



**C.E.F.P DE MIRANDA DE EBRO GRUPO: A**  
**ALUMNOS: HECTOR BARRUSO FERNANDEZ**  
**GONZALO GUINEA BÁRCENA**  
**TUTOR: FERNANDO VIGO ÁLVAREZ**

# SISTEMAS DE REFRIGERACION DEL MOTOR

## SISTEMAS DE REFRIGERACION DEL MOTOR



# EN LOS VEHICULOS ACTUALES

## EN LOS VEHICULOS ACTUALES

# **INDICE**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. NECESIDADES DE LA REFRIGERACIÓN**
- 3. ELEMENTOS QUE COMPONEN EN CIRCUITO**
- 4. REFRIGERANTES Y ANTICONGELANTES**
- 5. PRECAUCIONES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION**
- 6. MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO**
- 7. AVERIAS Y COMPROBACIONES**
- 8. CAUDAL DE UNA BOMBA**
- 9. SISTEMA DE REFRIGERACION DE UN TURBOCOMPRESOR.**

# INTRODUCCIÓN

Las necesidades de refrigeración en los motores modernos son cada vez mas selectivas a las mayores prestaciones de estos motores, se suma la necesidad de montar componentes cada vez mas ligeros y que tengan un coste mas económicos. Si tenemos en cuenta que cada vez los constructores son más exigentes en cuanto a comportamiento a las vibraciones, resistencia a la niebla salina, choques térmicos, presiones pulsatorias, etc, nos daremos cuenta de la gran complejidad que tiene en la actualidad los sistemas de refrigeración de los motores modernos.

## **-Objeto de la refrigeración en los motores**

Durante el funcionamiento del motor, la temperatura alcanzada en el interior de los cilindros es muy elevada, superando los 2000 °C en el momento de la combustión. Esta temperatura, al estar por encima del punto de fusión de los metales empleados en la construcción del motor, podría causar la destrucción de los mismos.

La temperatura media es muy elevada y si no se dispusiera de un buen sistema de refrigeración para evacuar parte del calor producido en la explosión, la dilatación de los materiales seria tan grande que produciría en ellos agarrotamientos y deformaciones. Esta es la principal causa del bajo rendimiento de los motores térmicos, pero por las causas expuestas se necesita evacuar gran parte del calor obtenida la combustión hasta donde se obtenga el máximo rendimiento del motor.

Las condiciones del sistema de refrigeración deben ser los bastante eficaz para poder evacuar una gran cantidad de calor en intervalos cortos, pero por otro lado esta evacuación no debe ser excesiva pues bajaría el rendimiento del motor, debiendo mantener la temperatura interna dentro de los límites de tolerancia de los metales, obteniendo así el mayor rendimiento del motor.

Durante la explosión se pierde aproximadamente un 35 % del calor producido en la explosión y otro 35 % se pierde en el escape, quedando así un 30 % aproximadamente de calor útil para transformarse.

## NECESIDADES DE LA REFRIGERACION

El circuito de refrigeración debe de enfriar, pero no excesivamente, ya que un enfriamiento excesivo bajaría el rendimiento del motor y provocaría un aumento en la viscosidad del lubricante, aumentando el rozamiento.

La cantidad de calor que pasa de un gas a una pared se puede calcular con la expresión  $Q=k \cdot DT \cdot S$ .

Siendo  $Q$  el calor transmitido en Kcal.,  $DT$  la diferencia de temperaturas entre pared y gas,  $K$  el coeficiente de transmisión en Kcal. /m<sup>2</sup>, y  $S$  la superficie de la pared en m<sup>2</sup>.

## TIPOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACION

- **REFRIGERACION POR AGUA:**

Las paredes de los recintos que envuelven el cilindro y la culata deben de ser de un espesor lo menor posible, y presentar gran superficie de contacto.

En los motores de combustión el sistema empleado es el de recuperación total del agua refrigerante, para lo cual se establece una circulación rápida, y se inserta en el circuito un radiador para transmitir al aire ambiente, el calor absorbido por el motor.

El caudal de agua  $G$  necesario para la refrigeración se expresa en litros/hora y se calcula con la expresión  $G=Q / DT$ . Siendo  $DT$  el salto térmico entre la salida y entrada de agua al motor.

El agua entra al motor por la parte baja del bloque y sale por la más alta, para evitar la formación de bolsas de vapor.

**Circulación por termosifón:** La circulación se consigue aprovechando la diferencia de peso existente entre el agua caliente del motor y la fría del radiador.

Al aumentar la temperatura, aumenta el volumen del agua y disminuye su densidad, subiendo por tanto el agua caliente hacia arriba, y generando un movimiento natural del líquido refrigerante. Al mismo tiempo el ventilador origina una corriente de aire que enfría el refrigerante del radiador.

El radiador se suele disponer un poco mas alto que el bloque, aumentando así el desnivel entre salida al motor y entrada al radiador.

La diferencia de temperaturas oscila en torno a los 35°C y la principal ventaja que tiene es que es un sistema autorregulado, ya que el caudal aumenta proporcionalmente a la temperatura del motor, y además, tiene inercia.

Es un sistema sumamente sencillo, aunque solo puede utilizarse en motores de poca potencia, donde se necesite poco caudal de refrigerante, para medias y grandes potencias, ya que se necesitaría un radiador muy grande

El depósito superior del radiador debe de tener gran capacidad, ya que si el nivel del líquido dentro del debido a la evaporación desciende por debajo del nivel de entrada procedente del motor, se produciría el cese de la circulación del refrigerante.

Actualmente se emplean sistema de circulación forzada, contruidos insertando una bomba que acelera la circulación del refrigerante.

