

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



**IES GASPAR MELCHOR DE JOVELLANOS**

**280jovellanos**

**Tecnología**

**Grupo A**

**Autores: Luis Fernando Guerrero Calvo  
Diego Díaz Alvarez**

**Tutor: Jose María Martín Casado**

## INDICE

INDICE.....	2
INTRODUCCIÓN .....	4
1. RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS.....	5
2. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	6
2.1. REFRIGERACIÓN POR AIRE.....	6
2.2. REFRIGERACIÓN LÍQUIDA.....	7
2.3. REFRIGERACIÓN MIXTA.....	8
3. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN MIXTA CERRADA.....	9
3.1. INTERCAMBIADORES.....	9
3.1.1. RADIADOR .....	9
3.1.2. AEROTERMO.....	9
3.1.3. COLECTOR DE ADMISIÓN .....	10
3.1.4. TURBOCOMPRESOR.....	10
3.1.5. MODINE .....	10
3.2. TUBERÍAS.....	10
3.3. ELEMENTOS DE REGULACIÓN.....	10
3.3.1. TERMOSTATO .....	11
3.3.2. TERMOCONTACTO .....	11
3.4. ELEMENTOS DE MANDO.....	12
3.4.1. BOMBA.....	12
3.4.2. VENTILADOR.....	12
3.5. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	14
3.5.1. VASO DE EXPANSION.....	14
3.5.2. TAPONES DEL VASO Y EL RADIADOR.....	14
3.5.3. TAPONES DEL BLOQUE Y LA CULATA.....	15
3.6. ELEMENTOS DE CONTROL .....	15
3.6.1. NIVEL DE LÍQUIDO .....	15
3.6.2. TESTIGO DE EXCESO DE TEMPERATURA .....	15
3.6.3. TERMÓMETRO .....	15
3.7. PURGADORES.....	15
3.8. LÍQUIDO REFRIGERANTE.....	16
3.8.1. ANTICONGELANTE.....	16
3.8.2. ANTICORROSIVO Y RESERVA ALCALINA .....	16
3.8.3. ANTIINCRUSTANTE.....	17

3.8.4. ANTIESPUMANTE.....	17
4. SISTEMA DE ENGRASE.....	18
5. AVERÍAS.....	19
5.1. CALENTAMIENTO EXCESIVO DEL MOTOR.....	19
5.2. PÉRDIDAS DE LÍQUIDO REFRIGERANTE .....	20
5.3. TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DEMASIADO BAJA.....	20
6. MANTENIMIENTO.....	21
6.1. NIVEL DE LÍQUIDO REFRIGERANTE.....	21
6.2. CAMBIO DE LÍQUIDO REFRIGERANTE .....	21
7. AVANCES TECNOLÓGICOS .....	22
7.1. BOMBA DE AGUA DESCONECTABLE .....	22
7.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN REGULADO ELECTRÓNICAMENTE.....	22
7.2.1. CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDO REFRIGERANTE....	23
7.2.2. TERMOSTATO CON REGULACIÓN ELECTRÓNICA .....	23
7.2.3. VENTILADORES DE ACTIVACIÓN POST-MARCHA .....	24
7.2.4. BOMBA ELÉCTRICA DE CIRCULACIÓN POST-MARCHA O DE REFLUJO .....	24
7.2.5. CALENTADORES DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN (TERMOSUMERGIDOS).....	24
7.3. MATERIALES CERÁMICOS.....	24
7.4. COMPUESTOS DE CARBONO Y ALUMINIO.....	25
8. BIBLIOGRAFÍA.....	26

## INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la historia del automóvil estos han sido movidos por motores térmicos. Este tipo de motores tienen un bajo rendimiento debido a las pérdidas en forma de calor (entorno al 35% en el mismo instante de la explosión y otro 35% aproximadamente durante el escape), pero su ligereza y facilidad para transportar su fuente de alimentación hicieron de este la mejor opción.

Este hecho puede hacernos pensar que una forma de reducir estas pérdidas podría ser evitar la refrigeración del motor. Sin embargo la historia ha demostrado que esta idea, aunque no está lejos de la realidad, hoy en día sería disparatada ya que implicaría la destrucción del motor al producirse la deformación o fundición de partes de este o la ebullición del aceite de lubricación.

Con objeto de mantener la fiabilidad del motor y tratar de obtener el máximo rendimiento posible surgen los sistemas de refrigeración, cuyo objetivo es hacer que el motor funcione a una temperatura adecuada el mayor tiempo posible.

La fiabilidad de las piezas del motor podían verse comprometidas, además de por la calidad de los materiales usados, por el calor generado como consecuencia del rozamiento entre partes móviles. Por ello consideraremos que el sistema de lubricación intervendrá en la refrigeración.

