

# **SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR EN LOS VEHÍCULOS ACTUALES**

**Centro educativo:** IES Esteve Terradas i Illa

**Nombre usuario:** 186terradas

**Letra grupo:** A

**Alumnos:** Manuel J. Armada Cuesta y

Rubén Bautista Fernández

**Profesor:** José A. Andrés Villena

# 1. ÍNDICE

1. ÍNDICE	2
2. PRESENTACIÓN	3
3. DEFINICIÓN DE REFRIGERACIÓN	3
4. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	3
5. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN	4
▪ Refrigeración directa.	4
▪ Refrigeración indirecta.	4
6. REFRIGERACIÓN DIRECTA POR AIRE	4
7. CIRCULACIÓN FORZADA DEL AIRE	5
8. REFRIGERACIÓN INDIRECTA POR LÍQUIDO	6
▪ Circulación por convención	6
▪ Circulación forzada por bomba	7
▪ Circuito presurizado	7
9. CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	8
10. COMPONENTES DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	9
▪ BOMBA DEL AGUA	9
▪ RADIADOR	10
▪ DEPOSITO DE EXPANSIÓN	11
▪ TERMOSTATO	12
▪ VENTILADOR	14
▪ ELECTROVENTILADOR	14
▪ ACOPLAMIENTO VISCOSO	14
11. CIRCUITOS ELÉCTRICOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	15
▪ INDICACIÓN DE LA TEMPERATURA	15
▪ VIGILANCIA DEL NIVEL DE LIQUIDO REFRIGERANTE	16
▪ ACTIVACIÓN DE LOS ELECTROVENTILADORES	16
12. LÍQUIDO REFRIGERANTE	17
▪ Bajo punto de congelación	17
▪ Elevado punto de ebullición	18
▪ Resistencia a la cavitación	18
▪ Anti-incrustantes	18
▪ Antiespumantes	19
13. conclusiones	19

## 2. PRESENTACIÓN

Nuestra formación sobre los circuitos de refrigeración es la que corresponde a los contenidos del ciclo formativo de Electromecánica de vehículos. El hecho de realizar este trabajo nos ha de permitir profundizar sobre los aspectos tecnológicos de este sistema y a la vez ser capaces de identificar nuevos conceptos avanzados que se están introduciendo en los vehículos actuales.

Los retos que nos proponemos con este ejercicio que nos propone COMFORP son: descubrir cuales son los sistemas más eficientes, los que mejor respuesta dan a los requerimientos de refrigeración del motor, los que mejor soportan el paso del tiempo, y los más respetuosos con el medio ambiente, limitando consumos de combustible por ser más eficientes.

## 3. DEFINICIÓN DE REFRIGERACIÓN

El motor transforma la energía química contenida en un combustible en calor. Parte del mismo, aproximadamente un 30% en los motores de gasolina, y un 45% en los motores diesel, se transforma en energía mecánica. Otra tercera parte del calor se pierde con los gases de escape, y el resto debe ser evacuado por el sistema de refrigeración, pero cumpliendo varias condiciones.

De no evacuarse el calor con la suficiente rapidez, las elevadas temperaturas que se producen durante la combustión, cercanas durante algunos instantes a los 2.000°C, afectarían en poco tiempo a los componentes del motor y a la capacidad de lubricación del aceite. Como consecuencia del mayor rozamiento, se genera más calor, aumentan las tensiones y deformaciones de dichos componentes y finalmente, se produce el gripaje de los que están sometidos a movimiento.

Adicionalmente a estas funciones, el sistema de refrigeración del motor interviene en la climatización del habitáculo, puesto que el aire entra en el mismo tras calentarse en un intercambiador que forma parte del circuito de refrigeración. Normalmente, los electro ventiladores del radiador, además de enfriar el líquido de refrigeración, aseguran la condensación del agente frigorífico en el condensador del circuito de aire acondicionado.

## 4. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El rendimiento del motor es mayor cuanto más alta es su temperatura de funcionamiento, por lo que se procura que ésta sea la mayor posible, pero sin que

llegue a afectar a las características de cada uno de los componentes y a la densidad del lubricante.

El sistema de refrigeración debe permitir un rápido ascenso de la temperatura, que debe alcanzarse lo más pronto posible y permanecer sin variaciones en el valor establecido. Cuando la temperatura desciende de este valor, la lubricación es poco eficaz, se producen desgastes en los componentes y un exceso de contaminación.

Las temperaturas de los diferentes componentes del motor no deben sobrepasar determinados valores: en la culata, 120°C, en el interior de los cilindros 220°C; en sus paredes, los 250°C y en la zona central de los pistones, los 300°C.

