



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERIA.

- INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA-

Cátedra:

MAQUINAS TERMICAS I

Grupo: **#10**

Tema: Sistemas de lubricación y refrigeración
de motores de cuatro tiempos

Alumnos:

Suarez, Danilo.....LU: 8368

Pelichero, Damián.....LU: 8246

Maidana, Juan Pablo.....LU: 9159

Curso: 2001

Contenido e índice

*Refrigeración o sistemas de enfriamientos. Refrigeración por aire.....	1
*Refrigeración por líquido.....	3
*Componentes del sistema de refrigeración por líquido.....	5
*Tipos de radiadores.....	8
*Termostato.....	11
*Bomba de agua.....	12
*Líquidos refrigerantes.....	13
*Mantenimiento y problemas del sistema de refrigeración.....	14
*Lubricación, introducción. Sistemas de lubricación.....	15
*Componentes del sistema de lubricación.....	18
*Consideraciones sobre lubricantes	20
*Diagrama P-V y T-S, del ciclo Sabathe	22
*Comparación entre ciclos: Diesel y Otto.....	23
*Comparación entre ciclos: Carnot y Otto.....	24
*Comparación entre ciclos: Carnot y Diesel.....	25

REFRIGERACIÓN O SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento es de gran importancia, ya que el funcionamiento correcto y la efectividad de su servicio depende en gran parte del enfriamiento. Durante el funcionamiento del motor se produce calor debido al frotamiento de las piezas en movimiento y a la combustión de los gases en el cilindro la cual puede alcanzar hasta los 2000°C.

Si se permitiera éstas altas temperaturas permanezcan constantes en el motor durante su funcionamiento, las propiedades lubricantes del aceite en el sistema de lubricación quedarían destruidas por completo, y el motor sufriría daños considerables por efecto del intenso calor producido. El metal antifricción de los casquetes se fundiría, los pistones se pegarían a los cilindros, los cilindros se escoriarían y el motor completo quedaría inservible. Por lo tanto se puede deducir que el exceso de calor puede causar deterioro completo o parcial de un motor.

El sistema de enfriamiento sirve para la importante tarea de evitar en el motor temperaturas excesivamente elevadas y para conservar una temperatura lo suficientemente alta para el eficaz funcionamiento del motor.

La refrigeración tiene por objeto mantener una temperatura de funcionamiento alrededor de 120°C en la culata, con el fin de evitar una dilatación exagerada, asegurar las propiedades lubricantes del aceite y asegurar una buena carburación.

Los sistemas empleados para la refrigeración de los motores son refrigeración por aire y por líquido

REFRIGERACIÓN POR AIRE

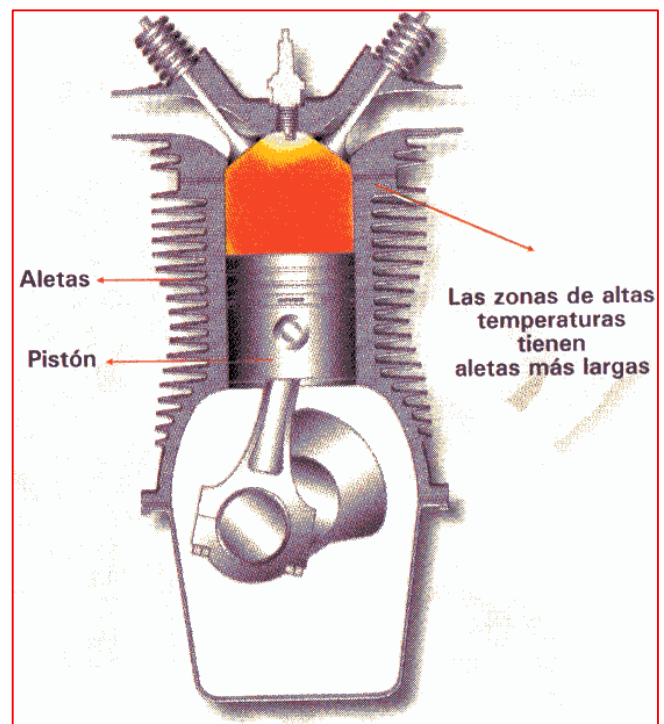
La gran ventaja de la refrigeración por aire es su sencillez; por esta razón se usa mucho en motocicletas, bombas estacionarias y maquinaria para carreteras. La refrigeración por aire se puede aplicar a motores de pequeña capacidad. El hecho que los motores enfriados por aire no requieran radiador, cámaras de agua, bomba de agua y todos los componentes asociados con la refrigeración por agua, supone que los costos de fabricación son menores.

La Volkswagen utilizó en algunos modelos el sistema de refrigeración por aire, tras entrar en producción masiva después de la segunda guerra mundial, llegó a ser el automóvil más barato de más éxito en el volumen de producción.

Los motores refrigerados por aire no solamente son sencillos, sino también ligeros. El amplio uso de aleaciones en lugar de acero en su construcción y la ausencia de muchas piezas del sistema de refrigeración por agua, permiten que el diseñador ahorre gran cantidad de peso.