**Circulación forzada:** Se consigue una mejor refrigeración, ya que al aumentar el régimen de giro, aumenta el caudal de refrigerante.

Los manguitos de unión entre el bloque y el radiador no precisan ser tan gruesos, y el radiador no precisa ser tan grande, pudiendo colocar el radiador mas bajo con respecto al motor.

La circulación del agua se diseña de forma que la diferencia de T, no sea superior a 10°C y deseable 5°C, ya que así disminuimos la diferencia de T entre motor y radiador y aumentamos la diferencia entre radiador y aire.

- **REFRIGERACION 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 mayor cuanto mayor sea el calor a evacuar. Así, pues, las mayores 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:**

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. 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

- Diseño y construcción simplificado.
- Poco peso del motor (no tiene elementos como radiador, manguitos o bomba).
- Mínimo entretenimiento, 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

- 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 motor bóxer o de cilindros opuestos, por canalizar mejor el aire.

- **Refrigeración mixta:**

Este sistema es el más empleado hoy en día en los vehículos actuales y consiste en una combinación de los dos sistemas anteriores. Para ello se dispone de un circuito de refrigeración forzada por agua, ayudado por una corriente de aire que suministra un ventilador movido por el propio motor.

Este ventilador, además de forzar el paso del aire a través del radiador para obtener una refrigeración mas eficaz del agua sobre todo a marcha lenta, suministra una corriente de aire al motor para refrigerar los elementos externos adosados al mismo, como son: el generador de corriente, bujías, colectores de escape, etc.

# ELEMENTOS QUE COMPONEN EL CIRCUITO DE REFRIGERACION POR AGUA

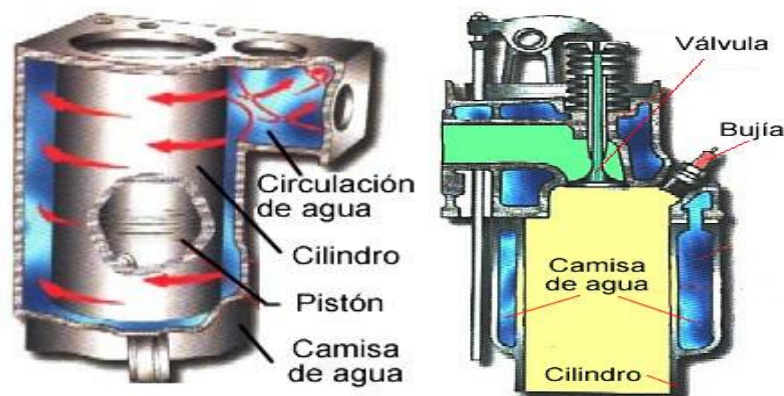
El sistema de enfriamiento por medio del agua se compone de las siguientes partes:

## 1. Camisa de los cilindros

Las camisas de los cilindros transfieren el calor desde el interior de los cilindros hasta el exterior. Estas camisas pueden ser húmedas es decir que permiten que el liquido refrigerante circule alrededor de los cilindros para lograr un mejor enfriamiento.

En las gráficas de la derecha se puede apreciar la camisa de agua el pistón, el cilindro y como el agua circula dentro de estos conductos para llevar a cabo la refrigeración.

Las camisas de agua o llamadas también húmedas no solo rodean el cilindro sino también la cámara de combustión, los asientos de las bujías, los asientos y guías de las válvulas y las partes en contacto con los gases producto de la combustión.



## 2. El radiador

Los radiadores disipan el calor mediante el flujo de aire; el líquido recuperado se enfría para circularlo de nuevo.

Un radiador consiste en dos tanques metálicos o de plástico según el caso que están conectados uno contra otro por medio de un núcleo (malla de tubos delgados y aletas). Las mangueras se utilizan para unir el radiador al motor dando elasticidad al conjunto, estas se sujetan con abrazaderas metálicas a los tubos que salen de ambos elementos. El refrigerante fluye desde el tanque de entrada a través de los tubos al tanque de salida



siempre que esté abierto el termostato en el motor. Mediante las aletas se disipa el calor hacia la atmósfera enfriando el líquido.

Los radiadores que tienen el tanque de entrada en la parte superior y el tanque de salida en la parte inferior se llaman radiadores de flujo vertical.

Los radiadores que poseen un tanque a cada lado se llaman radiador de flujo horizontal.

En este tipo de radiadores el tanque de entrada está conectado con el termostato, mientras que el tanque de salida está conectado a la entrada de la bomba de agua.

-El núcleo del radiador pueden construirse de tres tipos: tubular, de panel y láminas de agua:

### **Radiador con núcleo tipo tubular**

Usados antes en motores grandes y potentes, ahora poco usados debido a su elevado precio y complejidad de su construcción (gran parte soldada).

Son contruidos por grupos de pequeños tubos horizontales que logran hacer una gran superficie de refrigeración.

### **Radiador con núcleo tipo panel**

Usados antes en motores grandes y potentes, ahora poco usados debido a su elevado precio y complejidad de su construcción (gran parte soldada).

Son contruidos por grupos de pequeños tubos horizontales que logran hacer una gran superficie de refrigeración.

### **Radiador con núcleo tipo láminas de agua**

Hechos por unos tubos anchos y muy chatos montados haciendo unas ondulaciones soldadas entre sí o bien se separan y sostienen con unas finas chapas de latón, las cuales dan rigidez a los pasos hexagonales del aire formando un falso panel. En los dos casos el aire que pasa por entre los tubos chatos, enfría las láminas de agua que circula en el interior de ellos.

