

# Sistemas de refrigeración



IES La Guineueta  
183guineueta  
CFGM Electromecánica de vehículos  
Equipo A.  
Sistemas de refrigeración en vehículos actuales.  
Christian Tudela Trancoso  
David Noya Sampablo  
Tutor: Manel Bielsa Roche

## Índice

### Sistemas de refrigeración

- Misión de sistema de refrigeración.....Pag3
- Sistemas de refrigeración por aire..... Pag4
  - Refrigeración por aire directa.....Pag5
  - Refrigeración por aire forzada.....Pag5
  - Ventajas del sistema de refrigeración por aire.....Pag6
  - Inconvenientes del sistema de refrigeración por aire.....Pag6
- Sistemas de refrigeración por líquido.....Pag6
  - Cámaras de agua..... Pag6
  - Radiador..... Pag7
  - Bomba de agua..... Pag8
  - Uniones elásticas..... Pag9
  - Ventilador o electroventilador..... Pag9
    - El ventilador con acoplador electromagnético..... Pag10
    - Ventilador con acoplador hidráulico.....Pag11
  - Termostato..... Pag11
  - Elementos de control ..... Pag13
  - Circuitos de refrigeración..... Pag14
  - Líquido refrigerante..... Pag15
  - Ventajas del sistema de refrigeración..... Pag16
  - Inconvenientes del sistema de refrigeración.....Pag16
- Posibles averías en la refrigeración..... Pag17

## **EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

- Misión del sistema de refrigeración

Al hablar del motor de explosión decíamos que en su funcionamiento se aprovechaba parte de la energía química existente en un combustible y que se transformaba en energía mecánica.

La transformación se hacía mediante la inflamación de la mezcla que producía una explosión. En esta explosión se desarrolla un extraordinario calor, hasta el punto que la mayor parte de la energía que no se utiliza, sí da lugar al calentamiento y por consiguiente a muy elevadas temperaturas en los elementos y piezas de la cámara de explosión, principalmente durante el tiempo de escape.

Esta temperatura, que en el momento de la explosión se acerca a los 2.000 grados (temperatura instantánea), produciría una dilatación tal, que las piezas llegarían a agrietarse, dando lugar por otra parte a una descomposición del aceite de engrase. Ahora bien, no solamente se produce calor en la cámara de compresión, sino también en los cilindros, pues aún cuando en ellos no tiene lugar la explosión y no están sometidos a la temperatura instantánea que ésta provoca, sí lo están a la de los gases durante el tiempo de explosión y por otra parte al calor producido por el frotamiento continuo del pistón sobre sus paredes.

Para eliminar en parte ese calor y evitar los perjuicios que puede ocasionar se recurre a la refrigeración de las piezas o elementos del motor que más calor reciben. Ello se consigue con el sistema de refrigeración.

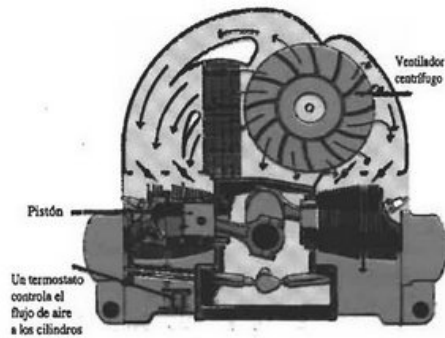
Este calor absorbido no ha de ser ni muy poco (ya que produciría dilataciones), ni muy elevado (pues bajaría el rendimiento del motor notablemente). Aproximadamente se eliminará por el sistema de refrigeración un 30% del calor producido en la explosión o combustión.

Además de estas grandes dilataciones, las altas temperaturas producidas en los motores hacen que la cantidad de mezcla que llega a los cilindros sea pequeña, por lo que es necesario para el aumento de rendimiento del motor, dotarlo de un sistema de refrigeración. También ocurre que, debido a las altas temperaturas, el aceite de lubricación pierde sus propiedades lubricantes. Las partes que requerirán mayor refrigeración, serán aquellas sometidas a más altas temperaturas. Estas son: la culata (especialmente las zonas de proximidad a la válvula de escape), las válvulas (con sus asientos y guías) y los cilindros (debido al roce con el pistón).

## Sistemas de refrigeración

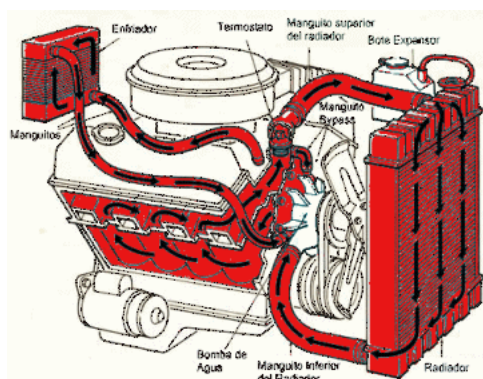
Los sistemas de refrigeración que se utilizan en la actualidad son:

- Refrigeración por aire.