Como último factor decisivo para la refrigeración del motor nos encontramos con los materiales usados en la construcción del motor propiamente dicho, ya que no todos tienen los mismos puntos de fusión ni evacuan las mismas cantidades de calor, así como su respuesta al rozamiento puede variar.

Tras seleccionar los puntos que consideramos que intervienen de notablemente en la refrigeración de un motor, en este trabajo tendremos en cuenta los sistemas de refrigeración actuales (mencionando las variantes usadas para comprender mejor su presente y posible futuro), así como las limitaciones de las partes y fluidos del motor en función de su temperatura de funcionamiento.

## 1. RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS

La refrigeración en un motor de combustión interna actual busca evitar las siguientes situaciones:

- La degradación del aceite (lo que se produce a unos 300 °C).
- La destrucción de la capa lubricante de las paredes del cilindro.
- El calentamiento excesivo de pistones, válvulas, culata y demás elementos que puedan calentarse por rozamiento.
- La dilatación de los metales y el posible gripaje del motor.
- Una temperatura de las cámaras que provoque el autoencendido.

En la fabricación de los motores la elección de los materiales se hace, además de por sus cualidades mecánicas, teniendo en cuenta las temperaturas críticas de las siguientes partes:

- Pared del cilindro (150 °C – 200 °C). Las temperaturas superiores comenzarían a alterar el lubricante depositado en ellas.
- Pistón (entorno 300 °C en la cabeza). Por encima de esta temperatura se reduce su resistencia mecánica y aparecen riesgos de gripaje.
- Paredes de la cámara de combustión (sobre 250 °C). Si la superficie no lubricada de la cámara de combustión supera estas temperaturas se acorta la vida de las bujías, y las válvulas y sus asientos, llegando a provocar el autoencendido de la mezcla.
- Válvula de escape (700 °C – 800 °C). El sobrepasar estas temperaturas implica reducir su resistencia mecánica
- Válvula de admisión (alrededor de 250 °C).
- Bujía de encendido ( 800 °C – 900 °C). Una temperatura superior a esta reduciría su vida y provocar el autoencendido de la mezcla.

La temperatura de trabajo de cada una de estos elementos viene condicionada por su [evolución en el calentamiento del motor](#) y durante su trabajo. Además de por los materiales usados, en algunos elementos el caudal necesario para su refrigeración depende del [diseño](#) de estos.

## 2. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración tiene como cometido hacer que el motor alcance lo antes posible su temperatura de funcionamiento cuando está frío y mantenerla.

A lo largo de la historia han surgido diversos tipos de refrigeración que han tenido como objeto mejorar el sistema usado hasta ese momento.

### 2.1. REFRIGERACIÓN POR AIRE

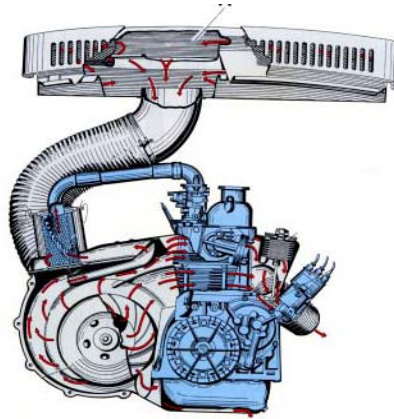
Se trata del sistema más sencillo ya que evacúa el calor directamente a través de las paredes del cilindro. En un principio era simplemente la superficie del cilindro, pero no tardó en incorporarse una serie de aletas con el fin de aumentar la superficie radiante para aumentar la refrigeración.

Dentro de la [refrigeración por aire](#) encontramos dos tipos:

- Directa. El aire producido por la marcha del vehículo es el encargado de refrigerar el motor. Fue utilizada en los primeros pasos del automóvil por el triciclo Benz fabricado por la empresa de Karl Benz en 1886 y, sobre todo, por la desaparecida H.H. Franklin Manufacturing Company.



- Forzada. El aire que refrigera los cilindros es lanzado hacia estos por un ventilador, pero solo es plenamente efectivo en motores monocilíndricos o policilíndricos boxer. Este sistema fue desarrollado en 1912 por Ferdinand Porsche, ayudando a popularizar el automóvil con su uso en el Volkswagen Beetle y llegando hasta finales de la década de 1990 montado sobre uno de los deportivos de la marca que lleva su nombre.

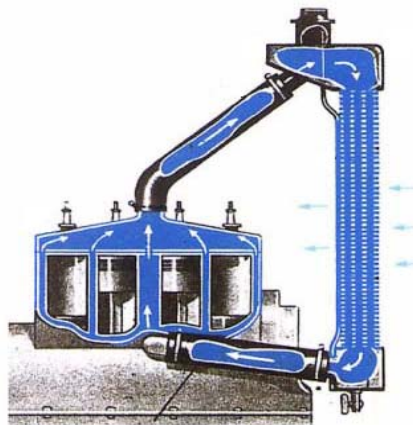


## 2.2. REFRIGERACIÓN LÍQUIDA

La refrigeración líquida se ayuda de la capacidad del líquido refrigerante para absorber calor para mantener el motor a una temperatura adecuada. Este sistema puede suponer una evolución respecto a la refrigeración por aire en algunos aspectos.