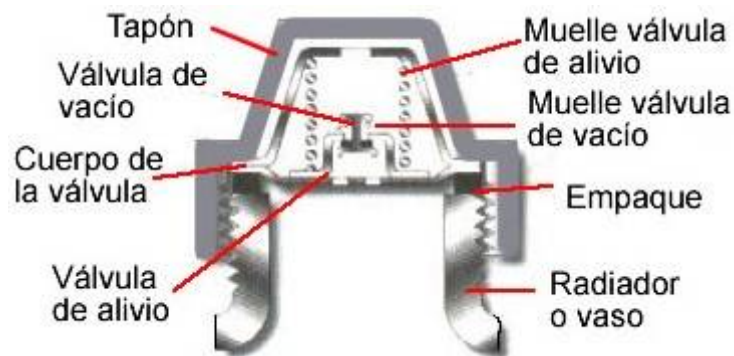
### 3. Tapón o tapa del radiador

El tapón del circuito mantiene una presión en el radiador con el fin de que la temperatura de ebullición sea mayor. La entrada de aire o líquido al radiador con el motor frío se produce automáticamente.

La tapa del radiador o la tapa del vaso de expansión en algunas ocasiones traen dos válvulas, la primera es una válvula de alivio que limita la  $p$ . Si el líquido refrigerante se calienta y expande lo suficiente como para causar que la presión del sistema se eleve por encima de la presión de diseño de la tapa, la válvula de presión se abre y permite que el líquido refrigerante se escape por un tubo de sobre flujo hacia el depósito hasta que la presión se estabilice en el sistema.

Cuando el líquido refrigerante se enfría, se contrae creando así un vacío resultante en el sistema de enfriamiento; este vacío hace que el líquido se retire del depósito y entre al sistema de enfriamiento a través de la válvula de vacío ubicada en la tapa del radiador o del vaso de expansión evitando la entrada de aire al sistema lo que puede producir oxidación de las partes

presión en el sistema de enfriamiento a un nivel predeterminado. La segunda es una válvula de ventilación de vacío (presión).



### 4. Mangueras de conexión

Las mangueras de conexión son todo el conjunto de tuberías de caucho que unen los diferentes componentes de un circuito de refrigeración con agua entre sí por ejemplo: radiador - culata o bomba de agua - radiador.

Las mangueras del radiador pueden ser rectas, moldeadas y flexibles y se pueden acomodar según las necesidades. El constante uso de las mangueras generan su deterioro; una manguera deteriorada afecta el buen funcionamiento del sistema, se hace

necesario su reemplazo según el estado de estas.

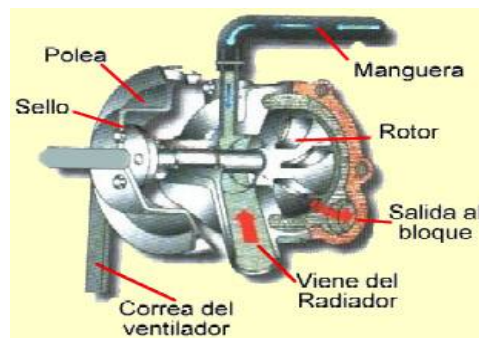
Algunos de estos tipos de mangueras son:



### 5. Bomba del agua

La bomba de agua es una bomba centrífuga accionada por el motor mediante una correa. La capacidad de la bomba de agua debe ser suficiente para proporcionar la circulación del refrigerante.

Esta bomba se utiliza para hacer circular el líquido refrigerante por todas las partes del circuito de refrigeración del motor; el flujo del líquido refrigerante regresa a la bomba de agua a través del desviador cuando está cerrado el termostato y por el radiador cuando el termostato está abierto.



### 6. El Ventilador

El ventilador no solo envía una corriente de aire alrededor del motor, sino además absorbe el aire de la atmósfera (fresco) y lo hace pasar a través del núcleo del radiador a mayor velocidad proporcionando un adecuado enfriamiento.

El ventilador es accionado por el motor mediante un acople en el eje de la bomba de agua y se impulsa con una correa (banda) desde la polea del cigüeñal. Algunos

ventiladores incorporan un embrague con fluido de impulsión para controlar las velocidades respecto con las demandas de enfriamiento.

La capacidad del ventilador depende del número de aspas, el diámetro total y velocidad. El paso o ángulo de las aspas del ventilador también afecta su capacidad. Las aspas mas planas mueven menos aire que las aspas con mayor ángulo. Los ventiladores con ángulo variable tienen aspas flexibles que tienden a ser menos planas a medida que se incrementa la velocidad del motor.

Con el aumento de velocidad se crea un flujo de aire suficiente. Las aspas son curvas en las puntas y con frecuencia se encuentran espaciadas de manera no uniforme para reducir el nivel de ruido.

La cubierta del ventilador evita una recirculación de aire alrededor de las puntas de las aspas.

## **7. Líquido refrigerante**

El líquido refrigerante es el medio que se utiliza para absorber calor desde el motor hacia la atmósfera utilizando el sistema de refrigeración.

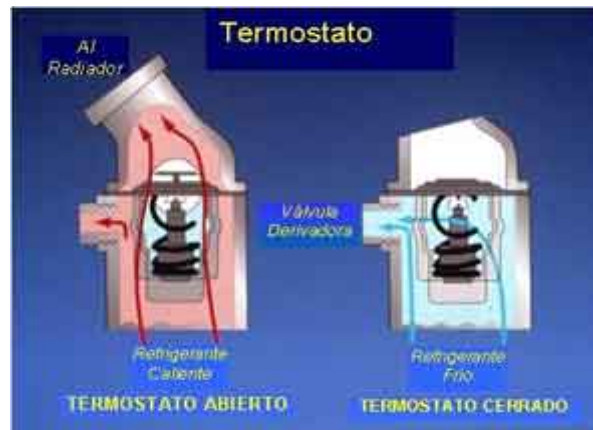
El agua es el líquido más utilizado pero debido a algunas de sus propiedades (bajo punto de ebullición y congelación) requiere de algunos aditivos que mejoran sus características.