Refrigeración por circulación forzada de aire

- Refrigeración por líquido.



- Refrigeración por aire

La refrigeración por aire se consigue exponiendo las partes más calientes del motor (culata y exterior de los cilindros) a la corriente de aire que se produce por la marcha del vehículo o bien por una turbina, al irse renovando continua y rápidamente el aire absorbe el calor de las superficies antes indicadas.

El calor producido en el motor se evacua directamente al aire, para lo cual el motor se construye de aleación ligera (con buen coeficiente de conductividad térmica) y se le aumenta la superficie de contacto con el aire, dotándole de una serie de aletas. Estas aletas serán más grande cuanto mayor sea el calor a evacuar. Así, pues, las más grandes serán las más cercanas a la culata (cámara de explosión).

El intercambio de calor entre los cilindros y el aire será mayor cuanto más delgadas sean las paredes de las aletas, debiéndose mantener el espacio entre las aletas perfectamente limpio.

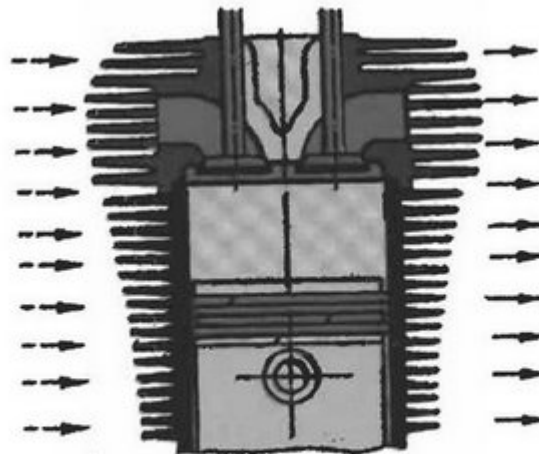
Dependiendo de la forma de hacer llegar el aire a los cilindros existen dos tipos de refrigeración por aire:

- Refrigeración por aire directa.
- Refrigeración por aire forzada.

### **Refrigeración por aire directa**

El aire que incide sobre el vehículo al circular, a su vez, refrigera el motor, dependiendo así la refrigeración de la velocidad del vehículo y no de la del motor.

Al ralentí, la refrigeración es mínima, ya que se realiza por radiación únicamente y a bajas revoluciones del motor. Por ello sólo se utiliza en motocicletas de pequeña cilindrada que tienen el motor expuesto al aire.



Refrigeración por aire directa

En turismos y camiones sería totalmente ineficaz, ya que la eliminación de calor por radiación dentro del compartimiento motor sería mínima.

### **Refrigeración por aire forzada**

La refrigeración por aire de los motores, al estar estos generalmente cerrados por la carrocería, es necesario encauzar el aire, canalizándolo hacia los cilindros y culata. Se dispone de una turbina que activa y aumenta esa corriente, que es movida por una correa montada en una polea situada en el extremo del cigüeñal. El ventilador aspira el aire exterior y lo dirige a las partes a refrigerar. Un estrangulador automático regula el paso de aire en función de las necesidades del motor. Así, en el arranque en frío, corta el paso de aire y el motor alcanzará rápidamente su temperatura de régimen.



### **Ventajas del sistema de refrigeración por aire**

- Diseño y construcción simplificado.
- Poco peso del motor (no tiene elementos como radiador, manguitos o bomba).
- Mínimo mantenimiento, al carecer de líquido refrigerante, bomba o manguitos.
- Tamaño pequeño del motor, al no tener cámara para líquido.
- Mayor rendimiento térmico (menos pérdidas de calor por refrigeración).
- Se alcanza la temperatura de régimen óptimo del motor antes que en la refrigeración líquida.

### **Inconvenientes del sistema de refrigeración por aire**

- Refrigeración irregular, debido a que depende de la temperatura del aire, la altitud y la velocidad del vehículo.
- Son más ruidosos, debido a que el aire al pasar entre las aletas produce vibraciones.
- Se enfrían muy rápidamente (uso del estrangulador muy a menudo).
- Peor llenado de los cilindros (menor potencia útil), debido a las temperaturas alcanzadas.
- Se utiliza en motores bóxer o de cilindros opuestos, por canalizar mejor el aire.

### **Refrigeración por líquido**

A continuación describimos los elementos y componentes de un sistema de refrigeración por circulación de líquido:

- Cámaras de agua.
- Radiador.
- Bomba de agua.
- Uniones elásticas.
- Ventilador o electroventilador.
- Termostato.
- Elementos de control.