Podemos encontrar los siguientes tipos:

- Por termosifón. Se basa en el principio de la convección, el líquido que sale del motor a gran temperatura pasa a un radiador por su parte superior, donde se enfría y cae por su propio peso para volver a entrar al motor. Su mayor inconveniente es la velocidad de refrigeración y el volumen que ocupa. Fue muy utilizado en las primeras décadas del siglo XX, montándose en modelos como el Ford T (1908-1927) o el Citroën C5 (1922-1926).



- Forzada por bomba. Se trata de una evolución del sistema anterior, el líquido en lugar de circular por convección es impulsado por una bomba, lo que hace que sea capaz de mover mayor caudal, mejorando la refrigeración y ocupando menor volumen. Se montó en vehículos como el Chevrolet national series AB (1928).

## 2.3. REFRIGERACIÓN MIXTA

La refrigeración mixta combina dos tipos de refrigeración, de modo que una trata de suplir las deficiencias de la otra y viceversa, podemos encontrar dos tipos:

- Aire-Agua. Combina el sistema de refrigeración líquida por bomba con la refrigeración forzada por aire. Puede ser de tres tipos:
  - Abierta. El bloque y los cilindros se refrigeran por líquido refrigerante y un ventilador genera una corriente de aire que incide sobre el radiador. Sobre el radiador se monta un tapón por el que escapa el exceso de presión producido por el calentamiento del líquido. Su principal inconveniente reside en la necesidad de controlar periódicamente el nivel de líquido y en que la temperatura de ebullición del líquido varía en función de la presión atmosférica, por lo que no se usa en la actualidad.
  - Cerrada. Se trata de una evolución del sistema abierto, consta de un depósito destinado a recoger el aumento de presión del circuito, evitando así la pérdida de líquido de refrigeración y manteniendo una presión que da al líquido una temperatura de ebullición fija independientemente de la presión atmosférica. Es el sistema usado en los vehículos actuales.
  - Culata de refrigeración líquida. Este sistema combina un bloque refrigerado por aire con una culata de refrigeración líquida, fue usado principalmente en el mundo de la competición en algunos automóviles como el Porsche 956 (1982).
- Aire-Aceite. Este sistema se compone de unas aletas disipadoras y un circuito de lubricación que contribuye a la refrigeración, aumentando notablemente su caudal, así como el tamaño del radiador. Este sistema a quedado relegado a elementos como turbocompresores debido a una menor eficacia que la refrigeración aire-agua.





### 3. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN MIXTA CERRADA

El sistema de refrigeración mixta cerrada es el más usado en la actualidad debido a su mayor efectividad frente a los otros existentes, debido a ello merecen una atención especial sus [elementos](#) para comprender correctamente su funcionamiento.

#### 3.1. INTERCAMBIADORES

Los intercambiadores son los elementos en los que se produce el intercambio de calor entre dos cuerpos con el objetivo de transmitirlo hacia una zona donde pueda llevarse a cabo su evacuación de una forma eficaz. Tenemos varios intercambiadores que incluso dependiendo de si es un motor sobrealimentado o no, podemos encontrarlos.

##### 3.1.1. RADIADOR

Produce la cesión del calor sobrante a la atmósfera. Situado en la parte delantera, hace pasar el líquido refrigerante por unos conductos, rodeado de un gran número de aletas o laminillas, incrementándose por tanto la eficacia en la refrigeración. Los radiadores están formados por dos depósitos; el superior, por el que se produce la entrada del líquido caliente procedente del motor, y el inferior, en el que se dispone la salida del líquido, ya enfriado hacia el motor.



El material mas utilizado en la fabricación de radiadores, es el plástico para los depósitos, y el aluminio para las aletas o laminillas, siendo los conductos siempre metálicos. En vehículos deportivos se utiliza aluminio en todos sus componentes por su mayor capacidad de disipación de calor.

##### 3.1.2. AEROTERMO

Consiste en un pequeño radiador que libera el calor procedente del líquido de refrigeración en los conductos de calefacción del vehículo, permitiendo así su aprovechamiento para calefactar el interior del habitáculo.

### 3.1.3. COLECTOR DE ADMISIÓN

A través de él puede circular parte del líquido refrigerante con el objetivo de calefactarlo para evitar que el combustible quede adherido a sus paredes y se produzcan pérdidas que puedan perjudicar al correcto funcionamiento del motor.