Estos aditivos pueden subir el punto de ebullición o de congelación, evitar la corrosión, lubricar partes del sistema (sellos de la bomba), retardar la formación de sedimentos o mejorar otras propiedades.

Existen varios tipos de aditivos e inhibidores especiales a base de silicatos los cuales se agregan para prevenir la corrosión de partes de aluminio, como las cabezas de cilindros, termostato o radiador.

## **8. El termostato**

El termostato es una válvula sensible al calor ubicada en la parte superior delantera del motor. El termostato controla la circulación del refrigerante según los rangos mínimos y máximos de operación del motor. Cuando se arranca un motor frío, el termostato cierra el flujo del refrigerante, una vez que la máquina está caliente, se abre el termostato y permite que el refrigerante atrapado fluya de regreso al radiador. Algunos termostatos funcionan bajo el principio de dilatación de una espiral metálica la cual abre o cierra una válvula en función de la temperatura necesaria para esa dilatación.



Existen otros termostatos, los de válvula de mariposa y de válvula de cabezal los cuales tienen un elemento de cera el cual está expuesto al líquido refrigerante del motor.

Cuando la cera se calienta se expanden forzando una varilla que sale.

Cuando la cera se enfría se contrae cerrando la válvula por medio de un muelle y la varilla regresa a la posición inicial de esta manera deja o no pasar el líquido refrigerante.

# REFRIGERANTES Y ANTICONGELANTES

Como refrigerante usamos un fluido líquido portador de calor que denominamos anticongelante. Este líquido es el encargado de transportar hacia el radiador el exceso de calorías producidas por la combustión y los rozamientos internos del motor térmico circulando siempre en circuito cerrado.

Hoy en día algunas personas siguen empleando el agua como líquido refrigerante por ser el líquido más estable y económico, pero se sabe que tiene grandes inconvenientes, ya que a temperaturas de ebullición el agua es muy oxidante y ataca a las partes metálicas en contacto con ella y obstruir las canalizaciones y el radiador con las sales calcáreas. Otro de los inconvenientes es que el agua a temperaturas por debajo de 0°C se solidifica.

## - Finalidad del anticongelante:

Para evitar estos inconvenientes del agua se emplean los anticongelantes que son unos productos químicos preparados para mezclar con el agua de refrigeración de los motores y conseguir los siguientes fines:

- Disminuir el punto de congelación del líquido refrigerante, el cual, en proporciones adecuadas, hace descender el punto de congelación entre 5 y 35 °C, por tanto, la proporción de mezcla estará en función de las condiciones climatológicas de la zona o país por donde circule el vehículo.
- Aumentar la temperatura de ebullición del agua, para evitar pérdidas en los circuitos que trabajen por encima de los 100 °C.
- Evitar la corrosión de las partes metálicas por donde circula el agua.

- Composición del anticongelante:

Entre los muchos productos anticongelantes que se pueden emplear, el más utilizado en la actualidad esta formado a base de un hidrocarburo etílico con glicerina y alcohol, al cual se le añade bórax como inhibidor de corrosión, agua destilada, un antiespumante y un colorante de identificación; con las siguientes proporciones:

- Etilenglicol.....90 a 95%
- Bórax.....2 a 3%
- Agua destilada.....un máximo del 2%
- Antiespumante.....pequeña proporción
- Colorante.....pequeña proporción

Según el porcentaje de mezcla de este liquido con el agua, se pueden conseguir diferente temperaturas de congelación. Para los circuitos cerrados, las casas fabricantes de este producto lo venden ya preparado para la cantidad total del circuito, según la marca y modelo del vehículo y suele tener una duración de dos años. Hay que tener en cuenta que, en estas soluciones, las pérdidas por evaporación solo se producen en el agua; por tanto, para reponer el nivel en los circuitos abiertos solo deberá añadirse agua.

## PRECAUCIONES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

- No quitar nunca el tapón del radiador o aflojar el tapón de vaciado del radiador mientras el motor esta en función o cuando el motor y el radiador están calientes. Un chorro de líquido hirviendo y el vapor pueden causar graves quemaduras. Puede también dañar el motor y el sistema de refrigeración.
- Apagar el motor y esperar hasta que se enfrié. Pero, tener siempre mucho cuidado cuando se quita el tapón. Envolver un trapo espeso alrededor del tapón y girarlo lentamente en sentido inverso a las agujas del reloj hasta el primer punto de parada. Alejarse mientras que sale la presión.
- Asegurarse de que toda la presión sea salida y luego pisar el tapón hacia abajo mediante el trapo, girarlo y quitarlo.

## SUSTITUCION LÍQUIDO DE ENFRIAMIENTO MOTOR

1. Quitar el tapón del radiador
2. Quitar el tapón de vaciado del radiador.
3. Vaciar el líquido de enfriamiento en un recipiente adecuado.
4. limpiar con agua el sistema de refrigeración para eliminar cualquier residuo de color.
5. Dejar que el sistema se desahogue completamente.
6. Apretar el tapón de vaciado del radiador.
7. Rellenar el deposito del liquido de enfriamiento hasta que el nivel del liquido llegue a la muesca full.
8. Instalar el tapón del radiador
9. Poner en marcha el motor y dejarlo al mínimo hasta que el ventilador de refrigeración se active.
10. Después del calentamiento del motor, llevar a cabo los pasos siguientes:
  - a) Hacer girar el motor a **2.500 rpm** durante **5 minutos**
  - b) Hacer girar el motor a **3000 rpm** durante **5 minutos**, luego volver al mínimo.
  - c) Efectuar el paso diversas veces.
  - d) Hacer girar el motor al mínimo durante **1 minuto**.