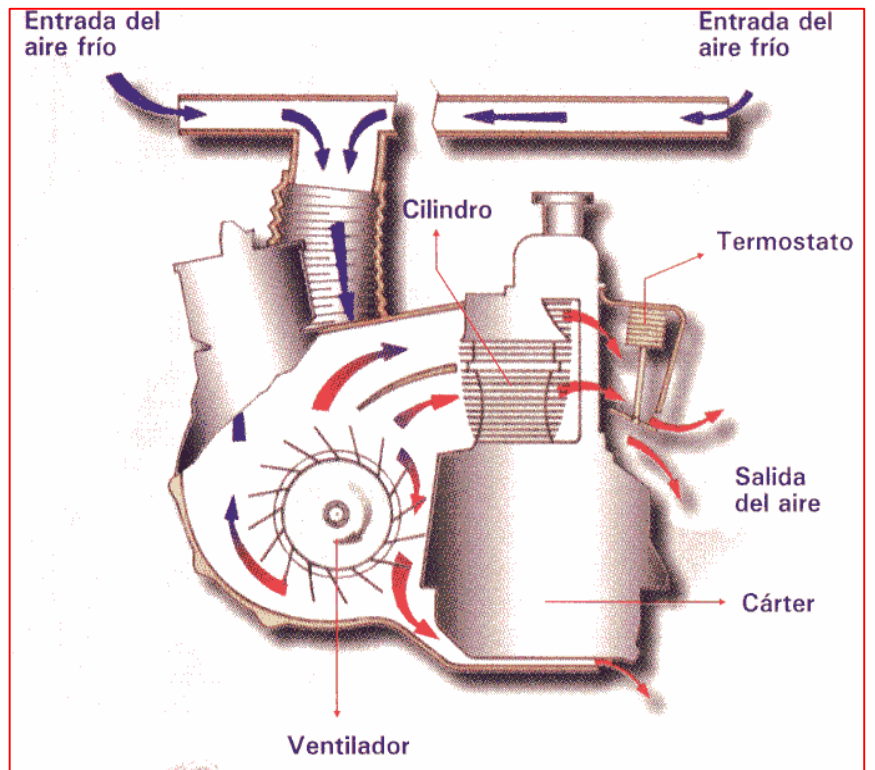
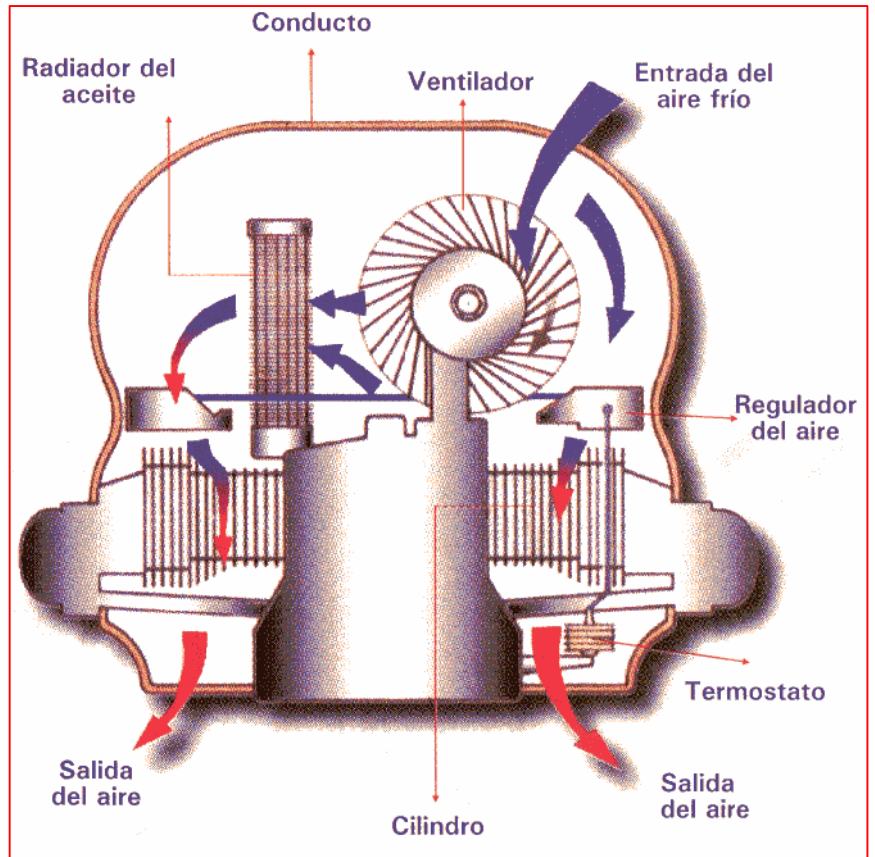
Los motores refrigerados por aire se hacen normalmente con los cilindros opuestos horizontalmente o en V muy abierta.

Aunque la refrigeración de aire se utiliza, por lo general en los motores pequeños y baratos no significa que el sistema sea ineficaz. Las ventajas de la refrigeración por aire son una mayor sencillez, mayor rendimiento térmico, menor peso del motor, mayor estabilidad y menor consumo, en la práctica este tipo de refrigeración da un resultado excelente.

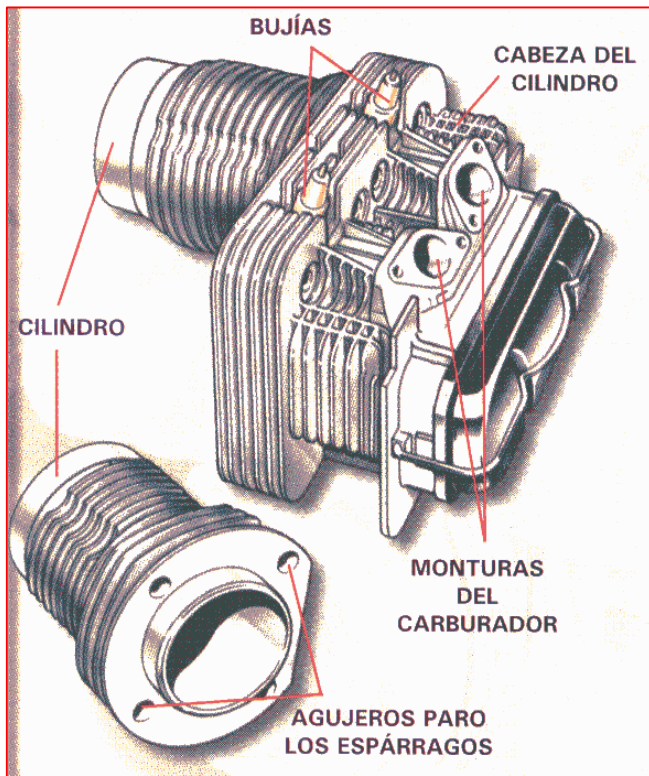


Los principales inconvenientes de los motores enfriados por aire son el ruido y los problemas que trae su aplicación en motores grandes. El ruido es causado por dos factores como son la ausencia de cámaras de agua y el ventilador. Como hay menos material en torno al bloque del motor los ruidos de la combustión resultan sofocados. El funcionamiento del ventilador que lanza aire obre el motor crea también una cantidad considerable de ruido.

Los componentes de la mayor parte de los sistemas de refrigeración por aire son muy sencillos. El ventilador se sitúa frente a un conducto semicircular que cubre también la culata de cilindros y cuyo interior contiene tabiques que dirigen la corriente de aire sobre las aletas de enfriamiento del motor y a través del enfriador del aceite. Por debajo de los cilindros, el aire se dirige a un termostato que hace funcionar una válvula por medio de una palanca. La válvula controla el flujo de aire que llega al ventilador y con esto se mantiene la temperatura del motor adecuada. Después de pasar sobre el motor y el termostato, el aire se dirige hacia la parte trasera del automóvil o pasa a través de un sistema de cambio calorífico que suministra agua caliente para la calefacción del automóvil. La culata y los cilindros de los motores enfriados por aire son piezas fundidas con aletas. Las aletas distribuyen el calor del motor sobre un área amplia.



Si se hace el cilindro sin aletas y su longitud es de 15 cms. todo su calor se extiende sobre esta longitud. Si se hace el cilindro con diez aletas, cada una de 5 cms de profundidad, la misma cantidad de calor se dispersará sobre 100 cms. De esta forma disminuirá la temperatura del cilindro y se permitirá que el aire tenga mayor acceso a las superficies que más enfriamiento requieren.