Los elementos que componen el sistema de refrigeración, deben tener el mínimo volumen y peso posible. En los sistemas de refrigeración por líquido, han de ser, además, resistentes a la corrosión y evitar depósitos de residuos. Su funcionamiento ha de ser fiable y seguro en cualquier circunstancia de circulación del vehículo.

## 5. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

La evacuación de calor en los motores se realiza mediante sistemas que facilitan el intercambio de calor por conducción entre ellos y el aire que los rodea. Todos garantizan la suficiente superficie de contacto y la necesaria renovación del aire, funciones que realizan mediante una de las dos maneras posibles:

### ▪ REFRIGERACIÓN DIRECTA.

El aire incide directamente sobre el motor, o bien recibido de manera directa a causa de la marcha del vehículo, o de manera forzada por un ventilador.

### ▪ REFRIGERACIÓN INDIRECTA.

El calor se cede a un líquido, que a su vez, lo cede al aire mediante un intercambiador de calor (radiador).

También podemos denominarlos, refrigeración por aire para el primer caso, y refrigeración por agua para el segundo.

## 6. REFRIGERACIÓN DIRECTA POR AIRE

El sistema de refrigeración directa o por aire, se aplica generalmente en motores de pequeño tamaño, en motocicletas, aeronaves, máquinas estacionarias y en máquinas

de obras públicas En el automóvil se aplicó en bastantes vehículos durante los años 50 y 60 (Volkswagen Escarabajo, Citroën 2CV, etc.), pero actualmente se utiliza muy poco.

La principal característica de este sistema es su simplicidad. La culata y el bloque del motor presentan una serie de aletas que ofrecen una gran superficie de contacto con el aire que se canaliza a través de ellas. La superficie y forma de las mismas está en relación con la temperatura de la zona, al igual que la separación entre ellas. Para su fabricación se emplean preferiblemente aleaciones ligeras con elevada conductividad térmica, y en motores de más de un cilindro, se disponen de forma opuesta, o en V muy abierta.

Los motores presentan, por lo tanto, una gran sencillez de construcción al no necesitar elementos específicos para la refrigeración, con el consiguiente ahorro de costes de fabricación y de mantenimiento. Adicionalmente, presentan una relación peso-potencia muy favorable, menor tamaño y una elevada fiabilidad.

El sistema de refrigeración directa por aire, aporta un mayor rendimiento térmico por tener pérdidas de calor un 20% menores que en el sistema de refrigeración por líquido, que junto a la notable disminución de peso, permite un ahorro de combustible, y en consecuencia, una menor emisión de productos contaminantes.

Las desventajas de este sistema son tanto mayores cuanto mayor sea el tamaño y la potencia del motor. Las finas paredes de los cilindros y su contacto con el aire, provocan una elevada emisión de ruido, al que se suma el producido por el ventilador en los sistemas de circulación forzada del aire. La regulación de la temperatura es menos constante y está muy influida por la velocidad y por la temperatura exterior.

## **7. CIRCULACIÓN FORZADA DEL AIRE**

En los vehículos en los que el motor está situado en el exterior de la carrocería, el aire de marcha incide directamente sobre las aletas del motor. Esto es suficiente para asegurar la refrigeración, cuya eficacia aumenta con la velocidad debido al consiguiente incremento del flujo de aire, pero queda comprometida cuando el motor funciona al ralentí. En los casos en que el motor está situado en el interior de la carrocería, el sistema exige forzar y canalizar el flujo del aire hasta las aletas del motor.

Como elemento de impulsión se emplea un ventilador o una turbina accionada por el motor, bien por conexión directa al cigüeñal, o mediante arrastre por correa trapezoidal.

La canalización del aire impulsado por el ventilador hasta el motor se realiza mediante conductos y deflectores dispuestos en una carcasa que envuelve a los cilindros y a las culatas del motor. El aire fresco llega a éstos adecuadamente distribuido.

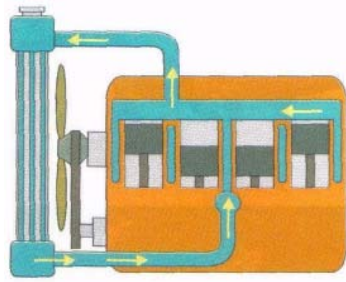
La regulación de la temperatura se realiza adecuando el caudal de aire que reciben las aletas refrigeradoras del motor. La regulación se realiza mediante trampillas o anillos obturadores interpuestos en el flujo del aire, accionados mediante varillas por un termostato. Debido a su ubicación, está sometido a la temperatura del aire que acaba de pasar a través de las aletas, y por lo tanto, en consonancia con la temperatura del motor.