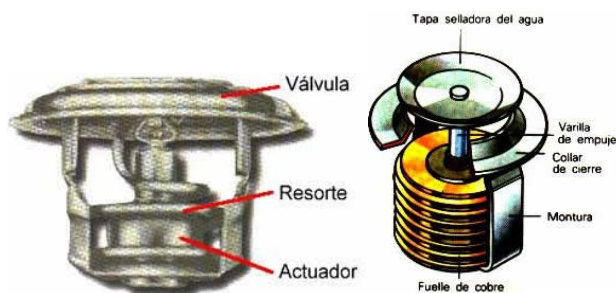
11. Apagar el moto y esperar hasta que este frío.
12. Quitar el tapón del radiador.
13. Controlar el nivel del líquido de enfriamiento.
  - Si el nivel es bajo, llevar a cabo de nuevo los pasos 6 – 9
14. Instalar el tapón del radiador.
15. Controlar por si hay pérdidas de líquido de enfriamiento.
  - Si no está conforme a lo especificado, reparar o sustituir el tapón del radiador.

## **CONTROL PERDIDAS DE LIQUIDO DE ENFRIAMINETO MOTOR**

1. Controlar el nivel del líquido de enfriamiento.
2. quitar el tapón del radiador.
3. limpiar la superficie de instalación del tapón del radiador y del manguito superior del radiador.
4. Conectar el **comprobador del tapón del radiador** a la boca de llenado del depósito.
5. Aplicar presión especificada al radiador. (**presión: 127 kpa**)
6. Controlar que la presión se mantenga.

## CONTROL TAPON DEL RADIADOR

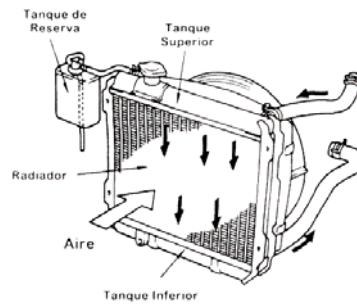
1. Limpiar la válvula de vacío y la junta estanca del tapón del radiador.
2. Controlar si la junta estanca del tapón del radiador esta agrietado volcada.
  - Si no esta conforme a lo especificado, sustituir el tapón del radiador.



3. Llenar con agua o líquido de enfriamiento motor el adaptador del tapón del radiador hasta llegar al nivel máximo, luego enganchar el tapón del radiador al adaptador.
4. Tener el tapón del radiador orientado hacia abajo y aplicar presión gradualmente. Comprobar que la presión se mantenga de conformidad con las especificaciones durante **10 segundos**.
  - Si la presión no esta de conformidad con las especificaciones, sustituir el tapón del radiador. (**presión: 113-142 kpa**)

## MONTAJE Y DESMONTAJE DEL RADIADOR

1. Desconectar el cable negativo de la batería.
2. Eliminar el líquido de enfriamiento motor.
3. Quitar el ventilador de refrigeración.
4. Quitar el tubo flexible del aceite. (ATX).
5. Quitar según el orden indicado en la tabla.
6. Instalar en el orden contrario al de la remoción.
7. Rellenar con líquido de enfriamiento motor.
8. Controlar por si hay pérdidas de líquido de enfriamiento motor.



**Configuración del Radiador**

## MONTAJE Y DESMONTAJE DEL TERMOSTATO

1. Quitar la placa de protección de los orificios de las bujías.
2. Desconectar el cable negativo de la batería.
3. Eliminar el líquido de enfriamiento motor.
4. Quitar la correa de transmisión.
5. Quitar el depósito del limpiaparabrisas.
6. Quitar la bomba del aceite P/S.

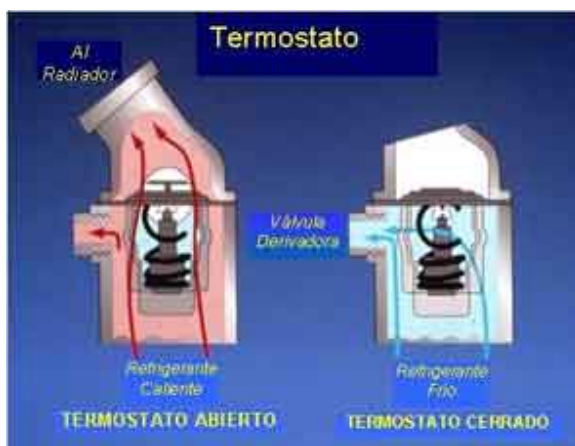
**Nota:** Quitar la bomba de aceite P/S de la dirección asistida con las tuberías todavía conectadas.

7. Quitar según el orden indicado en la tabla.
8. Instalar en el orden contrario al de la remoción.
9. Rellenar con líquido de enfriamiento motor.
10. Controlar por si hay pérdidas de líquido de enfriamiento motor.