### 3.1.4. TURBOCOMPRESOR

El [turbocompresor](#) aparece únicamente en algunos vehículos sobrealimentados, en ellos parte del calor de los gases de escape es absorbido por los álabes situados en el colector de escape y transmitido al aceite de engrase y a la atmósfera (si es refrigerado por aire) o al líquido refrigerante y de ahí a la atmósfera mediante el intercooler (si es de refrigeración líquida).

### 3.1.5. MODINE

En su interior circulan, por conductos separados, el aceite de lubricación del motor y el líquido refrigerante. En este elemento el calor del aceite pasa al líquido de refrigeración, permitiendo que mantenga una temperatura adecuada de trabajo y pueda seguir refrigerando las partes en movimiento del motor.

## 3.2. TUBERÍAS

Las tuberías, también conocidas como manguitos, son los conductos exteriores a través de que el líquido se desplaza de un elemento a otro.

Se construyen generalmente a base de caucho (elasticidad), interior constituida por un trenzado a base de nylon (robustez). En otros casos la mayor parte del manguito es rígida, construyéndose a base de PVC o aluminio, siendo flexible en los extremos, para los cuales se vuelve a recurrir al caucho.



## 3.3. ELEMENTOS DE REGULACIÓN

Estos elementos tienen como misión controlar el paso del líquido refrigerante o la activación del electroventilador en función de la temperatura del líquido.

### 3.3.1. TERMOSTATO

Su misión es acelerar el proceso de calentamiento del motor, impidiendo la circulación del líquido refrigerante hacia el radiador. Una vez que este ha alcanzado su temperatura de funcionamiento, el termostato de aire se abre, dejando que el líquido llegue al radiador para su enfriamiento.



Se dispone en la salida de líquido del motor hacia el radiador, para así controlar el paso del mismo. Está formado por una válvula, accionada por una cápsula rellena de un material muy sensible a la temperatura, el cual al dilatarse o contraerse, en función de la temperatura del refrigerante, abre o cierra la citada válvula.

Cada termostato debe estar adaptado al motor en que va montado. La temperatura de cierre debe estar 5 o 10°C por debajo de la de apertura, para así evitar las continuas aperturas y cierres a que se vería sometido por las condiciones de marcha.

### 3.3.2. TERMOCONTACTO

Es un interruptor eléctrico, accionado en función de la temperatura del líquido refrigerante, con el que está en contacto, el cual gobierna el accionamiento del electroventilador.



Se utiliza un material muy sensible a la temperatura, generalmente una lámina bimetálica, la cual, al dilatar por efecto de la misma, cierra el citado interruptor, juntando los contactos del mismo.

### **3.4. ELEMENTOS DE MANDO**

Estos elementos tienen como misión mover los fluidos que se encargan de la evacuación del calor.

#### **3.4.1. BOMBA**

Es la encargada de impulsar el líquido refrigerante a lo largo del circuito. Se utilizan las de funcionamiento centrífugo basadas en un rotor con paletas accionado por el cigüeñal a través de la correa de accesorios o la correa de la distribución.



#### **3.4.2. VENTILADOR**

Encargado de generar la corriente de aire que permita la cesión de calor por cualquiera de los métodos existentes.

##### **ACCIONAMIENTO DIRECTO**

El ventilador dispone de una polea, en la que se ubica una correa que le transmite el movimiento desde el cigüeñal. Poco utilizado hoy en día, ya que el ventilador gira siempre que el motor está en marcha, absorbiendo potencia del motor constantemente.

##### **ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO**

Más conocido como electroventilador, el ventilador es accionado por un motor eléctrico de corriente continua, que utiliza la energía procedente de la batería. Su accionamiento está gobernado por el termocontacto el cual lo acciona cuando se alcanza una temperatura determinada.



En la actualidad, se tiende a montar dos electroventiladores de accionamiento diferenciado, conectándose primero uno de ellos, y, de seguir ascendiendo la temperatura, entra a continuación en funcionamiento el segundo.

Es el sistema más empleado ya que apenas absorbe potencia del motor. Tiene el defecto de que se confía su funcionamiento al termocontacto.

### **ACCIONAMIENTO VISCOSO**

El ventilador posee un accionamiento similar al directo, mediante correa, pero con la particularidad de intercalar un embrague viscoso, a base de siliconas.

Su funcionamiento está basado en la sensibilidad de la silicona a la temperatura, la cual tiende a solidificarse y actuar como transmisor de movimiento, cuando ésta aumenta.

Este sistema ofrece pérdidas de potencia generadas por el arrastre del ventilador. Es muy usado en turismos de clase alta y vehículos todo-terreno, por el alto grado de fiabilidad que ofrece.



### **ACCIONAMIENTO ELECTROMAGNÉTICO**

Se disponen unas bobinas, que al ser atravesadas por la corriente, generan un campo magnético, que provoca el accionamiento del embrague.