#### **-Cámara de agua**

Son unos conductos practicados en el bloque motor y en la culata. Por los cuales circula el líquido refrigerante. Rodean las partes que están en contacto directo con los gases de la combustión (cilindros, cámaras de combustión, asientos de bujías y guías de válvulas).

Caracterizados por la cantidad de líquido que circula en el motor. Se incluye también el depósito donde se le añade agua al motor, el cual suministra el agua a los conductos anteriormente nombrados.



### **-Radiador**

Su misión es enfriar el agua caliente procedente del motor. Está situado, generalmente, en la parte delantera del vehículo de forma que el aire impacte sobre él durante su desplazamiento.

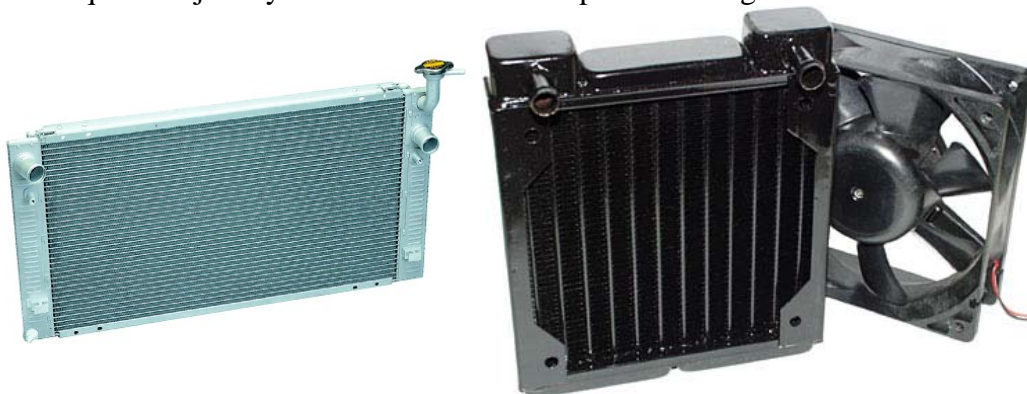
Se une al chasis de forma elástica mediante tacos de caucho y por medio de manguitos flexibles al motor, evitando así posibles daños con las vibraciones del motor y la marcha del vehículo. Para su fabricación se emplean generalmente, aleaciones a base de cobre (latón).

Si bien es cierto que cuanto mayor sea la superficie frontal del radiador mayor será también la refrigeración (más superficie en contacto con el aire), tampoco conviene que sea de una superficie excesiva, puesto que de ser así el motor tardaría mucho en alcanzar su temperatura de régimen de funcionamiento o no llegaría a alcanzarla. En algunos casos aislados se montan en la parte frontal del radiador unas persianas para regular la superficie del radiador expuesta a la fricción del aire.

Por ello, la efectividad de un radiador, depende de la superficie del mismo expuesta a la incidencia del aire.

Para mejorar el coeficiente aerodinámico del vehículo y que la superficie del radiador sea suficiente, se fabrican los radiadores gruesos en vez de muy altos.

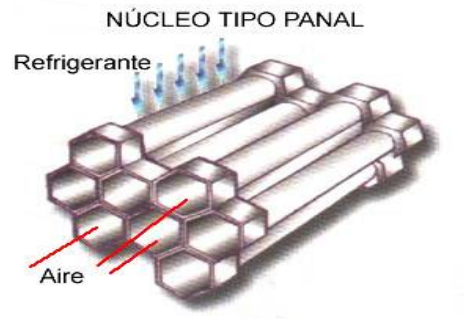
El radiador tubular está formado por una serie de tubos cilíndricos o planos; largos y finos; verticales u horizontales, rodeados por unas aletas de gran conductibilidad térmica que lo sujetan y a la vez le sirven de superficie refrigerante.



El aire del exterior y el producido por el ventilador pasa por entre los tubos, absorbiendo el calor de sus superficies y con ellos el del agua que por los estos desciende.



El agua cae vertical u horizontalmente y el aire que penetra horizontalmente lo refrigera a través de los tubos que tienen una gran conductividad. En el radiador de nido de abeja el cuerpo refrigerador está formado por finos y cortos tubos con sus extremos ensanchados en forma hexagonal.



Estos tubos van soldados unos a otros de forma que entre ellos dejan un estrecho espacio para el agua, mientras los tubos horizontales son atravesados por el aire de la marcha.

La superficie de refrigeración es muy grande. Son poco utilizados a causa de su elevado precio.

En la parte superior del radiador va dispuesto un tapón, que puede ser estanco (sistema moderno) o con válvula de seguridad (sistema antiguo).