## **8. REFRIGERACIÓN INDIRECTA POR LÍQUIDO**

Las paredes de los cilindros y de la cámara de combustión están rodeadas por canales por donde circula un líquido (normalmente agua) que conforman un circuito cerrado junto con el radiador. La función del líquido es transportar el calor sobrante hasta un radiador, donde se cede al aire que circula a través de él. La circulación del líquido refrigerante es posible mediante convención (ya no usada), o forzada por una bomba, sistema habitualmente utilizado desde hace mucho tiempo.

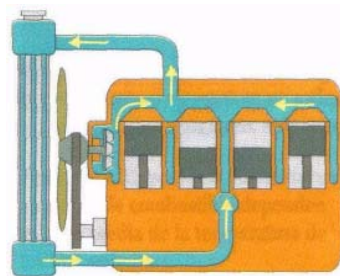
### **▪ CIRCULACIÓN POR CONVENCIÓN**

Fue el primer sistema de refrigeración por líquido. La circulación por convención se basa en la diferencia de densidad que presenta un fluido a diferentes temperaturas. A medida que el agua en contacto con los cilindros se calienta, inicia su ascenso hacia el radiador, donde cede el calor al aire. Tras su enfriamiento, adquiere de nuevo una mayor densidad, lo que provoca su descenso hasta el motor. El sistema presentaba como ventajas el hecho de que la regulación de temperatura era automática, debido a que la velocidad de circulación aumenta a medida que lo hace la temperatura del motor. Además, este hecho continúa tras parar el motor durante un cierto tiempo, lo que evitaba posibles ebulliciones o congelaciones. Por el contrario, exigía un gran volumen de agua y radiadores de gran superficie.



### ▪ CIRCULACIÓN FORZADA POR BOMBA

El circuito es similar al anterior, pero la circulación del líquido se fuerza mediante la presencia de una bomba centrífuga accionada por el motor. La elevada velocidad de circulación del líquido permite evacuar una gran cantidad de calor, de forma que el volumen del circuito puede ser menor, al igual que ocurre con el tamaño del radiador. Las tensiones térmicas del motor son menores al disminuir la diferencia de temperatura del agua entre la entrada y la salida del mismo. En este sistema también se aprovecha la incidencia del aire de marcha, pero el intercambio de calor se potencia con la presencia de un ventilador que eleva el caudal de aire que fluye sobre el radiador.



### ▪ CIRCUITO PRESURIZADO

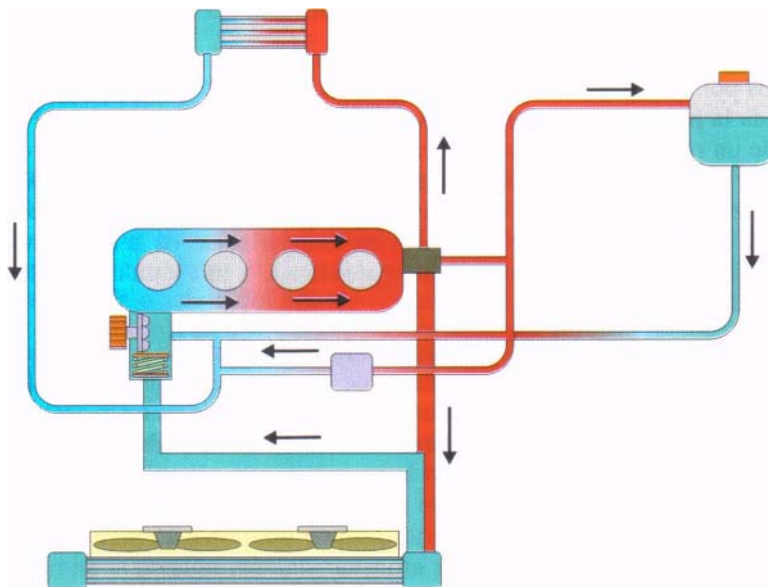
Casi la totalidad de los automóviles utilizan el sistema de refrigeración por líquido, forzada por bomba, y de circuito cerrado y presurizado. Esto significa que en su interior la presión alcanza valores superiores a la atmosférica, de forma que la temperatura de ebullición del líquido refrigerante asciende hasta los 130°C, por encima de la temperatura óptima de funcionamiento del motor, próxima a los 100°C.