El ventilador movido por el motor dirige una corriente de aire frío sobre las aletas. El ventilador es necesario porque los motores enfriados por aire requieren un flujo de aire muy grande.

La forma y el tamaño de las aletas y del ventilador son cuestiones fundamentales para la eficacia del motor y también lo es la separación de las aletas. La separación amplia proporciona un flujo de aire fácil y por consiguiente, poco soplo del ventilador que puede ser un poco pequeño. Si las aletas están muy juntas dispersarán más calor, pero exigirán un ventilador más poderoso para mantener el proceso de enfriamiento que, a su vez absorberá más energía del motor.

REFRIGERACIÓN POR LIQUIDO

El sistema de refrigeración por líquido depende de los métodos de transferencia de calor, los cuales son:

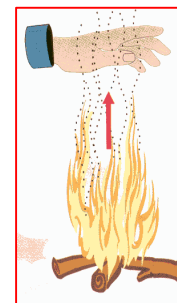
CONDUCCIÓN

Es el proceso en el que la energía térmica se transfiere por colisiones moleculares adyacentes a través del medio material y el medio en sí no se mueve. Ej: Al sostener un extremo de una varilla de hierro sobre fuego, finalmente el calor alcanzará a transmitirse a la mano por medio del proceso de conducción, es decir, que la actividad molecular incrementada en el extremo caliente se transmite de una molécula a otra hasta que alcanza la mano. En el motor el calor de la combustión se transfiere a través de la cabeza del cilindro y del bloque al líquido refrigerante del motor.



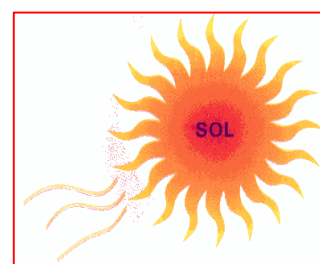
CONVECCION

Es el proceso en el cual el calor se transfiere mediante el movimiento real de un líquido o gas, es decir, es la forma de transportar o llevar. Ej: En el motor el calor se transporta fuera del motor hacia el radiador mediante la circulación del líquido refrigerante del motor.



RADIACIÓN

Es el proceso por el cual el calor se transfiere en forma de ondas electromagnéticas. Ej: En el radiador del automóvil radia calor; el calor escapa de sus tuberías y aletas hacia la atmósfera.



El procedimiento generalmente empleado es el de refrigeración por líquido. Existen tres sistemas que permiten la circulación del agua:

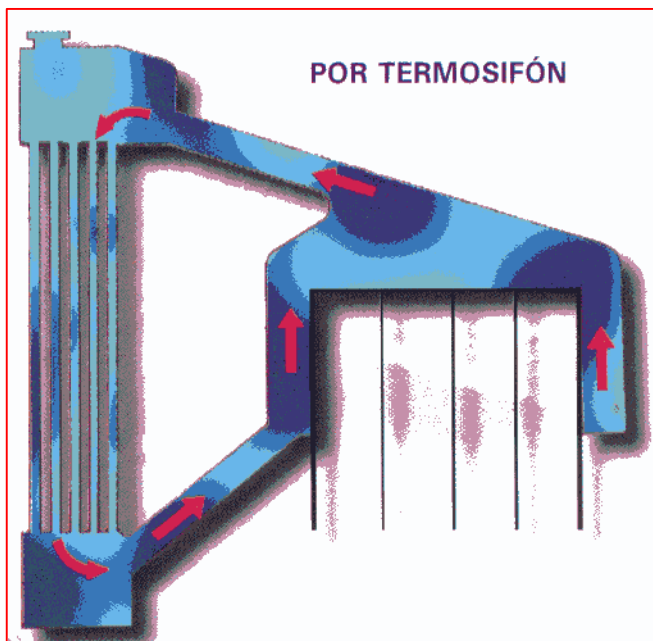
Por termosifón.

Por bomba.

Por termosifón acelerado por bomba.

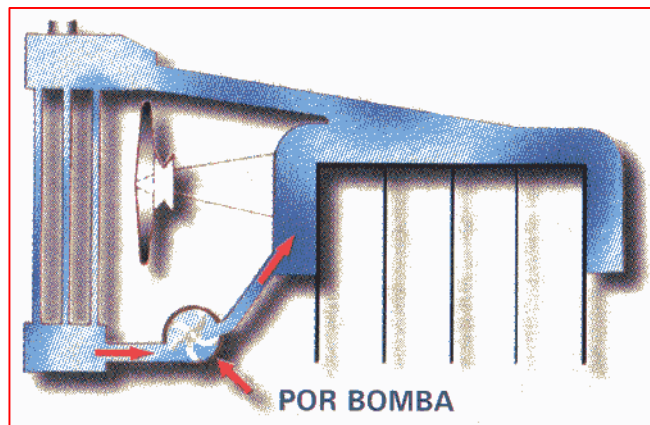
Por termosifón

En este sistema de enfriamiento la circulación del líquido refrigerante no se obtiene por medio de una bomba o por cualquier medio mecánico, sino se hace uso de la propiedad que tiene el líquido refrigerante caliente es más liviano que el frío por la diferencia de densidades y por lo tanto sube a la parte más alta del recipiente que lo contiene. En el sistema termosifón el líquido no comienza a circular inmediatamente después que se llena con él el tanque y tampoco cuando se pone en funcionamiento el motor; por el contrario, mientras la temperatura del motor está en un nivel bajo el líquido permanece inmóvil. A medida que aumenta la temperatura en el cilindro del motor se inicia la circulación del líquido. En este sistema la velocidad de evacuación del líquido es muy débil.



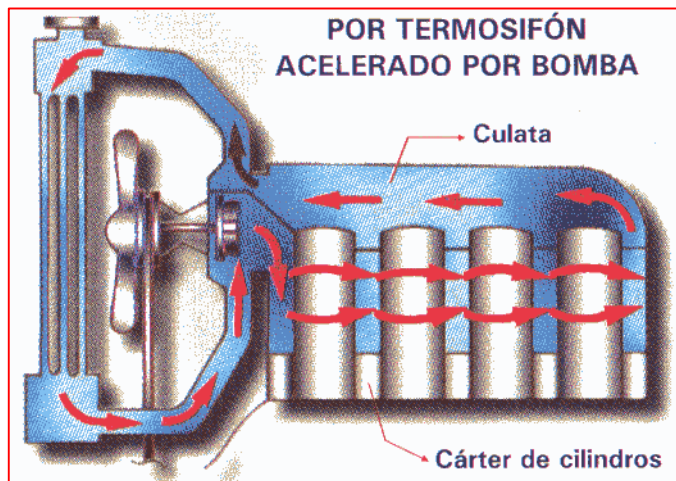
Por bomba

La bomba es colocada entre el radiador y el motor en un punto bajo del circuito. La velocidad de evacuación está limitada a 1 mt/seg. En caso de daño de la bomba la refrigeración no está asegurada.