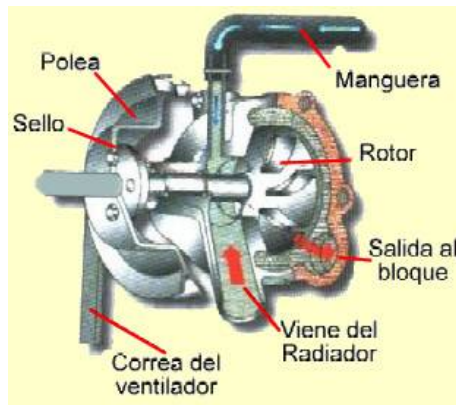
### **-Bomba de agua**



En el proceso de refrigeración, la circulación es activada por una bomba que se intercala en el circuito, entre la parte baja del radiador y el bloque, obligando la circulación del líquido refrigerante (refrigeración forzada).

La bomba más usada es de paletas de tipo centrífugo, es decir, que el agua que llega a la rueda de paletas, la cual gira dentro de un cuerpo de bomba de aleación ligera, es recogida por éstas y en su giro la expulsa con fuerza hacia la periferia, obligándola a pasar a las cámaras de agua.





La bomba va instalada frontal o lateralmente y recibe su movimiento del cigüeñal a través de una correa que en algunos casos también mueve el ventilador. Para evitar que el agua se salga por el eje, se le monta un dispositivo tipo prensa o junta de frotamiento, siendo la más usada actualmente.

El eje de la bomba está montado de forma excéntrica en el cuerpo de la misma, con objeto de economizar el paso de agua alrededor de la rueda.

Se debe comprobar y revisar el estado y la tensión de la correa de la bomba. Si está destensada podría producirse el calentamiento del motor al patinar ésta. Si estuviera muy tensada le afectaría a los cojinetes de la bomba y a la propia correa.

No tiene que estar ni muy tensada ni destensada, permitiéndose una flexibilidad de unos 2 centímetros, aproximadamente.

#### **-Uniones elásticas**

El radiador se une a la carrocería elásticamente (tacón de goma) y al motor mediante conducciones flexibles (manguitos) de tal forma que las vibraciones no perjudiquen al radiador.



#### **-Ventilador. Electro-ventilador**

Es el elemento encargado de hacer pasar una corriente de aire suficiente para refrigerar el agua a través del radiador. Además refrigera algunos órganos externos como generador, bomba, bomba de gasolina y carburador.



En los modelos antiguos el ventilador está montado en el mismo eje que la bomba de agua y mientras el motor funciona, lo hace el ventilador. Esto ocasiona que el ventilador funcione cuando el motor no lo necesita, es decir, cuando el vehículo estuviera frío o en marcha y aprovecharse de la corriente de aire producida en su recorrido. Esto implica un consumo de energía, ya que actualmente los automóviles son, en su mayoría, de motor delantero, pudiendo aprovechar la corriente producida por la marcha.

Actualmente los automóviles van dotados de un electroventilador con un mando termoelectrónico, de tal forma que entra en funcionamiento al adquirir el agua del circuito de refrigeración una determinada temperatura, evitando así pérdidas innecesarias de potencia por arrastre en regímenes en los que el empleo del ventilador no es necesario.

Uno de los elementos del electroventilador es el ventilador, que es una pequeña hélice, de dos a seis palas. Cuanto mayor sea el número de éstas, más enérgica será la corriente de aire proporcionada; también será dicha corriente más eficaz cuanto más largas sean las palas, hasta llegar a un máximo en que comenzaría a perder su eficacia.

Las palas son fabricadas con láminas de acero, aleación de aluminio o plástico moldeado. Deben ser lo suficientemente sólidas para que puedan absorber las deformaciones, así como estar bien equilibradas para que no produzcan vibraciones.

El electroventilador entra en funcionamiento cuando la temperatura del motor es superior a la de régimen, lo pone en funcionamiento el termocontacto que recibe la temperatura del líquido refrigerante.

El termocontacto va situado, generalmente, en una parte baja del radiador, o bien en la misma culata.

Cuando el vehículo está en marcha, el aire impacta directamente sobre el radiador, con lo que la refrigeración del líquido está asegurada. Al circular a poca velocidad, o cuando el vehículo se encuentre detenido, la refrigeración en el radiador es menor, y la temperatura del líquido subirá.

El electroventilador puede ir montado delante o detrás del radiador. En cualquiera de los dos casos, el sentido del aire será siempre de radiador hacia motor (de fuera a dentro).

### **Tipos de ventiladores**

En la actualidad se utilizan ventiladores que, solamente giran cuando la temperatura del motor se eleva hasta un grado determinado.

**El ventilador con acoplador electromagnético** está provisto de un embrague magnético que se conecta cuando la temperatura del agua se eleva hasta un grado determinado.

Ventilador con acoplador hidráulico y regulación térmica por aire del radiador.

La unión entre el ventilador y el motor, está asegurada por un acoplador hidráulico cuya acción se determina según la cantidad de líquido que se introduce en él.