- Tenemos que controlar el termostato por si hay las siguientes condiciones:

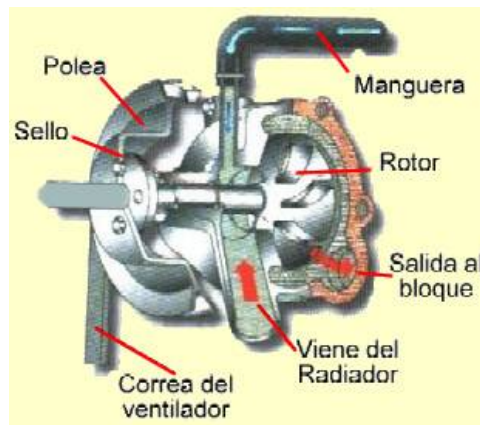
- Válvula cerrada a temperatura ambiente
- Temperatura de abertura y elevación de válvula
  - Si no esta conforme a lo especificado, sustituir el termostato.

Temperatura inicial de abertura ( ° C)	80,0 – 84,0
Temperatura de completa abertura (° C)	97
Elevación de completa abertura (° C)	Mas de 8.0



## MONTAJE Y DESMONTAJE DE LA BOMBA DE AGUA

1. Desconectar el cable negativo de la batería.
2. Eliminar el líquido de enfriamiento motor.
3. Aflojar los pernos fileteados de la polea de la bomba de agua para quitar la correa de transmisión.
4. Quitar según el orden indicado en la tabla.
5. Instalar en el orden contrario al de la remoción.
6. Rellenar con líquido de enfriamiento motor.
7. Controlar por si hay pérdidas de enfriamiento motor.



## MONTAJE Y DESMONTAJE MOTOR VENTILADOR

1. Desconectar el cable negativo de la batería.
2. Quitar el panel de separación entre compartimiento motor y habitáculo.
3. quitar la abrazadera del tubo A/C.
4. Quitar la abrazadera del tubo (ATX).
5. Quitar según el orden indicado en la tabla
6. Instalar en el orden contrario al del desmontaje.

## **CONTROL MOTOR VENTILADOR DE REFRIGERACION**

1. Asegurarse de que la batería este completamente cargada.
2. conectar la tensión positiva de batería y un amperímetro al conectar del motor del ventilador.
3. Comprobar que el motor del ventilador funcione correctamente y que la absorción de corriente de conforme s los valores estándar.
  - Si no esta conforme a lo especificado, sustituir el motor ventilador.



## **MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO**

Para un buen mantenimiento hay que Comprobar periódicamente el nivel del líquido refrigerante en el vaso de expansión. El nivel de líquido ha de estar comprendido entre las marcas máximas y mínimas que figuran en el vaso de expansión. No se ha de llenar nunca completamente el vaso, se debe dejar un espacio libre para el vapor.

- Limpieza periódica del circuito, según las instrucciones del fabricante.
- Comprobación de fugas y sustitución de los manguitos flexibles deteriorados.
- 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.

### **-Verificación del circuito de refrigeración:**

Cuando se ha realizado algún tipo de intervención en el circuito de refrigeración es conveniente verificar su correcto funcionamiento realizando los siguientes pasos:

- Purgar el circuito y verificar el nivel de líquido refrigerante.
- Arrancar el motor y llevarlo a su temperatura de funcionamiento observando que no existen fugas.
- Comprobar que la temperatura del motor no sube más de lo normal.
- Asegurar que los electro ventilador se accionan correctamente, y posteriormente se paran y comprobar que el aire es impulsado en la misma dirección que el provocado por la marcha del vehículo.

### **-Regulación de la temperatura del motor:**

Se ha indicado que la temperatura interna del motor debe mantenerse dentro de unos límites establecidos (alrededor de los 80 °C) para obtener un perfecto funcionamiento y un rendimiento máximo, debiendo mantener esa temperatura tanto en verano como en invierno.

La temperatura de funcionamiento en el motor incide directamente sobre la lubricación y la alimentación ya que, si esta frío, el aceite se hace más denso, dificultando el movimiento de sus órganos con pérdida de potencia en el motor. Por otra parte, a bajas temperaturas la mezcla de combustible se realiza en peores condiciones, no obteniendo toda su potencia dada.

Si la temperatura, por el contrario, es elevada, el aceite se hace más fluido, perdiendo parte de sus propiedades lubricantes, con lo cual las partes móviles del motor pueden sufrir dilataciones y agarrotamientos, dificultando el movimiento de sus órganos móviles y absorbiendo una mayor potencia que reduce el rendimiento útil del motor.

### **-Limpieza del circuito:**

Para efectuar la limpieza del radiador y a la vez del circuito, debe emplearse preferentemente agua caliente con una mezcla de 1Kg de carbonato de sosa por cada 10 litros de agua; la operación se realiza con el motor caliente. Para ello, se vacía el radiador por medio del grifo de desagüe, se llena a continuación con la solución preparada y se deja el motor funcionando a ralentí durante unos 15 minutos. A continuación se vacía el circuito y se espera a que el motor se enfrié, llenando a continuación el circuito con agua corriente. Seguidamente, con el motor en marcha y el grifo de desagüe abierto, se introduce agua hasta que salga limpia, se cierra el grifo y se completa el nivel con agua limpia.

## **AVERIAS Y COMPROBACIONES**

Las averías que determinan un funcionamiento anormal en el circuito son las siguientes:

- Perdidas de agua en el circuito.
- Calentamiento excesivo del motor.
- El motor tarda mucho tiempo en alcanzar su temperatura de régimen.

### **-Perdidas de agua**

Las pérdidas de agua se deben generalmente a fugas en el circuito, que suelen localizarse en los manguitos de unión, grifo de desagüe del radiador y en la bomba. El sistema más fácil para averiguar la fuga es inyectar aire a presión de 1 a 2 Kg. / cm. cuadrados y observar el punto de la fuga. Las fugas a través de la junta de la culata pueden producirse hacia el exterior del bloque o hacia el interior de los cilindros. Estas fugas de agua producen fallos de funcionamiento en el motor y se puede observar la salida de vapor de agua, bien por el lateral del bloque o por el tubo de escape.