Por termosifón acelerado por bomba

Se trata del sistema por termosifón en el que se adiciona una bomba para acelerar la circulación del líquido refrigerante. La bomba puede estar fijada sobre la culata o sobre el cárter de cilindros, está generalmente situada a la salida del líquido frío y dirigido hacia el cárter de cilindros. El líquido sube a continuación hacia la culata y retorna al radiador. En caso de avería de la bomba hay una ligera circulación del líquido por el fenómeno de termosifón.



COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR LIQUIDO

Bomba de agua:

El liquido se bombea a través del motor y el radiador.

Camisas de agua:

Contiene el liquido refrigerante alrededor de los cilindros del motor y las cámaras de combustión.

Deposito de recuperación del liquido refrigerante:

Almacena el liquido refrigerante que sale del radiador a medida que este se expande debido al incremento de temperatura.

Ventilador:

Provoca un flujo de aire a través del radiador.

Termostato:

Controla la temperatura de operación del motor, controlando la circulación del liquido refrigerante a través del motor y el radiador.

Desviador:

Permite que la bomba de agua recircule el liquido refrigerante y el flujo de aire a través del núcleo del calefactor.

Mangueras:

Unen los componentes del sistema de enfriamiento, proporcionando la circulación del liquido refrigerante.

Calefactor:

Proporciona calor eléctrico al liquido refrigerante del motor para calentar el motor y ayudar el arranque en frío.

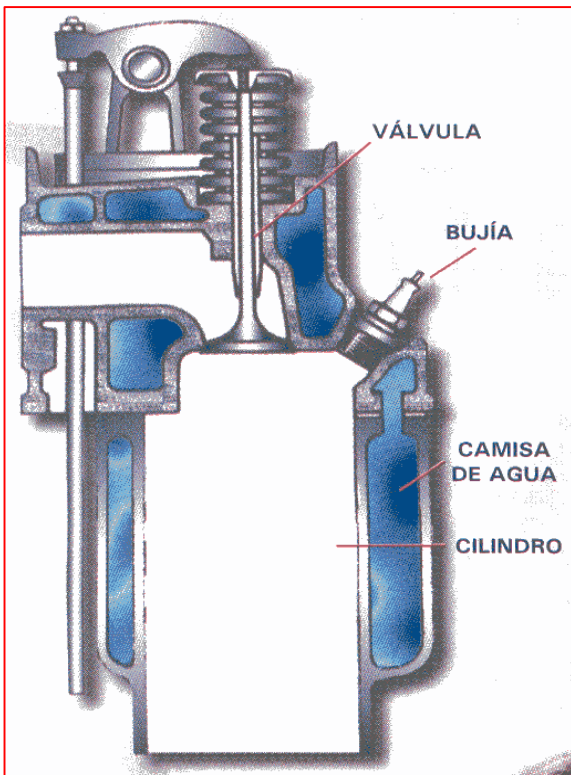
Transmisión del enfriador del aceite:

Transfiere calor del fluido de la transmisión automática al liquido refrigerante en el radiador.

CAMISAS DE AGUA

A fin de permitir que el liquido refrigerante circule alrededor de los cilindros y demás piezas que necesitan enfriarse, es necesario asignarle un espacio. A esos espacios por los cuales circula el liquido refrigerante se le denomina camisa de agua o enfriamiento.

Las camisas de agua rodean la cámara de combustión, el cilindro, los asientos de las bujías, los asientos y guías de las válvulas y las partes en contacto con los gases resultantes de la combustión.



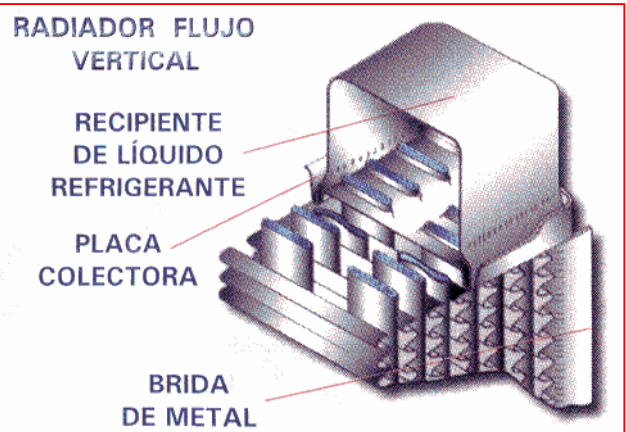
RADIADOR

Los radiadores están diseñados para permitir una rápida disipación del calor y un buen flujo de aire a través del núcleo del radiador. El radiador se encarga de enfriar el líquido refrigerante lo suficiente para evitar que hierva y pueda seguir circulando por el sistema de refrigeración. Los factores que influyen para disipar el calor, además de la diferencia de temperatura entre el líquido refrigerante y el aire del ambiente, son la superficie frontal del radiador, la permeabilidad del radiador al líquido y al aire y la superficie de contacto del líquido en la superficie radiante.