Este líquido (aceite de silicosa o líquido hidráulico), está contenido en una cavidad dispuesta en el cubo del ventilador o en un depósito separado, y su introducción en el acoplador está controlada por una válvula fijada sobre el cubo del ventilador y sometida a la temperatura del flujo de aire que ha atravesado el radiador.

### **Ventilador con acoplador hidráulico y regulación térmica por líquido refrigerante (ventilador viscoso).**

Su funcionamiento se basa en el mismo principio que el anterior. Utiliza como elemento de fricción la silicona, pero la regulación de funcionamiento está regulada por la acción del líquido refrigerante sobre el bimetálico que actúa en la válvula de paso y no por el aire que atraviesa el radiador.

### **-Termostato**

El motor necesita ser refrigerado, pero como dijimos anteriormente, no en exceso, ya que una temperatura demasiado baja produce una mala vaporización de la gasolina que se condensa en las paredes de los cilindros, mezclándose posteriormente con el aceite y disminuyendo sus cualidades lubricantes, lo que ocasiona mayor gasto de combustible y un peor engrase.



Así pues necesitaremos un dispositivo (termostato) que haga que la refrigeración no actúe cuando el motor esté frío, para que se consiga rápidamente la temperatura de óptimo rendimiento (esta temperatura, medida en el líquido de refrigeración, es de 85° a 90° C aproximadamente). Este mismo dispositivo ha de permitir la refrigeración completa o parcial del agua, dependiendo de la temperatura del motor.

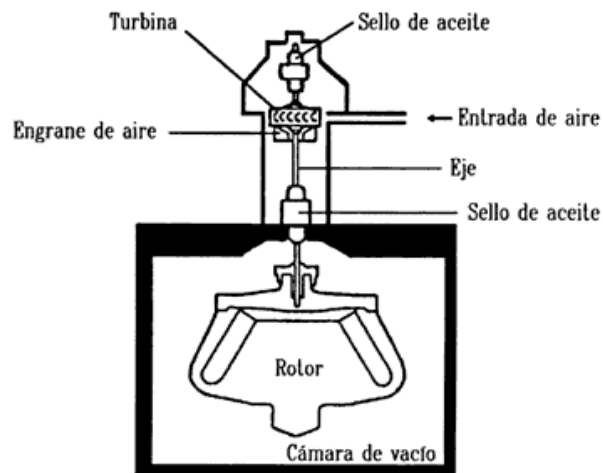
Así pues, la misión del termostato es mantener la temperatura del motor en la de óptimo rendimiento. Para ello actúa sobre el paso del agua regulando la temperatura de ésta sobre los 85° C. Si se produce un exceso de refrigeración (marcha de noche a bajas temperaturas), el termostato se vuelve a cerrar, calentando el motor.

Para mantener la temperatura del motor, actuando sobre la circulación del líquido, se emplea una válvula de doble efecto (el termostato), que se intercala en el circuito de salida de la culata hacia el radiador.

Los termostatos que se emplean son aparatos capaces de producir una acción de tipo mecánico cuando varía la temperatura del ambiente donde están situados, utilizándose generalmente dos tipos:

- Termostato de fuelle.
- Termostato de cera.

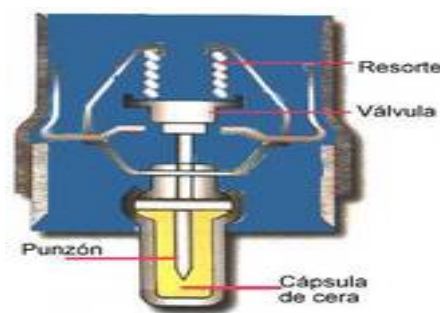
El termostato de fuelle consiste en un depósito metálico cerrado, de plancha muy fina, con las paredes en forma de acordeón. En este depósito hay un líquido o sustancia muy volátil, como por ejemplo: éter, parafina, etc.



Esta válvula, cuando el motor está frío, está cerrando el paso del líquido hacia el radiador y lo permite hacia la bomba. Al calentarse el líquido en el motor se calienta el depósito del termostato con el líquido volátil, éste se volatiliza y aumenta de volumen. El depósito, por este aumento de volumen se alarga, abriendo la válvula y permitiendo el paso del líquido hacia el radiador, a la vez que cierra el paso hacia la bomba.

Si, circulando con el vehículo, la temperatura del motor descende, por ser muy baja la exterior, el líquido de la válvula que se encontraba volatilizado, se condensa, disminuye su volumen y el depósito se contrae, cerrando la válvula el paso del refrigerante hacia el radiador y abriendo el paso hacia los cilindros (a través de la bomba de agua) hasta que nuevamente se alcanza la temperatura adecuada.

En los termostatos de cera, funcionamiento similar al de los de fuelle, sustituyéndose el líquido volátil por cera.



Este sistema es el más empleado actualmente.