El valor máximo de la presión está limitado por válvulas que permiten la salida de vapor del circuito cuando se alcanza el valor máximo de presión, próximo a 1,5 bares. La

expansión del líquido debido al incremento de temperatura, se compensa mediante un depósito de expansión conectado al circuito y cerrado al exterior. Contiene una cantidad de líquido que se ha de mantener entre los niveles indicados para que el circuito pueda funcionar correctamente, y como prueba de ausencia de fugas, puesto que la evaporación en es prácticamente nula.

## 9. CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN

El líquido refrigerante es impulsado por la bomba de agua con una elevada velocidad, siempre que el motor esté en marcha, y con un caudal que es proporcional a las revoluciones del mismo. Mientras la temperatura del líquido es baja, el líquido circula por los canales del bloque motor en sentido ascendente y por la culata, de forma transversal, con un sentido que depende del tipo de motor. Varias derivaciones, en función del tipo de motor, permiten la llegada del refrigerante al radiador de la calefacción del habitáculo, al refrigerador del aceite, al turbocompresor, al cuerpo de mariposa, etc.



, Circuito de refrigeración.

El pequeño volumen del líquido circulante provoca su rápido calentamiento, y por consiguiente el de los elementos con los que está en contacto. De esta forma, el motor alcanza la temperatura de funcionamiento en un tiempo corto. Cuando el motor llega a la temperatura de servicio, una válvula termostática (termostato) se abre permitiendo que



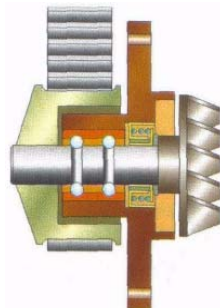
el líquido refrigerante circule por un tramo mayor del circuito (circuito largo), en el que hay intercalado un radiador. En este componente se cede calor al aire. En determinados momentos se fuerza la circulación del mismo mediante la acción de ventiladores. El líquido retorna al bloque aspirado por la bomba con una diferencia de temperatura con respecto a la entrada de aproximadamente 10°C. El circuito de refrigeración puede presentar numerosas variantes constructivas y de funcionamiento para su adaptación a las características del motor o del vehículo, tales como circuitos auxiliares con bomba eléctrica, doble termostato, control electrónico del termostato, tipo de calefacción etc. En todos los casos, se dispone de un sistema de aviso al conductor de la temperatura del motor.

## 10. COMPONENTES DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN

Los elementos que forman parte de un circuito de refrigeración son los siguientes: bomba de agua, radiador, depósito de expansión, radiador de la calefacción, y canalizaciones. Para la regulación de la temperatura se emplean el termostato y los ventiladores

### ▪ BOMBA DEL AGUA

Cumple la función de forzar la circulación del líquido refrigerante por el circuito de refrigeración para asegurar la adecuada evacuación del calor. En automoción se utilizan generalmente, bombas de tipo centrífugo accionadas por el motor mediante poleas o directamente por la correa de distribución. Eventualmente se incorpora un accionamiento eléctrico a las mismas, o bien se monta una bomba eléctrica auxiliar que cumple la misma función, pero solo durante algunos minutos una vez parado el motor.



La bomba de agua está compuesta por un eje apoyado sobre rodamientos de bolas soportados por la carcasa o cuerpo de la misma. En un extremo del eje está situada la polea o rueda dentada para el accionamiento, mientras que en el otro se dispone de un rotor o turbina con alabes. Su disposición puede ser radial o tangencial, con una forma e inclinación adecuadas para transformar el movimiento de giro en desplazamiento del líquido, y permitir simultáneamente la circulación del líquido por convención. El tamaño del rotor determina las características de la bomba, que en general, debe imprimir una velocidad al líquido próxima a 1 m/s a régimen de ralenti. La carcasa de la bomba se fabrica normalmente de aluminio o fundición y se monta atornillada al bloque motor con interposición de una junta de estanqueidad. La estanqueidad entre el eje y la carcasa se asegura mediante el montaje de un retén cerámico de anillo frontal, de cuyo funcionamiento depende fundamentalmente la vida útil de la bomba.

#### ▪ **RADIADOR**

El calor que el líquido refrigerante ha absorbido del motor se cede al aire durante su circulación a través del radiador. El diseño del mismo permite un rápido intercambio de calor debido a varios factores: facilidad para la circulación del líquido por su interior y simultáneamente, una buena permeabilidad para el paso del aire, una gran superficie de contacto de la zona radiante y la diferencia de temperatura entre el aire y el líquido.