La alimentación es controlada por un termocontacto, similar al empleado en el accionamiento del electroventilador.

### 3.5. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Tienen como misión proteger el sistema de refrigeración del aumento de presión en el circuito del líquido refrigerante, ya sea como consecuencia de la ebullición o congelación de este.

#### 3.5.1. VASO DE EXPANSION

La misión del vaso de expansión es absorber los incrementos de volumen del líquido refrigerante, alojando el exceso de líquido, cuando la temperatura del mismo sea muy alta, y devolviéndolo al circuito cuando éste se enfríe.



En la actualidad, por el vaso de expansión se hace pasar una parte del líquido refrigerante, utilizándose como desgasificador y, en muchos casos, como recipiente de llenado, al ubicarse el tapón de llenado en el mismo

#### 3.5.2. TAPONES DEL VASO Y EL RADIADOR

Estos tapones cierran el vaso de expansión y en el radiador respectivamente. Ambos constan de una válvula que al sobrepasar una determinada presión se abren, permitiendo la salida del vapor y evitando que se produzcan daños en cualquiera de sus elementos.





### 3.5.3. TAPONES DEL BLOQUE Y LA CULATA

Estos tapones se colocan a presión en unos orificios practicados previamente en el bloque motor y la culata. Su objetivo es evitar que en caso de congelación del líquido refrigerante este rompa estos elementos al aumentar su volumen.

## 3.6. ELEMENTOS DE CONTROL

Los elementos de control se encuentran a la vista del usuario del vehículo, ya que su función es informarle del funcionamiento del sistema de refrigeración y alertarle si este fuese incorrecto.

### 3.6.1. NIVEL DE LÍQUIDO

Generalmente aparece en el vaso de expansión mediante una marca que indica el nivel mínimo (min) y otra que indica el nivel máximo (max).

### 3.6.2. TESTIGO DE EXCESO DE TEMPERATURA

Este testigo, al igual que el resto, se encuentra en el cuadro de a bordo. Se ubica próximo al indicador de temperatura del líquido refrigerante y al iluminarse indica que este se halla a una temperatura superior a la adecuada.

### 3.6.3. TERMÓMETRO

El termómetro es un reloj que podemos encontrarlo en el cuadro de a bordo del vehículo y su posición varía según el fabricante. Su misión es mantener informado en todo momento al conductor de la temperatura a la que se encuentra el líquido refrigerante.

## 3.7. PURGADORES

Los purgadores, se disponen para evacuar el posible aire existente en el circuito. Se ubican en los puntos de mayor altura del circuito.



## 3.8. LÍQUIDO REFRIGERANTE

Al principio de la automoción se utilizó agua para esta misión pero hoy en día, además de agua destilada, podemos encontrar diversas sustancias que aportan propiedades al agua que hacen que sea mucho más efectivo.

### 3.8.1. ANTICONGELANTE

El anticongelante está compuesto esencialmente por una mezcla de agua y de glicol etilénico con un punto de congelación de unos  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Las mezclas más utilizadas son a base de agua y glicerina o con agua y alcohol; variando oportunamente el porcentaje de glicerina o de alcohol se obtienen diferentes temperaturas de congelación de la mezcla.

Un anticongelante de buena calidad debe reunir los siguientes requisitos:

- Temperatura de congelación suficientemente baja.
- Elevadas propiedades anticorrosivas.
- Capacidad de neutralizar eventuales productos ácidos.
- Propiedades antiincrustantes.
- Propiedades antiespumantes.
- Temperatura de ebullición razonablemente elevada.
- Calor específico y conductibilidad térmica aceptables.
- Escasa agresividad frente a los elastómeros.
- Viscosidad relativamente baja.
- Reducida toxicidad.

### 3.8.2. ANTICORROSIVO Y RESERVA ALCALINA

La protección contra la corrosión se obtiene añadiendo al anticongelante sustancias idóneas convenientemente dosificadas (benzoato sódico, bórax, fosfatos alcalinos, etc.). Las mezclas así obtenidas adquieren generalmente las características de soluciones tampones, con un pH alcalino comprendido entre 7 y 11 y una cierta "reserva alcalina".

Con la denominación de "reserva alcalina" se entiende la capacidad de esas soluciones para neutralizar los compuestos ácidos que llegan a contaminar a los anticongelantes, se dan por fenómenos de oxidación o por la eventual penetración de los gases de combustión, sin alterar demasiado el pH de la mezcla anticongelante. Esta propiedad es todavía más importante



en los anticongelantes denominados de "larga duración", que deben garantizar un servicio satisfactorio por un período de tiempo no inferior a 2 años.