### **-Calentamiento del motor**

Si observamos un calentamiento anormal del motor, se comprueba en primer lugar el nivel de agua en el radiador y el tensado de la correa del ventilador, corrigiendo el defecto que proceda.



### **-Comprobación del termostato**

Si el defecto sigue produciéndose, es conveniente desmontar el termostato y comprobar su perfecto funcionamiento. Para ello se sumerge el mismo en un recipiente con agua que se ira calentando progresivamente, controlando la temperatura con un termómetro. A los 70 ° C la válvula debe empezar a abrirse y a lo 85 ° C debe estar completamente abierta; en caso contrario el termostato esta en mal estado y debe ser sustituido por otro nuevo.

### **Verificación de la bomba y el radiador**

Si el termostato funciona correctamente, la avería puede estar producida por una obstrucción del circuito, bien en la bomba o en el radiador. Para comprobar el funcionamiento de la bomba se suelta el manguito de unión culata radiador y, con el motor en marcha, el agua debe salir en abundancia, en caso contrario es que la bomba esta obstruida. Antes de desmontar ésta para su comprobación y limpieza, hay que comprobar el radiador. Para ello soltamos el manguito de salida del radiador y echando agua a presión por la boca de llenado, esta debe Salir abundantemente por la boca de salida, en caso contrario el radiador esta obstruido.

## **CAUDAL DE UNA BOMBA**

- El caudal a suministrar por esta bomba en función de las variables expuestas, se calcula por la siguiente formula:

G = caudal en litros/hora a suministrar por la bomba

Q = cantidad de calor a evacuar, el cual se puede fijar,  
Como termino medio, para motores utilizados en

$$G = \frac{Q * W_f}{t_1 - t_2}$$

Automoción:

-motores de explosión Q = 1000 kc/cv-h

-motores diesel Q = 700 kc/cv-h

$W_f$  = potencia al freno o potencia efectiva del motor en

Cv

$t_1 - t_2$  = diferencia de temperatura en el agua a la entrada y  
Salida del ciclito, la cual, como ya se explico,  
Suele ser de unos 10 °C

## EJERCICIO RESUELTO

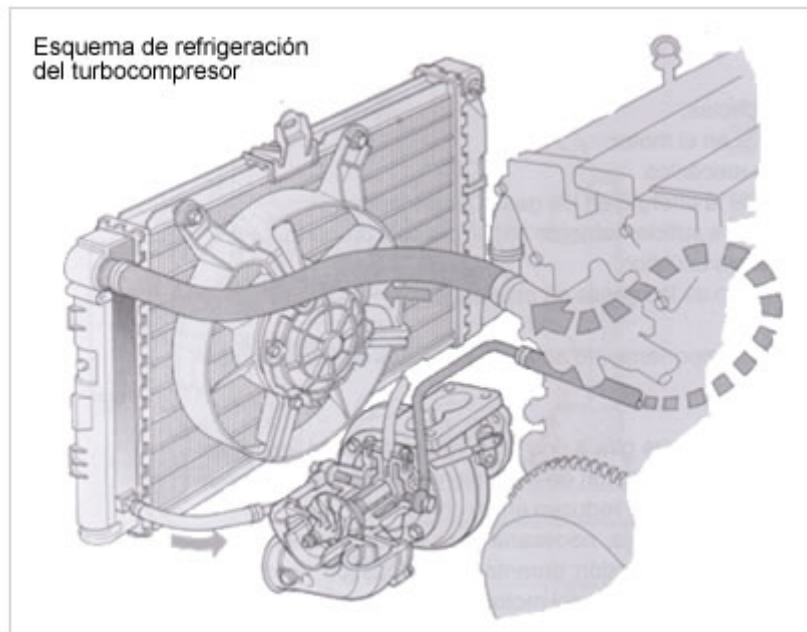
¿Qué cantidad de agua debe suministrar una bomba, para refrigerar un motor de explosión, que tiene una potencia al freno de 60 cv y tiene que mantener una temperatura interna con una variación de 10 °C?

$$G = \frac{Q * W_f}{t_1 - t_2} = \frac{1000 * 60}{10} = 6000 \text{ l/h}$$

Que suponen un caudal por cv/h de:

$$G = \frac{6000}{60} = 100 \text{ l/cv-h}$$

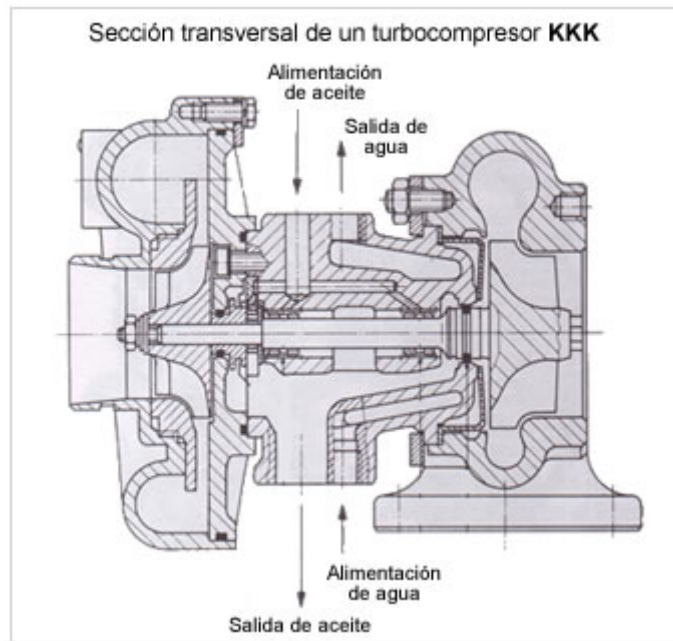
## SISTEMA DE REFRIGERACION DE UN TURBOCOMPRESOR



-Los motores de gasolina, en los cuales las temperaturas de los gases de escape son entre 200 y 300°C más altas que en los motores diesel, suelen ir equipados con carcasas centrales refrigeradas por agua. Cuando el motor está en funcionamiento, la carcasa central se integra en el circuito de refrigeración del motor. Tras pararse el motor, el calor que queda se expulsa utilizando un pequeño circuito de refrigeración que funciona mediante una bomba eléctrica de agua controlada por un termostato. En un principio cuando se empezó la aplicación de los turbocompresores a los motores de gasolina, no se tuvo en cuenta la consecuencia de las altas temperaturas que se podían alcanzar en el colector de escape y por lo tanto en el turbo que esta pegado a el como bien se sabe. La consecuencia de esta imprevisión fue una cantidad considerable de turbos carbonizados, cojinetes defectuosos y pistones destruidos por culpa de la combustión detonante. Hoy en día los carteres de los cojinetes de los turbocompresores utilizados para sobrealimentar motores Otto se refrigeran exclusivamente con agua y se han desarrollado y se aplican materiales más resistentes al calor. Los fondos de los pistones de los motores turbo casi siempre se refrigeran por medio de inyección de aceite. Con estas medidas se han solucionado la mayor parte de los problemas que tienen los motores de gasolina sobrealimentados por turbocompresor, eso si, siempre teniendo presente que si por algún motivo la temperatura de escape sobrepasa durante un tiempo prolongado el limite máximo de los 1000°C el turbo podrá sufrir daños.

-Normalmente el turbocompresor suele estar refrigerado con aceite que circula mientras el motor esta en marcha. Si se apaga bruscamente el motor después de un uso intensivo, y el turbocompresor esta muy caliente, el aceite que refrigera los cojinetes del turbocompresor se queda estancado y su temperatura aumenta, con lo que se puede empezar a carbonizar, disminuyendo su capacidad lubricante y acortando la vida útil del turbocompresor.

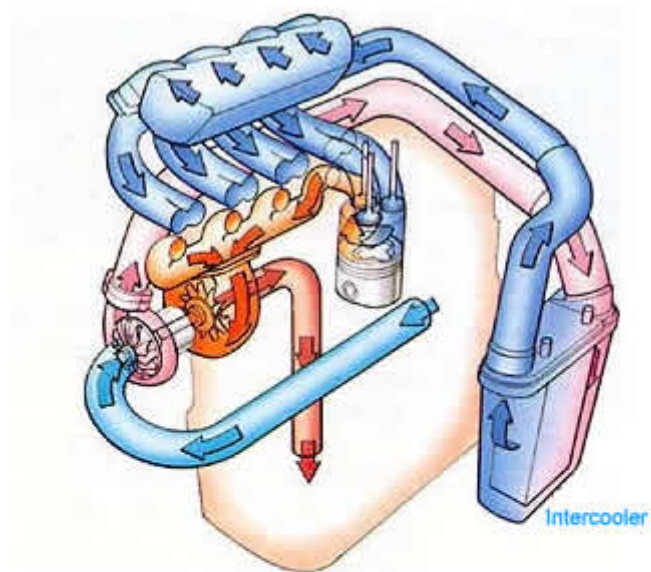
El Turbo Timer es un sistema que mantiene circulando el aceite en el turbocompresor durante un lapso de tiempo después del apagado del motor. Algunos modelos funcionan con sensores que detectan la intensidad en el uso del turbocompresor para permitir la lubricación forzada del mismo por un tiempo prudencial después del apagado del motor.



## Intercooler

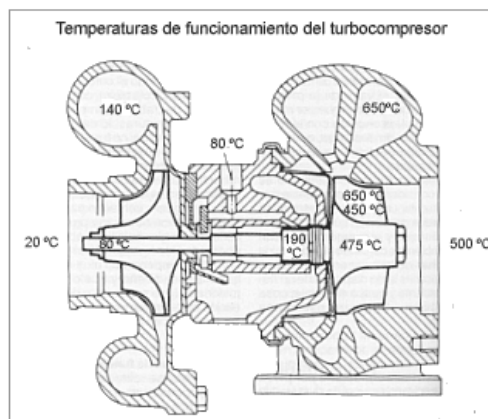
Para evitar el problema del aire calentado al pasar por el rodete compresor del turbo, se han tenido que incorporar sistemas de enfriamiento del aire a partir de intercambiadores de calor (intercooler). El intercooler es un radiador que es enfriado por el aire que incide sobre el coche en su marcha normal. Por lo tanto se trata de un intercambiador de calor aire/aire a diferencia del sistema de refrigeración del motor que se trataría de un intercambiador agua/aire.

Con el intercooler (se consigue refrigerar el aire aproximadamente un 40% desde 100°- 105° hasta 60°- 65°). El resultado es una notable mejora de la potencia y del par motor gracias al aumento de la masa de aire (aproximadamente del 25% al 30%). Además se reduce el consumo y la contaminación.



- a** Entrada de aire a través de filtro a temperatura ambiente
- b** Aire comprimido por el compresor del turbo a temperatura elevada
- c** Aire comprimido enfriado en el "intercooler"
- d** Gases de escape a muy alta temperatura que salen del motor
- e** Gases de escape a muy alta temperatura que salen del turbo

-Un turbocompresor trabaja a elevadas temperaturas, estas son las siguientes:



## -Circuito de refrigeración de un motor biturbo