El radiador de flujo vertical está constituido por dos cámaras principales conectadas por tubos de paredes muy delgadas, por los que circula el líquido refrigerante. Entre los tubos se disponen finas láminas que aumentan la superficie de refrigeración y que canalizan el aire de marcha, o bien el impulsado por el ventilador. Los materiales que se utilizan para la fabricación de todas las partes del radiador son buenos conductores del calor, tales como el cobre, el latón y más comúnmente, el aluminio. Las cámaras, donde también se utiliza el plástico por presentar ventajas de fabricación y de economía, se unen con los tubos mediante soldadura, a presión o remachados. Existen diferentes configuraciones del radiador, de forma que las cámaras pueden estar dispuestas horizontal o verticalmente, lo que predispone el sentido del líquido, que en para el primer caso es vertical, y horizontal en el segundo. Estos últimos se denominan radiadores de flujo transversal y son los habitualmente empleados en la actualidad debido a su mayor rendimiento. Esto se debe a que el líquido entra y sale por el mismo lado del radiador,

por lo que ha de recorrer un camino más largo dos veces: en la mitad superior en un sentido, y en la inferior en sentido contrario. Este tipo de radiador, debido a su menor altura, se adapta mucho mejor al diseño del frontal del vehículo.

Otras diferencias constructivas entre los radiadores vienen dadas por la disposición y forma de las láminas y por la forma de los tubos, que tanto pueden conducir líquido como canalizar el aire. En cualquier caso, las características de capacidad de refrigeración y de resistencia mecánica deben estar en consonancia con el tipo de vehículo donde están montados.

La fijación del radiador a la carrocería se realiza con interposición de elementos elásticos, tanto en las bridas de fijación como en los apoyos, para evitar que las vibraciones y tensiones mecánicas causen grietas o fisuras. Por las mismas razones, para la conducción del líquido refrigerante desde el motor al radiador, se emplean tubos flexibles (manguitos) de goma con refuerzo de fibras textiles, que permiten soportar tanto las elevadas temperaturas como la presión.

#### ▪ DEPOSITO DE EXPANSIÓN

En los circuitos de refrigeración cerrados (actualmente casi todos) la variación de volumen del líquido refrigerante es compensado mediante la presencia de un depósito de expansión. Se trata de un recipiente hermético de plástico resistente que, o bien puede estar integrado en el radiador, o estar conectado con el circuito mediante tubos para la entrada o salida del líquido. El depósito contiene líquido hasta un determinado nivel, y el resto está ocupado por aire. El sobrante de líquido provocado por la dilatación, y se cede al circuito cuando se contrae por efecto del enfriamiento.



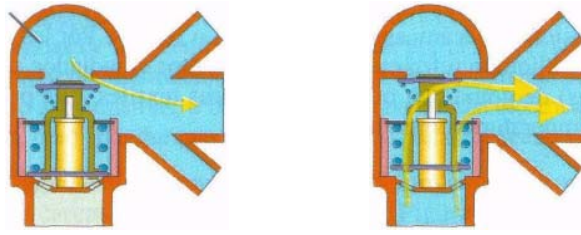
El control de la presión en el circuito se realiza mediante válvulas situadas normalmente en el tapón de llenado que incorpora el radiador o el propio depósito de expansión. La presurización del sistema tiene como objetivo aumentar el punto de ebullición del líquido refrigerante y disminuir de esta forma la tendencia a la ebullición. Una de las válvulas limita la presión máxima prescrita para el sistema. En el momento en que se alcanza dicho valor de presión, la válvula se abre, permitiendo que una parte del líquido se desplace a la zona de expansión del depósito.

Cuando desciende la temperatura del líquido, su pérdida de volumen provoca un vacío en el circuito. Una segunda válvula permite que parte del líquido retorne desde el depósito al circuito, evitando así deformaciones en los elementos o la entrada de aire

### ▪ TERMOSTATO

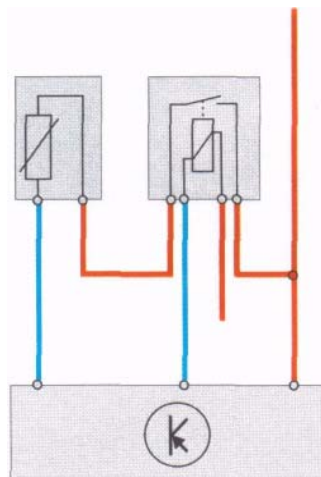
La regulación de la temperatura de funcionamiento del motor depende fundamentalmente del termostato. Mediante su actuación, el líquido refrigerante se calienta rápidamente y reparte el calor del motor por todos sus órganos en el menor tiempo posible. Una vez alcanzada la temperatura de funcionamiento prescrita, ésta se mantiene estable y con oscilaciones mínimas en cualquier circunstancia de funcionamiento del motor (carga y revoluciones), temperatura del aire y velocidad del vehículo. El tipo de termostato más utilizado es el de elemento dilatante con válvula doble.