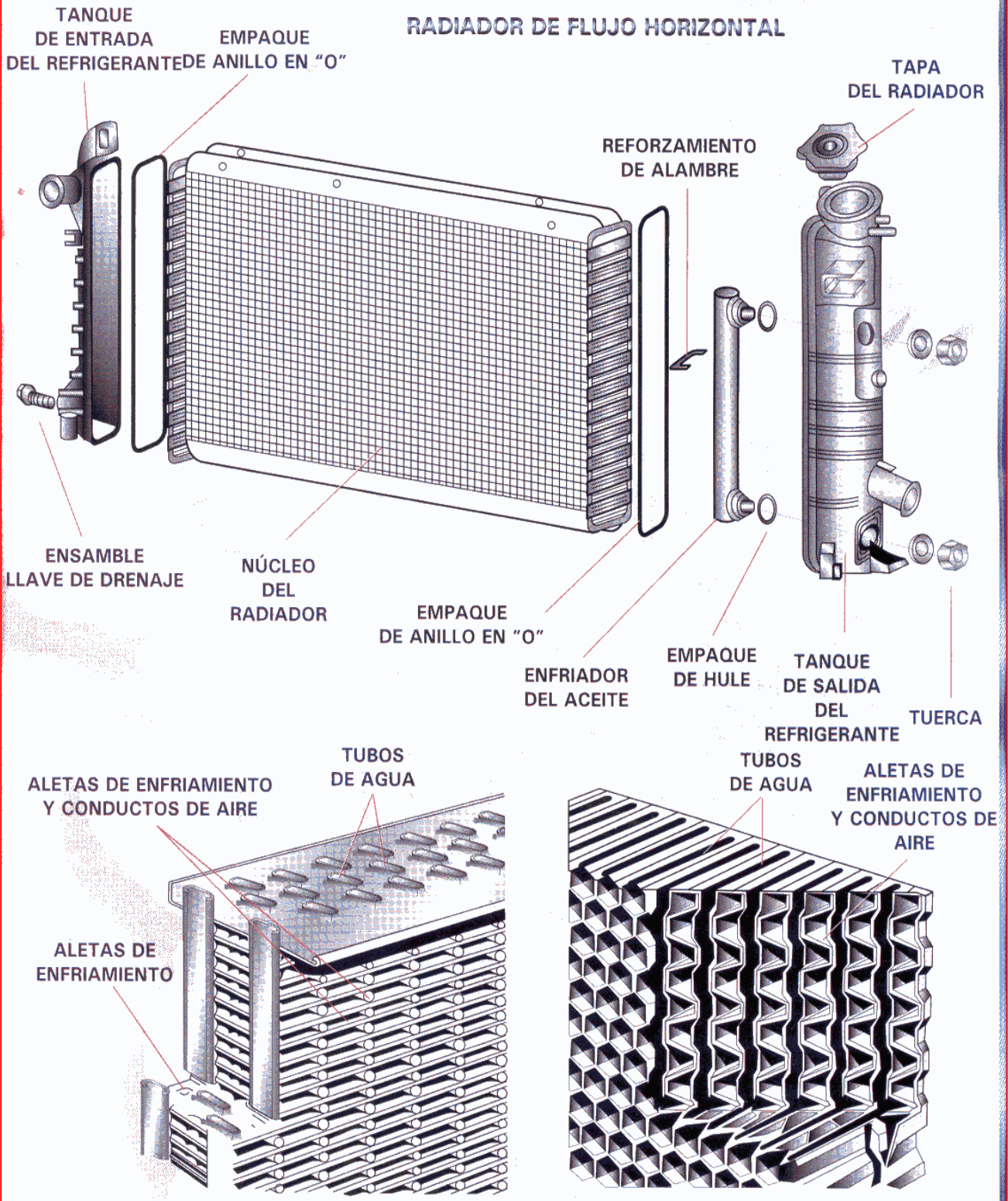
Un radiador consiste en dos tanques metálicos o de plástico conectados uno contra otro por medio de un núcleo que consiste en una serie de tubos delgados y aletas. El refrigerante fluye desde el tanque de entrada a través de los tubos al tanque de salida siempre que esté abierto el termostato en el motor.

Los tubos y las aletas radian calor del líquido refrigerante caliente y el flujo de aire creado por el ventilador o por el aire impulsor, disipa el calor hacia la atmósfera.

El tanque de entrada está equipado con un cuello llenador y un tapón del radiador, adicionalmente un tubo de sobre flujo, el cual permite que el exceso de presión escape al piso o al tanque de reserva del líquido refrigerante.



RADIADOR DE FLUJO HORIZONTAL



El metal ideal en la fabricación de radiadores es el cobre por su facilidad de transmitir calor, pero por razones económicas se emplea el latón.

Algunos radiadores poseen el tanque de entrada en la parte superior y el tanque de salida en la parte inferior; este tipo de radiador se denomina de flujo vertical. El radiador de flujo horizontal tiene un tanque a cada lado. El tanque de entrada está conectado al compartimiento del termostato, mientras que el tanque de salida está conectado a la entrada de la bomba de agua. Los tanques del radiador pueden ser de metal o de plástico y las mangueras se utilizan para unir el radiador al motor, para dar elasticidad al conjunto y se sujetan con abrazaderas metálicas a los tubos que salen de ambos elementos.

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

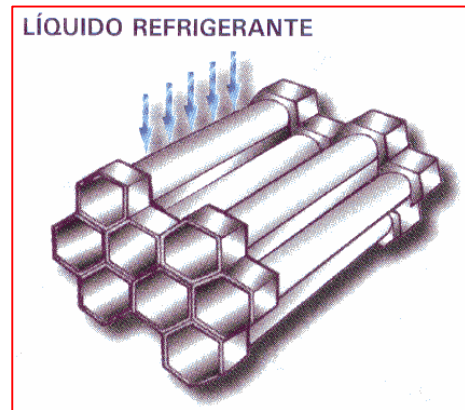
Radiador tubular:

De empleo muy generalizado, el líquido refrigerante que llega de las camisas de los cilindros y de la culata descende por unos tubos largos y finos, rodeados y sujetos por unas aletas. Donde el calor del líquido se esparce rápidamente por el metal de los tubos y las aletas donde es robado por el aire que circula entre unos y otros. Los tubos pueden ser planos o redondos que son colocados verticalmente y por los cuales circula el aire. Las aletas pueden ser perpendiculares a los tubos, o bien intercaladas en acordeón entre los tubos.



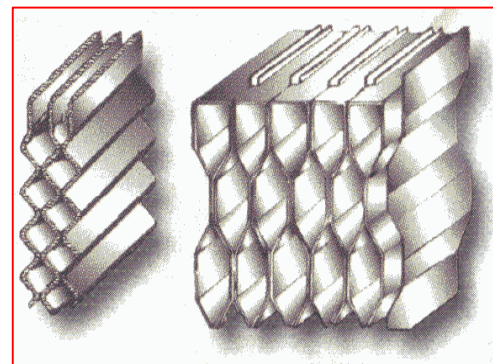
Radiador de panel:

Eran usados antiguamente en motores potentes, en la actualidad son poco usados debido a su elevado precio, ya que utilizan gran cantidad de soldaduras. Están constituidos por una serie de pequeños tubos horizontales y la superficie de refrigeración es grande.



Radiador de láminas de agua:

Están constituidos por unos tubos anchos y muy chatos que suelen montarse 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.



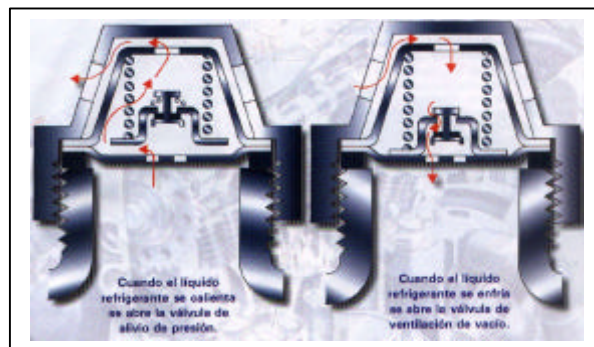
La capacidad del radiador se determina por el tamaño del núcleo, espesor y el área de superficie. El tamaño del motor y el número de accesorios (aire acondicionado y tipo de servicio) determinan la capacidad del radiador de los diferentes automóviles.