### -Elementos de control

El conductor debe, en todo momento, poder comprobar la temperatura del agua de refrigeración, a fin de detectar inmediatamente las anomalías posibles en el circuito de refrigeración o motor.

El tablero de control está equipado a este fin; bien con un testigo luminoso, bien con un indicador de temperatura.

Un testigo luminoso se enciende cuando la temperatura normal de funcionamiento no es alcanzada. Cuando esta temperatura de funcionamiento es alcanzada, la lámpara se apaga, pero se vuelve a encender si ésta es excesiva.

Este testigo luminoso es mandado por un termocontacto que se sitúa en la culata o sobre el radiador.



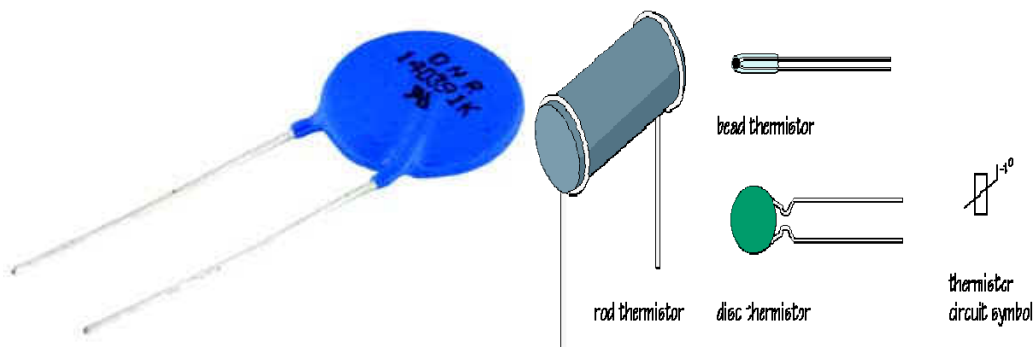
El termocontacto es un dispositivo, que hace funcionar el testigo luminoso para avisar al conductor.

Está constituido por una lámina bimetalica que se deforma en función de la temperatura. La deformación de esta lámina establece o corta el circuito de la lámpara piloto.

El indicador de temperatura, según la precisión del aparato, estará provisto de una graduación, indicando la temperatura exacta del motor, en zonas de colores diferentes, correspondiendo a un funcionamiento normal o anormal.

Estos indicadores de temperatura son mandados eléctricamente por un termistor que se sitúa en la culata o sobre el radiador.

El termistor es una resistencia que, funciona dependiendo de la temperatura, dejando pasar una corriente más menos intensa. Esta variación de corriente hace desviar la aguja del indicador de temperatura.



### **-Circuitos de refrigeración**

En la actualidad y en general, se emplea en vehículos automóviles, la refrigeración por circuito cerrado o sellado.

Existe otro tipo de circuito, el de refrigeración abierta que lo tendremos en cuenta como base del anterior, aunque no se utilice normalmente.

#### **• Circuito abierto**

El tapón de llenado del radiador en su parte superior posee una válvula de seguridad. Esta válvula comunica con la presión atmosférica y su misión es la de evitar que no se produzcan sobrepresiones en el circuito. En el caso de que en el interior del circuito de refrigeración se produjese una presión excesiva que pudiese dañar alguno de sus elementos, el circuito se pone en contacto con la atmósfera a través de la válvula, produciéndose la evacuación del vapor interno al exterior y retornando aire al interior del depósito.

Este sistema presenta el inconveniente de que el líquido perdido es irrecuperable, con lo que hemos de controlar frecuentemente el nivel del radiador para establecer las pérdidas.

#### **• Circuito cerrado o sellado.**

Este circuito consiste en conectar el radiador con un pequeño depósito denominado vaso de expansión. De esta manera el líquido no se pierde en el exterior y puede ser recuperable.



La válvula de seguridad que permite la salida del líquido del radiador, se encuentra en el tapón de cierre o a la entrada al vaso de expansión.



Esta válvula permite el paso del vapor de agua a presión hacia el vaso de expansión, hasta que se iguale con la presión en el radiador. Si la presión baja demasiado en el

radiador, la válvula permite el paso del líquido del vaso de expansión hacia el radiador y restablece así la presión y el nivel en el radiador.

El paso del líquido entre los dos elementos se consigue por diferencia de presiones del elemento con más presión hacia el elemento con menos presión del radiador al vaso o a la inversa.

El vaso de expansión se comunica con el exterior si la presión de funcionamiento es muy superior a lo establecido y lo hace a través de la válvula de seguridad que lleva el vaso de expansión.

La presión en el radiador, generalmente es superior a la atmosférica. Debido a esta presión en el radiador, el punto de ebullición del líquido aumenta, es decir, hierve a más de 100° C.

En este sistema no existen pérdidas de líquido. Si las hubiera, deberíamos revisar el circuito y localizar el punto donde se produce la fuga para poder subsanarlo.