La valoración de las propiedades anticorrosivas se efectúa con ensayos de laboratorio o en el banco de pruebas, y se expresa en pérdida de peso (mg/cm<sup>2</sup>) observada en una serie de plaquitas metálicas constituidas precisamente por los metales existentes en el sistema de refrigeración (acero, fundición, latón, cobre, aleación para soldar, aluminio y sus respectivas aleaciones).

### 3.8.3. ANTIINCRUSTANTE

Las propiedades antiincrustantes se obtienen mediante sustancias quelantes que, por formar complejos, impiden la deposición de sales de calcio y magnesio; estas sales se introducen generalmente en el sistema de refrigeración cuando se diluye el anticongelante con agua corriente de elevada dureza. La disminución de depósitos e incrustaciones mejora obviamente el intercambio de calor entre el motor y la instalación de refrigeración.

A veces la adición de un anticongelante con propiedades antiincrustantes provoca el desprendimiento de depósitos o costras producidos anteriormente y hace que aparecen sustancias de aspecto oleoso en las proximidades del tapón del radiador. Esta particularidad se considera impropia como un efecto negativo del anticongelante y ha contribuido a crear entre los usuarios una psicosis injustificada.

### 3.8.4. ANTIESPUMANTE

La característica antiespumante de un anticongelante se obtiene incorporando aditivos como siliconas, alcoholes, etc., que, al aumentar la tensión superficial del líquido, limitan la aparición de espuma y disminuyen su estabilidad.

## 4. SISTEMA DE ENGRASE

El sistema de engrase, junto con su función propia de lubricación, cumple también la de refrigeración del motor.

El sistema de engrase es muy simple, su funcionamiento depende básicamente de una bomba, el aceite lubricante, un radiador y el modine (nexo de este sistema y el de refrigeración).

En este sistema nos centraremos en el aceite lubricante se encarga de evitar el rozamiento entre las piezas metálicas móviles internas del motor. Evitando este rozamiento también evitamos que la temperatura del motor aumente produciendo micro soldaduras en estas partes.

El aceite lubricante actúa a su vez como medio de transporte del calor, ya que absorbe el exceso de temperatura de las partes internas del motor por las que circula. Una vez absorbido este calor lo lleva hasta el modine, donde lo cederá al líquido refrigerante del sistema de refrigeración. De este modo el aceite llega a partes a las que el líquido refrigerante no puede circular ya que podría provocar la oxidación y consiguiente deterioro de estas.

Por este motivo el sistema de engrase podría considerarse como una parte del sistema de refrigeración, ya que refrigera las partes a las que no puede llegar y comparten un órgano que los une como ocurre con el modine.

## 5. AVERÍAS

Un mal funcionamiento del circuito de refrigeración conlleva un aumento de la temperatura del motor, que puede llegar a ocasionar serios daños u obligarle a trabajar en frío, provocándole un envejecimiento prematuro.

Hoy en día los modernos sistemas permiten su chequeo con máquinas de [diagnos a través del OBDII](#), aunque su mal funcionamiento lo delatarán los siguientes síntomas:

- Calentamiento excesivo del motor.
- Pérdidas de líquido refrigerante.
- Temperatura de funcionamiento del motor demasiado baja.

### 5.1. CALENTAMIENTO EXCESIVO DEL MOTOR

Este síntoma puede provocar, principalmente, el gripado de algunas piezas del motor como consecuencia de la falta de lubricación por la ebullición del aceite o la deformación de la culata, lo que implicaría también problemas de una seriedad considerable. Las causas que llevan a esta situación pueden ser:

- Falta de líquido refrigerante.
- Mal purgado del circuito.
- Mal funcionamiento del ventilador.
- El fusible del electroventilador está quemado.
- El termocontacto no conecta el electroventilador.
- [El tapón del radiador o del vaso de expansión en mal estado.](#)
- [El radiador se encuentra obstruido](#) o en mal estado.
- El termostato no abre el paso del líquido refrigerante.
- La bomba del líquido refrigerante está averiada.
- La correa de accionamiento de la bomba está floja.
- Hay depósitos de carbonilla en la cámara de combustión.
- El aceite de engrase tiene un nivel insuficiente, es inapropiado o se encuentra deteriorado.
- Tubo de escape obstruido o dificultad de salida de gases.

- Encendido mal reglado.
- [Fugas externas](#) del sistema de refrigeración.

## 5.2. PÉRDIDAS DE LÍQUIDO REFRIGERANTE

Las pérdidas de líquido refrigerante son por sí solas una avería que podríamos considerar de cierta importancia debido a que sin duda alguna provocan el sobrecalentamiento del motor y los posibles daños que ello puede acarrear. Las causas que lo provocan son:

- Fugas externas persistentes en los elementos del sistema de refrigeración, no visibles, detectables con la prueba de estanquidad del circuito.
- Fugas internas hacia la cámara de combustión o el circuito de engrase, provocadas por el mal estado de la junta de culata, mala instalación, mal apriete, haberse quemado, alabeo de la culata o superficie de apoyo del bloque.
- Fugas internas, provocadas por picaduras en las camisas húmedas, mal asentamientos de las mismas; deterioro de sus juntas.
- Fugas por los elementos auxiliares del circuito de refrigeración como el intercambiador de calor del aceite.