TAPA DEL RADIADOR O DEL VASO DE EXPANSIÓN

La tapa del radiador en algunos casos o la tapa del vaso de expansión incorporan dos válvulas, una de alivio de presiones (depresión) y otra de ventilación de vacío (presión). La válvula de alivio de presiones limita la presión en el sistema de enfriamiento a un nivel predeterminado. Al utilizar una tapa de presión, el sistema llega a presurizarse como resultado de la expansión del líquido refrigerante. La presurización del sistema de enfriamiento reduce la tendencia del líquido a la ebullición.

Si el líquido refrigerante se 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 el tubo de sobreflujo hacia el depósito, hasta que se estabilice la presión en el sistema.

A medida que el líquido refrigerante, se enfría, se contrae, creando un vacío resultante en el sistema de enfriamiento, que hace que el líquido se retire del depósito y entre al sistema de enfriamiento a través de la válvula de vacío en la tapa del radiador o del vaso de expansión. Esto evita que entre aire al sistema y cause corrosión y oxidación.



VENTILADOR

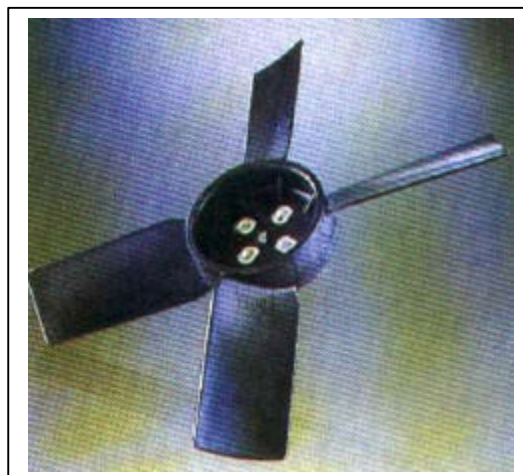
Él ayuda en gran parte a la eficiencia del sistema de enfriamiento. El objeto del ventilador no es solamente hacer circular una corriente de aire alrededor del motor, sino también absorber el aire de la atmósfera y lo hace pasar a través del núcleo del radiador a mayor velocidad de lo que es posible sin el ventilador. Es decir, cuando se usa el ventilador, mayor cantidad de aire fresco circula alrededor del motor.

El ventilador está diseñado para proporcionar un flujo de aire suficiente a través del núcleo del radiador y así proporcionar un adecuado enfriamiento en todas las velocidades del motor.

El ventilador accionado por el motor se encuentra acoplado al eje de la bomba de agua y es impulsado por una correa 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, diámetro total y velocidad. El paso o ángulo de las aspas del ventilador también afectan su capacidad. Las aspas más 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 aunque las aspas poseen menor ángulo. Las aspas son curvas en las puntas y con frecuencia se encuentran espaciadas de manera no uniforme para reducir el nivel de ruido.

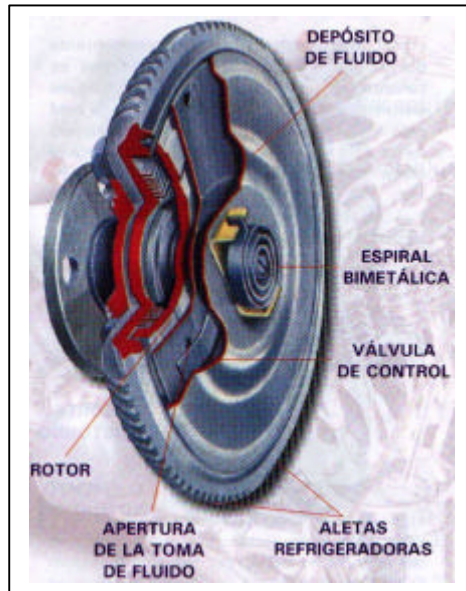
Normalmente se hace una cubierta al ventilador, la cual evita la recirculación del aire alrededor de las puntas de las aspas.



EMBRAGUE DEL VENTILADOR IMPULSADO POR FLUIDO

El embrague con fluido está diseñado para deslizarse en bajas temperaturas del motor. El fluido es basado en siliconas como elemento de fricción. Un resorte o espiral bimetálica y termostático sensible a la temperatura controla el fluido de liquido en el acoplamiento. Con un motor frío el ventilador se desliza a la velocidad del calentamiento del motor.

Cuando el aire pasa por el radiador la temperatura del aire sube, la espiral bimetálica se dilata y abre la válvula de control. Entra más fluido dentro de la cámara del rotor, el embrague agarra con más fuerza y el ventilador gira con mayor velocidad. Al enfriarse la velocidad disminuye.



VENTILADOR ELECTRICO

La gran mayoría de los automóviles con motores montados transversalmente y otros utilizan generalmente ventiladores impulsados con motores eléctricos, lo cual elimina la necesidad de la correa impulsora con un ángulo complicado desde el cigüeñal. El motor del ventilador está montado en un soporte sujeto al radiador. Se monta un interruptor sensible a la temperatura para censar la temperatura del liquido refrigerante en el motor con el cual se controla la operación del ventilador (activa o desactiva el funcionamiento del ventilador).

Cuando el motor está frío el interruptor permanece abierto; cuando se requiere enfriamiento el interruptor se cierra para hacer funcionar el ventilador.



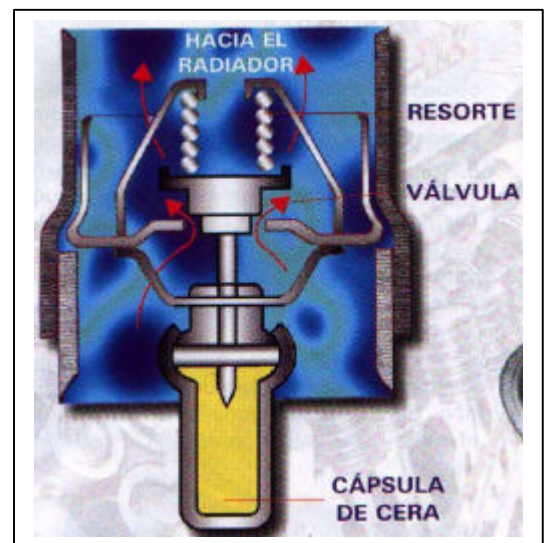
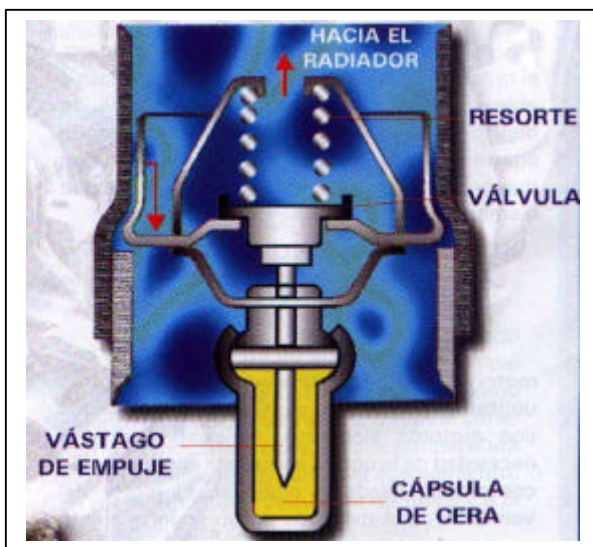
TERMOSTATO

El termostato es una válvula sensible a temperatura que se encuentra en la parte frontal del motor. El termostato se ocupa de que el motor se caliente lo más rápidamente posible y de mantener la temperatura del mismo dentro del rango ideal para su óptimo funcionamiento.