### **Líquidos refrigerantes.**

Se emplea el agua tratada con ciertos aditivos, como líquido refrigerante, debido a su estabilidad química, buena conducción, su abundancia y economía.

El agua sola presenta grandes inconvenientes como:

- Sales calcáreas que obstruyen las canalizaciones del circuito (dureza). Se corrige destilando el agua.
- A temperaturas de ebullición es muy oxidante, atacando el circuito y sus elementos.
- Por debajo de 0° C se solidifica y aumenta su volumen, pudiendo inutilizar el circuito de refrigeración.

Para evitar estos inconvenientes se mezcla el agua con anticongelante y otros aditivos, nombrando a la mezcla líquido refrigerante. Este líquido presenta las siguientes propiedades:

- Disminuye el punto de congelación del agua hasta - 30° C, según su concentración.
- Evita la corrosión de las partes metálicas del circuito, debido a los aditivos que entran en su composición.

Así, pues, el líquido refrigerante quedará compuesto por:

- Agua destilada.
- Anticongelante (etilenglicol).
- Bórax (2 a 3%): inhibidor de la corrosión y de la oxidación.
- Antiespumante.
- Colorante.



El mantenimiento constará de los siguientes puntos:

- Comprobación periódica del nivel del líquido refrigerante en el vaso de expansión. El nivel de líquido ha de estar comprendido entre la marca máxima y mínima que figuran en el vaso de expansión. No se ha de llenar nunca completamente el vaso, se debe dejar un margen de error para el vapor.
- Limpieza periódica del circuito, según las instrucciones del fabricante.
- Comprobación de fugas y sustitución de los manguitos flexibles en mal estado.
- Mantenimiento del buen estado general y de tensión de la correa de la bomba. Conviene llevar una correa de repuesto y herramientas para montarla.
- Comprobación del funcionamiento del termostato y la entrada en funcionamiento del electroventilador.
- Limpieza exterior del radiador.

#### **Ventajas del sistema de refrigeración por líquido:**

- Posibilidad de colocar el radiador en la posición que más convenga. De esta manera se puede colocar el radiador en el frente del vehículo, siendo el motor transversal, así como montarlo delante o detrás del ventilador.
- Menor ruido en marcha.
- La refrigeración, al ser independiente de la velocidad del motor y del vehículo, evita el sobrecalentamiento en caso de que el motor tenga que funcionar largo tiempo a ralentí.
- El motor consume menos para una misma potencia, al no tener que mover el ventilador con la correa.

#### **Inconvenientes del sistema de refrigeración líquido:**

- Aunque mínimo, cabe reseñar la mayor complejidad del sistema, que aumenta la posibilidad de averías (los componentes del circuito eléctrico).

## **POSIBLES AVERÍAS EN LA REFRIGERACIÓN.**

Normalmente, la temperatura del agua del radiador es inferior a los 100° C. Pero son de tan graves consecuencias los "calentones", que deben observarse, de cuando en cuando, tanto la temperatura del agua del motor como el nivel de agua del radiador. Un consumo anormal de ésta o el olor a aceite quemado a la vez que el motor humea, son síntomas alarmantes de avería.

### **Causas de un calentamiento anormal del motor.**

Las causas más importantes de un calentamiento anormal del motor son las siguientes:

#### **Poca agua en el sistema de refrigeración.**

Descuido imperdonable, pues debe mirarse con frecuencia el nivel de agua en el radiador.

El remedio es fácil: se añade agua, pero con la precaución de echarla muy poco a poco y teniendo el motor en marcha, para evitar que una repentina entrada de agua fría en las camisa muy calientes del bloque, produzca un enfriamiento brusco y se rajen los cilindros o la culata. El nivel de agua debe ser hasta la boca del tubo de descarga, y si éste no se viera, no es perjudicial el llenar del todo el radiador.

#### **Radiador sucio por el exterior**

Cuando sea preciso limpiar el radiador por haberse adherido suciedades, barro, insectos, etc., se puede lavar con una manga de riesgo, de dentro hacia afuera, a la vez que es bueno ayudarse con un cepillo, no muy duro, para desincrustar la suciedad.

#### **La correa del ventilador patina.**

Ya se explicó cómo se efectúa el tensado, debiendo siempre existir una suavidad de atirantado que se mide apretando fuerte, con el dedo pulgar entre la polea basculante del generador y la más alejada (en este caso la del cigüeñal), o bien meter el mango adecuado de un destornillador: la correa debe ceder unos dos centímetros.

A veces resulta incómodo atirantar la correa moviendo el generador; entonces se puede impedir que patine, frotándola con resina o con papel de lija para quitarle el brillo de la zona de contacto.

