimas modificaciones del diseño.

-La caja de distribución del líquido refrigerante y el termostato forman una unidad compartida.

-Se suprime el regulador de líquido refrigerante en el bloque motor.

-La unidad de control del motor incluye adicionalmente las familias de características para la refrigeración electrónica.

4.1 COMPONENTES PRINCIPALES

4.1.1 Caja de distribución del líquido refrigerante.

Se monta directamente en la culata, en lugar del manguito de empalme. Es recomendable contemplar en dos niveles:

Por parte del nivel superior se alimenta el líquido refrigerante hacia los diferentes componentes. Una excepción a este respecto es la alimentación hacia la bomba de líquido refrigerante.

El nivel inferior de la caja de distribución se encuentra concentrado el retorno de líquido refrigerante, procedente de los diferentes componentes.

Un conducto vertical comunica el nivel superior con el inferior. El termostato abre/cierra el conducto vertical por medio de su platillo de válvula pequeño.

La caja de distribución del líquido refrigerante es prácticamente la estación distribuidora del líquido refrigerante hacia los circuitos mayores y menor, según las condiciones dadas.

4.1.2 Unidad de regulación

-Componentes funcionales

Termostato de materia dilatable

Calefacción por resistencia en el elemento de cera

Muelles de compresión para el cierre mecánico de los conductores para líquido refrigerante.

1 patilla de válvula mayor y 1 platillo menor.

-Funcionamiento

El termostato de materia dilatable en la caja de distribución del líquido refrigerante se halla dispuesto en un baño de líquido refrigerante.

El elemento de cera regula sin calefacción, en la forma habitual, pero está dimensionado ahora para una temperatura diferente.

La temperatura del líquido refrigerante hace que la cera se ponga líquida y se dilate. Esta dilatación provoca una carrera en el perno de elevación.

Esto, por tanto, sucede en el caso normal y sin aplicación de corriente eléctrica, de acuerdo con un nuevo perfil de temperatura de 110 grados para el líquido refrigerante a la salida en el motor.

El elemento de cera tiene integrada una resistencia de calefacción, la cual, al aplicársele corriente eléctrica, calienta adicionalmente el elemento de cera, haciendo que la carrera de reglaje ya no suceda solamente en función de la temperatura del líquido refrigerante, sino que también de conformidad con las instrucciones proporcionadas por la unidad de control del motor en función de la familia de características.

4.1.3 Circuito de refrigeración menor

ARRANQUE EN FRÍO Y CARGA PARCIAL DEL MOTOR

El circuito menor sirve para calefactor rápidamente el motor.

La refrigeración del motor gestionada por la familia de características todavía no actúa.

El termostato en la caja de distribución del líquido refrigerante ha cerrado el retorno del radiador y abierto el trayecto corto hacia la bomba de líquido refrigerante. El radiador no interviene en este circuito del líquido refrigerante.

POSICIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN MENOR, posición inicial: el motor se pone en marcha y funciona.

La bomba pone en circulación el líquido refrigerante.

El líquido procedente de la culata pasa al nivel superior de la caja de distribución y de ahí pasa al nivel inferior a través de un conducto.

La posición del termostato permite solamente el recorrido directo hacia la bomba de líquido refrigerante.

El líquido refrigerante se calienta muy rápidamente. El circuito menor sirve, por tanto, para caldear el sistema.

El intercambiador de calor de la calefacción y el radiador de aceite están acoplados al circuito menor.

4.1.4 CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN

CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN MAYOR

El circuito de refrigeración mayor es abierto por el termostato en el regulador de líquido refrigerante en cuanto alcanza una temperatura de aprox. 110 °C o bien es abierto en función de la carga, controlado por familia de características.

El nivel de temperatura en el circuito mayor a plena carga, de 85 a 95 grados.

POSICIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN MAYOR: motor a plena carga.

El termostato en la caja de distribución de líquido refrigerante recibe corriente eléctrica, abriendo así el retorno del radiador.

El platillo de válvula menor cierra al mismo tiempo el circuito menor hacia la bomba de líquido refrigerante, por estar acoplado mecánicamente.

La bomba de líquido refrigerante impele el líquido, tras su salida de la culata, directamente a través del nivel superior hacia el radiador.

El líquido vuelve, refrigerado por el radiador, hacia el nivel inferior, donde es vuelto a aspirar por la bomba de líquido refrigerante.

Una parte del líquido circula entonces el circuito mayor y otra parte circula en el circuito menor.

4.1.5 FUNCIONAMIENTO ELECTRICO.

UNIDAD DE CONTROL

Configuración

En la unidad de control están integradas las funciones específicas para la refrigeración electrónica. Son importantes varias familias de características:

- Temperatura teórica 1 del líquido refrigerante
- Temperatura teórica 2 del líquido refrigerante
- Relación de mando previo
- Diferencia de temperatura a través del radiador para el escalón de velocidad 1 de ventiladores
- Diferencia de temperatura para el escalón de velocidad 2 de los ventiladores

La unidad de control del motor ha sido ampliada con los terminales de conexión

Para los sensores y actuadores pertenecientes a la refrigeración electrónica:

- Aplicación de corriente del termostato.
- Temperatura en el retorno del radiador.

- Gestión de los ventiladores del radiador
- Potenciómetro en el regulador de calefacción.

FUNCIONAMIENTO

Cada segundo se efectúa el cálculo de las funciones para la temperatura gestionada por familia de características.

Conforme al resultado de los cálculos para el funcionamiento se ponen en vigor los ciclos de regulación del sistema.

- Activación para la resistencia de calefacción en el termostato para la refrigeración del motor gestionada por la familia de características, con objeto de abrir el circuito mayor.
- Excitación de los ventiladores del radiador para respaldar el descenso rápido de la temperatura del líquido refrigerante.

AUTODIAGNÓSTICO

El sistema de refrigeración electrónica está integrado en el autodiagnóstico. Con el autodiagnóstico se vigilan los sensores, los actuadores y la UEC.

Si la unidad de control detecta una avería, procede a calcular valores supletorios a partir de otras señales de entrada y pone a disposición las correspondientes funciones de marcha de emergencia. La avería se inscribe en la memoria.

Se diferencian los siguientes casos de diagnósticos:

- Avería del transmisor de temperatura del líquido refrigerante.
- Avería en los diferentes transmisores de temperatura del líquido refrigerante
- Avería en las etapas finales de los ventiladores
- Avería en la etapa final del termostato.