En el caso de que la fuga se produjese hacia el circuito de engrase aumentaría el nivel de la varilla de aceite y si fuese hacia la cámara de combustión el humo expulsado por el escape sería blanco.

## 5.3. TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DEMASIADO BAJA

Cuando el motor trabaja a una temperatura inferior a la adecuada se produce un desgaste excesivo de los elementos como consecuencia de que el aceite no alcanza su temperatura óptima para el engrase. Además, también se producen pérdidas de potencia provocadas por una baja compresión debida a que los pistones no se adaptan adecuadamente a las paredes del cilindro, así como por las excesivas pérdidas de energía en forma de calor. Este comportamiento del motor puede estar provocado por las siguientes causas:

- El termostato permanece permanentemente abierto; los valores de apertura no corresponden con las especificaciones del fabricante.
- El ventilador funciona constantemente, por estar puenteado.
- El termocontacto está constantemente conectado, los valores de conexión no corresponden con los especificados por el fabricante.
- Temperatura ambiente demasiado baja.

## 6. MANTENIMIENTO

El mantenimiento del sistema de refrigeración, como en todos los sistemas del vehículo, forma un papel muy importante a la hora del correcto funcionamiento de este y para alargar su vida útil.

Este sistema, debido a su simplicidad tiene un mantenimiento prácticamente nulo que consiste en:

- Revisión periódica del nivel de líquido refrigerante.
- Cambio de líquido refrigerante.

### 6.1. NIVEL DE LÍQUIDO REFRIGERANTE

La [comprobación del nivel de líquido refrigerante](#) deberá realizarse periódicamente. Para ello nos aseguraremos que el nivel de líquido se encuentre entre las marcas de mínimo y máximo que encontramos en el vaso de expansión. Esta operación tan sencilla puede ayudarnos a descubrir fugas de líquido de refrigeración que, en función de su tamaño y el tiempo durante el que se produzcan, puedan causar daños graves al motor.

### 6.2. CAMBIO DE LÍQUIDO REFRIGERANTE

La operación de [cambio de líquido refrigerante](#) tiene una gran importancia ya que este líquido pierde propiedades con el tiempo y el uso. Su sustitución deberá hacerse cada dos años, aproximadamente, y deberemos asegurarnos que el nuevo líquido de refrigeración sea de calidad, ya que de lo contrario podría provocar problemas en los conductos y elementos en contacto con él, además de no evacuar el calor correctamente.

## 7. AVANCES TECNOLÓGICOS

Como ya sabemos, la refrigeración en los motores térmicos ha sufrido una gran evolución a lo largo de su existencia hasta llegar hasta nuestros días, en los que se busca su perfección tratando de conseguir los siguientes objetivos:

- Disminuir el tiempo de calentamiento.
- Aumentar la potencia con ahorro de combustible (mejora del rendimiento).
- Reducir los gases contaminantes.
- Mantener la temperatura óptima constante.
- Proteger el motor del calentamiento una vez parado el motor.

Además, como consecuencia de la colaboración entre empresas que existe actualmente a la hora del desarrollo de los vehículos estamos ante una oleada de mejoras, tanto por la evolución en el uso de la electrónica como en el de materiales, con las que parece estar buscándose desacreditar aquella famosa frase de: “la perfección no existe”.

### 7.1. BOMBA DE AGUA DESCONECTABLE

Consiste en el accionamiento de la bomba mediante una polea movida por un motor eléctrico comandado por la unidad de control electrónica.

Su misión es desconectar la bomba cuando el motor alcanza una temperatura determinada, disminuyendo así su tiempo de calentamiento. De este modo conseguimos mayor potencia en frío mejorando el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes.

### 7.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN REGULADO ELECTRÓNICAMENTE

Con la [gestión electrónica](#) del sistema se trata de variar la refrigeración para estos regímenes de carga:

- Carga parcial. La temperatura debe ser más alta con el objetivo de obtener una potencia mayor con consumos y emisiones contaminantes contenidos.
- Plena carga. Busca trabajar con temperaturas más bajas ya que al tener una temperatura menor del aire de admisión implica mayor potencia.

Este control sobre el sistema de refrigeración lo lleva a cabo la UCE a través de la cartografía diseñada en función de determinados parámetros que recibe, permitiendo regular la temperatura óptima de servicio a través de un termostato calefactable eléctricamente y en función de la velocidad de los ventiladores para adaptarse al régimen de carga que trabaja el motor en cada momento.