#### **El termostato funciona mal**

Si el motor se calienta y no vemos otra causa, ha de comprobarse el estado del termostato, desmontándolo con cuidado de su alojamiento, casi siempre la salida del bloque hacia la parte alta del radiador. Pero antes de culpar al fuelle metálico, se debe examinar el estado de ésta y su varilla de mando, posiblemente agarrada por incrustaciones, óxido o suciedad.

Después de limpiarlo se prueba el termostato. Se introduce en una cazuela con agua que se pone a hervir, acompañado de un termómetro. En frío el termostato tendrá su válvula totalmente cerrada y en 85° C, aproximadamente, la válvula debe alcanzar su plena apertura. Los termostatos suelen tener grabada la temperatura a la que han de abrir.

### **Radiador y camisas obstruidos**

Esta avería sólo se produce si no se usan anticongelantes-refrigerantes de buena calidad, pues los que contienen inhibidores de óxidos y sales calcáreas mantienen el circuito limpio y sin incrustaciones.

A la temperatura normal de funcionamiento del motor, el agua y el aire que lleva disuelto atacan al hierro de las camisas, formándose una capa de óxido que, además de estorbar la transmisión de calor del metal al agua, se va en forma de barro o en costras hasta el radiador, obstruyendo sus conductos. El motor tiende a calentarse en exceso por lo que conviene, de vez en cuando, lavar el circuito por dentro.

El lavado se hace previo vaciado al llegar al garaje, con el motor caliente. Se abren la mayor parte posible de desagües y se introduce agua a presión con manguera.

Otra causa de perturbación es que el agua corriente lleva disueltas sales cálcicas, que quedan adheridas a las paredes del recipiente donde se calienta. Esa costra, como la de óxido, dificulta el paso del calor en las camisas y va estrechando los conductos del radiador, aparte de lo que perjudica al funcionamiento del termostato.

Si no se emplean anticongelantes con inhibidores de óxidos y sales, habrá que hacer, de tarde en tarde, una limpieza interna del circuito.

Actualmente se está extendiendo la colocación de un filtro para el líquido refrigerante que, instalado en paralelo en el circuito, va reteniendo las incrustaciones, herrumbres y partículas terrosas protegiendo el circuito de obstrucciones. A su vez el filtro, lleva una pastilla de disolución lenta, que ablanda el agua manteniendo las condiciones ácido-alcalinas adecuadas y formando una capa en las superficies de los metales (especialmente en la zona de cilindros en contacto con el agua), impidiendo la formación de burbujas de aire y cavitación. Este filtro se cambiará con la periodicidad que marca el fabricante.

La cavitación es un fenómeno que se produce cuando, debido al movimiento relativo de un líquido, la presión en el mismo resulta inferior a la tensión de vapor. Los resultados son la formación de burbujas de vapor, adheridas a las paredes de las camisas, que a causa del ataque químico del oxígeno, van destruyendo el material.

### **Radiador perforado o racores defectuosos**

Si el radiador pierde agua, el tractorista sólo puede repararlo provisionalmente, tapando con un cemento apropiado las hendiduras. No son recomendables los productos para mezclar o echar en el agua de refrigeración, pues si bien pueden llegar a taponar las pequeñas fugas con eficacia, en la misma forma se comportarán en los estrechamientos

de los tubos del radiador, por lo que el arreglo de la fuga nos costará el calentamiento del motor al dificultarse la circulación de agua. Los que se venden en el mercado, para uso externo pueden utilizarse como solución de emergencia aunque, en cuanto se pueda, hay que realizar la soldadura en el taller que es la que dará garantía a la reparación. Si la fuga es por un tubo de agua y está difícil llegar a él para estañarlo, se cortan las aletas de refrigeración a su alrededor se anula el tubo, taponándolo en sus dos extremos.

### **Bomba de agua averiada**

Se nota mirando por el tapón del radiador y observando si el agua circula con el motor en marcha. Las averías se reparan en el taller.

### **Fugas por el cárter de la bomba**

Cuando la empaquetadura se afloja puede apretarse con la tuerca poco a poco, hasta que no haya pérdidas de agua; en caso de agotarse la capacidad de apriete debe reponerse la empaquetadura. El eje de la bomba suele llevar un engrasador que se lubricará frecuentemente.

Actualmente las bombas usan como empaquetadura un disco de grafito oprimido por un muelle; aquí no cabe el apriete, sino reposición.

### **Motor recién ajustado**

Con los pistones y articulaciones, rozando, apretando en los cilindros y cojinetes, se desarrolla una gran cantidad de calor. Por ello, el periodo de suavización del roce entre metales recién ajustados (tractor nuevo o recién reparado), debe cuidarse con esmerado engrase, cambio frecuente del aceite, y, sobre todo, llevando el motor siempre a marcha moderada, pidiéndole poco esfuerzo y vigilando la temperatura para evitar calentones.