El elemento de cierre del termostato está compuesto por una válvula doble, una principal y otra auxiliar, que adoptan diferentes posiciones en función de la temperatura del líquido refrigerante. Con el motor frío (temperaturas inferiores a 70°C), mantienen cerrado el paso del mismo hacia el radiador, por lo que circula desde el termostato hasta la bomba a través del bloque motor, de la culata y por el circuito de la calefacción. De esta forma, el líquido refrigerante se calienta rápidamente. A medida que la temperatura del líquido alcanza valores próximos a 80°C (dependiendo del motor), la válvula auxiliar cierra el paso del líquido hacia la bomba y la válvula principal permite el paso del líquido frío procedente del radiador, que se mezcla parcialmente con el que está caliente. Cuando el motor está a temperatura de servicio (cercana a 100°C), la posición de los elementos de cierre de ambas válvulas obliga a la totalidad del líquido refrigerante a circular a través del radiador, por lo que el líquido se refrigera. La regulación de la temperatura se produce mediante continuas aperturas y cierres de la válvula.



#### funcionamiento del termostato.

Las válvulas del termostato están accionadas por un elemento dilatable, que consta de un émbolo y de una caja llena de cera. Entre ésta y el émbolo se interpone una capa de goma. El émbolo está fijado al cuerpo de válvula, mientras que la caja con elemento de cierre se desplaza abriendo o cerrando el paso del líquido. El desplazamiento en un sentido está provocado por la presión que ejerce la cera sobre el émbolo al dilatarse por efecto de la temperatura del líquido refrigerante. En sentido contrario, se desplaza por la acción de un muelle.



Con el termostato convencional, el motor funciona en un margen de temperaturas muy estrecho, sin embargo, si dicha temperatura aumenta en el régimen de media carga, genera más potencia y disminuye la emisión de contaminantes. Esto mismo ocurre cuando la temperatura desciende en el régimen de plena carga. La modificación de la temperatura de funcionamiento del motor es posible aportando calor al termostato con un elemento calefactor (*resistencia eléctrica*) gobernado por la unidad de mando del

motor. El control del termostato, normalmente, se lleva cabo junto con el control de la velocidad del electro ventilador, para lo que la unidad emplea una determinada familia de curvas características.

### ▪ VENTILADOR

El vehículo circula a baja velocidad o está parado, la pequeña corriente de aire de aire que incide sobre el radiador , no permite la adecuada evacuación del calor. En éstas y en todas aquellas situaciones en las que se produce un incremento de la temperatura del líquido refrigerante, el *ventilador* ha de impulsar el suficiente caudal de aire que garantice la refrigeración.

El caudal de aire que genera un ventilador depende del diámetro de las hélices, de su inclinación y número y de las revoluciones a las que gira. Su consumo de energía es elevado y su funcionamiento, relativamente ruidoso, por lo que se procura que tenga que funcionar el mínimo tiempo posible. Para canalizar mejor el aire, se monta carenado por una carcasa, y el sentido de su desplazamiento coincide con el del aire de marcha.

Existen varios sistemas de accionamiento del ventilador que se aplican en función del vehículo y de su necesidad de refrigeración. En los turismos, es habitual que se realice mediante un electromotor, pero la potencia absorbida a partir de un determinado tamaño hace más aconsejable el accionamiento por polea o directamente accionado por el cigüeñal. También se utilizan acoplamientos viscosos o electromagnéticos para el accionamiento del ventilador.

### ▪ ELECTROVENTILADOR

Es la solución más utilizada por las ventajas que presenta: permite la refrigeración una vez parado el motor, elimina la necesidad de la polea y de la correa de arrastre, y la posición del radiador no está condicionada por la del motor, lo que facilita el montaje transversal de éste. Los circuitos eléctricos para su activación son muy diversos, desde los más antiguos basados en termo contactos, hasta los actuales, que están controlados por la unidad de mando del motor.