### 7.2.1. CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDO REFRIGERANTE

La caja de distribución se monta sobre la culata. Está dividida en dos partes unidas mediante un conducto vertical a través del termostato que abre o cierra gracias a una válvula:

- La parte superior distribuye el líquido refrigerante hacia los distintos componentes, salvo la bomba de refrigeración..
- La parte inferior se encuentra conectado el retorno de líquido refrigerante que viene de los distintos componentes.

### 7.2.2. TERMOSTATO CON REGULACIÓN ELECTRÓNICA

El termostato controla el paso del líquido refrigerante de manera convencional o gestionado por la centralita. Está formado por:

- Un termostato con elemento de cera termodilatable.
- Un módulo de calefacción por resistencia en el elemento de cera.
- Válvulas de cierre.

Su funcionamiento consiste, al igual que en el termostato tradicional, en una cápsula de cera que regula el paso del líquido refrigerante al modo convencional, dilatándose a 105°C y permitiendo así el paso del líquido. Sin embargo, cuando la cartografía de la centralita lo indica se alimenta la resistencia para la calefacción, calentando la cera y provocando la apertura de la válvula independientemente de la temperatura del líquido refrigerante.

### 7.2.3. VENTILADORES DE ACTIVACIÓN POST-MARCHA

Estos ventiladores son controlados por la centralita del motor, adaptando su funcionamiento postmarcha según la temperatura del líquido refrigerante, las condiciones operativas anteriores y la carga a la que a estado sometido el motor antes de su parada.

### 7.2.4. BOMBA ELÉCTRICA DE CIRCULACIÓN POST-MARCHA O DE REFLUJO

Se trata de una protección más del bloque y la culata, esta actúa ante un aumento excesivo de la temperatura del líquido refrigerante tras su paro.

### 7.2.5. CALENTADORES DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN (TERMOSUMERGIDOS)

Tienen por objeto disminuir el tiempo de calentamiento del líquido refrigerante del vehículo, reduciendo su periodo de funcionamiento en frío y favoreciendo al sistema de calefacción del vehículo.

## 7.3. MATERIALES CERÁMICOS

Una de los motivos del bajo rendimiento de los motores térmicos es la gran pérdida de calor provocada por la refrigeración para la protección de estos. Debido a esto se buscan materiales que posean una buena capacidad de disipación del calor y gran estabilidad térmica para obtener temperaturas de funcionamiento más altas, la que es una cualidad reconocida en los compuestos cerámicos.

Los compuestos cerámicos poseen además resistencias iguales o superiores a las de los metales por lo que su uso en componentes de motores está sufriendo un estudio y pruebas bastante exhaustivas debido a sus enormes ventajas.

Entre otros, podríamos nombrar los siguientes:

- Nitruro de silicio. Gracias a sus propiedades ha sido usada por Renault en válvulas de escape y sus guías, así como en los asientos de estas.
- Zirconio. Al igual que el nitruro de silicio también lo ha usado Renault en válvulas de escape y sus guías, así como en los asientos de estas.
- Nitrito de silicio. Se utiliza en los álabes de algunos turbocompresores demostrando una capacidad de trabajo excepcional a temperaturas de 1000 °C.

Además su uso en las partes citadas, las pruebas se centran en el uso de estos materiales en las cámaras de precombustión y combustión, obteniendo resultados más que



satisfactorios tanto en resistencia a altas temperaturas como en arranque en frío, además de otros factores muy a tener en cuenta.

## **7.4. COMPUESTOS DE CARBONO Y ALUMINIO**

Estos materiales, además de otras grandes cualidades, tienen una buena capacidad de disipación del calor, pero la más destacable es la baja lubricación que necesitan al llevar incorporada en su estructura grafito. Esta baja necesidad de lubricación implica una reducción del aceite lo que permitiría, junto con otros factores, el aumento de la temperatura de trabajo del motor debido a que no existe riesgo de degradación del aceite y, por tanto, de gripaje de los componentes del motor.

Esta tecnología se utiliza actualmente en los motores de fórmula 1 pero una serie de marcas, entre las que se encuentran Volkswagen y Piaggio, llevan a cabo investigaciones con estos materiales con el objetivo de llevarlos a los vehículos de serie.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Documentos escritos:

- Arias-Paz
- “Motores” Editorial Mcmillan
- “Motores térmicos y sus sistemas auxiliares” Editorial Edebé
- “Motores” Editorial Editex

Páginas web:

- [www.todomecanica.com](http://www.todomecanica.com)
- [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com)
- [www.manualesdemecanica.com](http://www.manualesdemecanica.com)
- [www.myautomovil.com](http://www.myautomovil.com)
- [www.campus.fortunecity.com](http://www.campus.fortunecity.com)
- [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)
- [www.franklincar.org](http://www.franklincar.org)