### ▪ ACOPLAMIENTO VISCOSO

Está situado en la parte central del ventilador y consta de un elemento de arrastre solidario al cigüeñal y de un plato solidario al ventilador. Entre ellos se interpone una

cantidad variable de aceite de silicona de alta densidad. Cuando la cantidad es pequeña, no se transmite el movimiento. A medida que aumenta la cantidad de aceite de silicona, disminuye el deslizamiento y se produce el arrastre del ventilador. Dicha cantidad, y por lo tanto la velocidad del ventilador, está regulada por una válvula termostática que deja fluir el aceite desde una zona que actúa como depósito, hasta el espacio existente entre ambos discos. Esto ocurre cuando la temperatura del aire que incide sobre el elemento de regulación (bimetal) alcanza un determinado valor.

## **11. CIRCUITOS ELÉCTRICOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

El sistema de refrigeración tiene asociados circuitos eléctricos que informan al conductor de su estado de servicio, que como mínimo, informan mediante testigos luminosos (y frecuentemente con señales acústicas) de un exceso de temperatura en el sistema, pero que habitualmente controlan además el nivel del líquido refrigerante y la indicación de la temperatura. Otro circuito eléctrico asociado es el de alimentación y control de los electro-ventiladores. Para ambos servicios, son posibles múltiples soluciones, por lo que aquí se explican solo algunas de las más aplicadas.

### **▪ INDICACIÓN DE LA TEMPERATURA**

El cuadro de instrumentos, ya de forma generalizada, está constituido como una unidad de mando que cumple la función de mostrar al conductor diversas informaciones, entre ellas, el nivel de temperatura del motor, que se muestra mediante la posición de una aguja sobre una escala graduada. Dicha posición se calcula a partir de la señal que proporciona el sensor de temperatura del motor, situado en la salida del refrigerante del motor, y constituido por una resistencia variable en función de la temperatura (NTC). Esta señal puede recibirla el cuadro directamente, o bien de la unidad de mando del motor en los sistemas en que esta asume el control de la refrigeración, solución cada vez más frecuente.

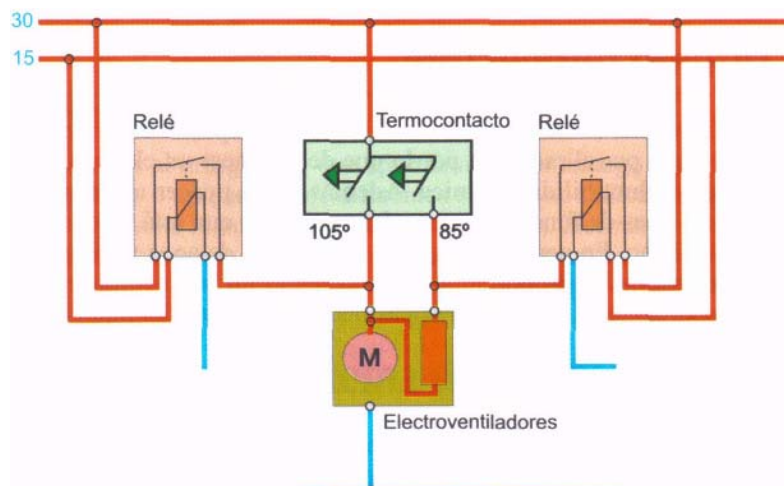
Cuando la temperatura alcanza valores altos, la aguja se posiciona sobre un sector diferenciado del resto de la escala, y adicionalmente, se enciende un testigo luminoso de color rojo, en ocasiones acompañado de una señal acústica, que indican que el motor ha de pararse inmediatamente por exceso de temperatura.

## ▪ VIGILANCIA DEL NIVEL DE LIQUIDO REFRIGERANTE

La falta de líquido refrigerante, o el descenso de su nivel por debajo de una determinada posición, se comunica al conductor mediante un testigo luminoso situado en el cuadro de instrumentos, testigo que puede ser específico o el mismo que indica el exceso de temperatura. La señal procede de un sensor situado en el depósito de expansión. Existen diferentes tipos de sensor. En el caso más común, su funcionamiento se basa en un interruptor que abre y cierra un circuito y que está accionado por un flotador, cuya posición está determinada por el nivel del líquido refrigerante. La señal es tratada por el cuadro de instrumentos, de forma que el aviso se produce con un cierto retraso para evitar que las oscilaciones del nivel del líquido durante la conducción afecte a su funcionamiento.

## ▪ ACTIVACIÓN DE LOS ELECTROVENTILADORES

La activación de los electroventiladores se lleva cabo mediante circuitos eléctricos o mediante la utilización de unidades electrónicas. Las condiciones de funcionamiento son similares, pero se consiguen de formas muy diversas, en función del vehículo, tipo de motor, etc.



### Tipo de activación por control eléctrico

El control eléctrico del motor se establece mediante termo-contactos situados en la parte inferior del radiador. Normalmente, se utilizan dos niveles de refrigeración que están definidos por el tarado de los termo-contactos. El circuito eléctrico está definido de forma que la velocidad más baja se conecta con temperaturas próximas a los 85°C y la más alta, a los 105°C. Su funcionamiento también está determinado por el



accionamiento del aire acondicionado o el climatizador en el primer caso, y por el valor de la presión en el circuito de alta presión, en el segundo.

## Control electrónico

Cada vez es mayor la importancia de una refrigeración precisa para optimizar el rendimiento del motor. Por esta razón, la unidad de mando del motor asume el control de la temperatura del mismo a partir de la medición de variables como la temperatura del líquido refrigerante, el rendimiento del radiador, el estado de carga del motor, la velocidad del vehículo, la temperatura exterior y las necesidades del climatizador. La alimentación eléctrica del motor puede proceder de un relé controlado por la unidad de mando, o bien estar alimentada por un regulador electrónico, también bajo su control. En el primer caso, son posibles varias velocidades del ventilador, y en el segundo, la velocidad varía progresivamente entre la mínima y la máxima.

## 12. LÍQUIDO REFRIGERANTE

El líquido refrigerante se utiliza como medio para transportar calor desde el motor hasta el aire que fluye por el radiador, por lo que debe poseer un elevado calor específico y una buena conductibilidad térmica. Además, debe poseer otras características debido a las condiciones de funcionamiento del motor, y a que está en contacto con los componentes del mismo. En general, se utiliza una mezcla de agua y etilénglicol o propilénglicol en determinadas proporciones por presentar un buen comportamiento respecto a dichas condiciones. Las características más importantes del líquido refrigerante son:

- **BAJO PUNTO DE CONGELACIÓN**



El refrigerante ha de permanecer en estado líquido, incluso cuando la temperatura ambiente es muy baja. En caso de congelación, además de no ser posible la circulación, el incremento de volumen del líquido puede deteriorar el motor. El punto de congelación más bajo se consigue con una concentración del 60%, que lo sitúa en torno a los 45°C.

#### ▪ **ELEVADO PUNTO DE EBULLICIÓN**

Cuanto más elevada sea la temperatura del refrigerante, mayor es el gradiente de refrigeración, pero cuando se alcanza el punto de ebullición, se forman burbujas de vapor que impiden la correcta refrigeración. La adecuada composición del líquido, junto con la presurización del circuito permiten puntos de ebullición cercanos a 130°C.

#### ▪ **RESISTENCIA A LA CAVITACIÓN**

El líquido refrigerante hierve al entrar en contacto con las paredes de los cilindros debido a la alta temperatura a la que se encuentran. La formación de burbujas impide la evacuación de calor y el proceso se agrava generando puntos de corrosión.

#### • **RESISTENCIA A LA CORROSIÓN**

La adición de aditivos como silicatos, nitratos de sodio, bórax, ácido carboxílico, etc. permiten al refrigerante mantener el pH frente a la contaminación de productos ácidos derivados de la combustión. De no ser así, metales como el aluminio sufrirían rápidos procesos de corrosión.

#### ▪ **ANTI-INCRUSTANTES**

La formación de depósitos de cal en el circuito disminuye la capacidad de refrigeración por afectar puntualmente al caudal. La incorporación de productos floculantes dificulta la cristalización de dichas sales.

- **ANTIESPUMANTES**

La adición de productos como la silicona, trata de minimizar la formación de espuma, debido a que altera negativamente la capacidad de refrigeración.

- **CARACTERÍSTICAS DE COLOR Y SABOR**

Se añaden aditivos al refrigerante que aportan un sabor amargo para evitar la ingesta por parte de personas o animales. Los diferentes colores no indican ninguna característica física, pero ayudan a identificarlos y evitar su mezcla. Normalmente, el color verde o el verde azulado, se asocian con el etilenglicol, y el color rojo, con el propilenglicol.

### **13. CONCLUSIONES**

La realización de este trabajo ha cumplido con los objetivos que nos habíamos propuesto. Para nosotros los sistemas de refrigeración son sistemas que conocemos en profundidad. Un aspecto a destacar es que en los talleres donde realizamos las prácticas hemos resuelto averías mediante un diagnóstico acertado, y los tiempos destinados a realizar las operaciones de reparación cada vez son mas ajustados a los definidos por el fabricante. Por tanto estamos satisfechos y esperamos que su lectura sea de su interés.