Es necesario que el motor se caliente lo antes posible, para lograr una buena combustión, el combustible en el interior del cilindro debe estar totalmente en forma de vapor y para ello es necesario que el recinto donde se quema la mezcla este previamente calentado, y la manera más rápida de lograrlo es actuando sobre el sistema de refrigeración.

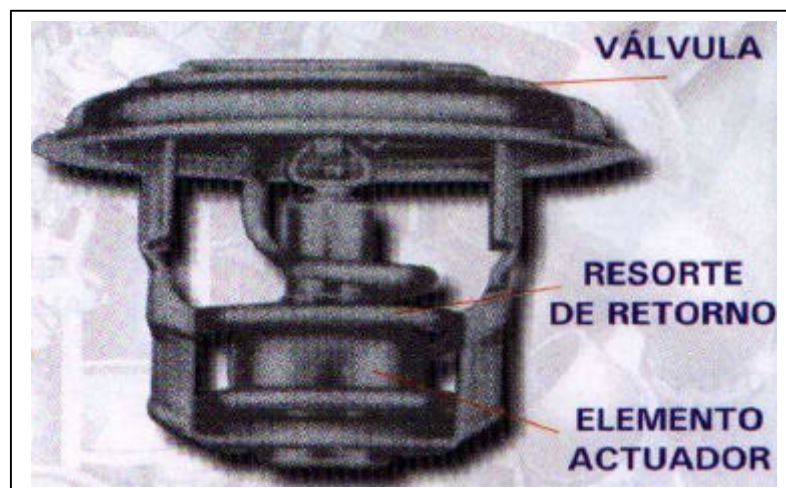
El termostato permanece cerrado hasta que el motor alcanza una temperatura de operación. A medida que la temperatura sube el termostato se abre permitiendo que el líquido refrigerante circule a través del radiador, cuando la temperatura del líquido es más baja de la temperatura de operación el termostato se cierra impidiendo la circulación del líquido refrigerante hacia las cabezas de los cilindros. El desviador proporciona un conducto para que el líquido refrigerante se devuelva a la bomba.

Los termostatos de válvula de mariposa y de válvula de cabezal tienen un elemento de cristal de cera expuesto al líquido refrigerante del motor. A medida que los cristales se calientan se expanden forzando una varilla del elemento a que salga, cuando el cristal de cera está frío y se contrae, el resorte de la válvula cierra ésta y permite que la varilla regrese al elemento.



La temperatura de apertura de los termostatos oscila entre los 70° y 90°C.

El termostato de dos etapas está diseñado para controlar la temperatura del motor con mayor precisión, reduciendo las temperaturas pico en las áreas críticas. Este posee una subválvula que se abre a una temperatura cercana a los 79°C, lo cual permite una circulación limitada del líquido refrigerante durante el calentamiento del motor, evitando que se generen puntos calientes. La válvula principal se empieza a abrir cercana a los 88°C. Ambas válvulas se encuentran abiertas a los 100°C y cerradas por debajo de los 79°C.

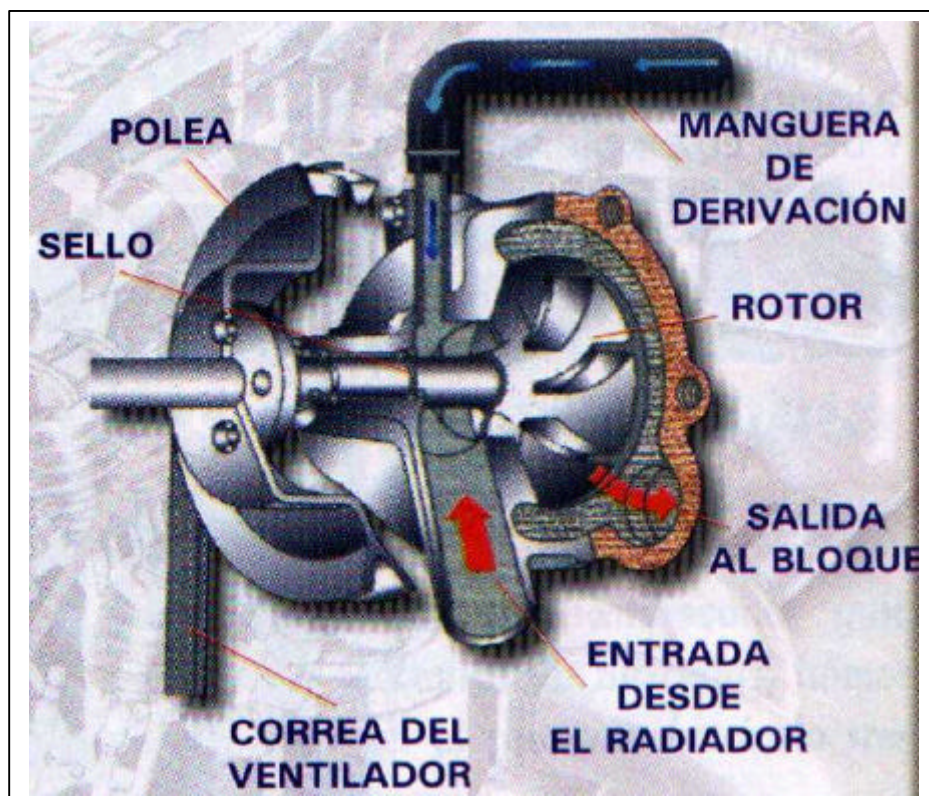


Problemas que pueden surgir si se elimina el termostato:

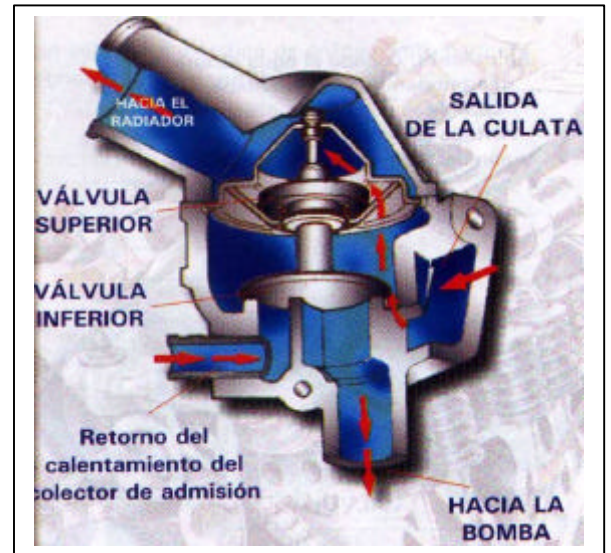
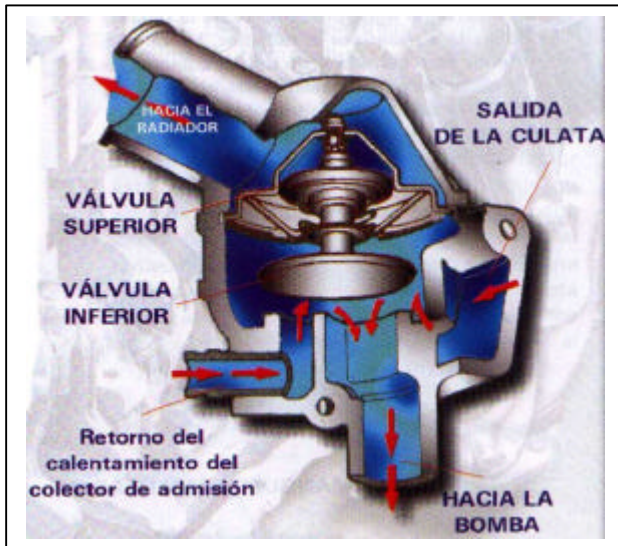
- En climas cálidos el problema puede no ser tan grave, con excepción del tiempo de calentamiento, que se prolongara cinco a diez veces más de lo normal.
- En climas normales y fríos las consecuencias serán más severas, seguramente nunca se llegara a la temperatura de régimen, evidenciándose ello en un prematuro desgaste del motor, excesivo consumo y el funcionamiento irregular. Esto se debe a que al estar fríos los cilindros y la cabeza de los mismos, dentro de la cámara de combustión no se dan las condiciones de temperatura necesaria para que se vaporice la mezcla, con la mala combustión consecuente y la mezcla sin quemar se adhiere a las paredes de los cilindros. Ese combustible sin quemar prácticamente elimina las posibilidades de lubricación de los aros, generándose un prematuro desgaste de los mismos y de los cilindros.
- Si suponemos que la relación aire combustible que se ingresa a los cilindros está correctamente balanceada para el funcionamiento en caliente, pero que una parte del combustible se condensa y no esta en condiciones de quemarse, en realidad la mezcla que si puede quemarse se ha empobrecido por falta de combustible, dado que la cantidad de aire no se alteró. Como se sabe las mezclas pobres queman muy lentamente o directamente no se inflaman. Consecuencia de esto es que si se quiere acelerar un motor frío sin enriquecer la mezcla, se producen fallas.
- En el motor frío el combustible no quemado o mal quemado se transforman en gases tóxicos emitidos por el escape y en fluido que va a parar en el cárter, diluyendo el aceite.
- Unos de los productos de la combustión es el vapor de agua, cuando el motor está frío el sello de los aros es malo y como consecuencia parte de los gases de la combustión pasan a través de ellos hacia el cárter. Si el motor está frío, el vapor de agua se condensa y forma agua. Otros de los productos de la combustión son los óxidos de nitrógeno y de azufre, disolviendo óxido de nitrógeno o de azufre en agua, generalmente se obtiene ácidos nítricos y sulfúricos, que son muy corrosivos.

BOMBA DE AGUA

La bomba de agua es normalmente accionada por una correa que viene de una polea del cigüeñal. La capacidad de la bomba de agua debe ser suficiente para proporcionar la adecuada circulación del líquido refrigerante. Los tipos de bombas más empleados son de tipo vena, centrífugas, de desplazamiento no positivo.

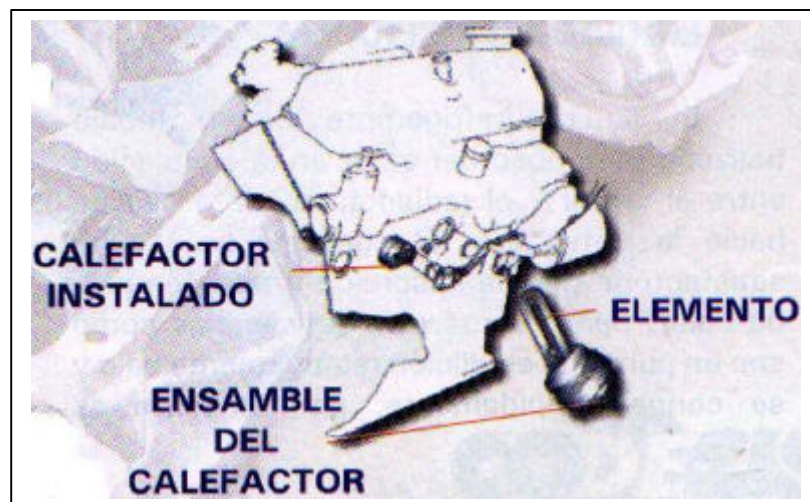


La bomba de agua fuerza el líquido refrigerante a entrar en el bloque de cilindros a medida que gira el impulsor. El líquido refrigerante entra al área central del impulsor desde la salida del radiador y es impulsado hacia fuera centrífugamente para crear un flujo en el bloque de cilindros. El flujo 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.



CALEFACTOR

El calefactor eléctrico del bloque de cilindros se utiliza en muchas áreas para en el arranque del motor en climas fríos. El elemento calefactor disipa alrededor de 400 a 500 Watt y en los motores en V se utilizan calefactores en los dos bloques. El calefactor está fijo en un orificio del núcleo del bloque, en algunos casos el calefactor puede estar sujeto en la manguera inferior del radiador. El calefactor es alimentado por una tensión de 120 volt y cuando está conectado, permitiendo la circulación de una corriente, el elemento térmico calienta al líquido refrigerante y al motor, haciendo más fácil su arranque.



INDICADORES DE TEMPERATURA

Los indicadores de temperatura del líquido refrigerante se montan en el tablero de instrumentos para informar al conductor si la temperatura del motor es normal.

Un medidor de temperatura de lectura directa, o luces indicadoras de bajas o altas temperaturas están montadas en el tablero. Un interruptor sensible a la temperatura montado en la cabeza de un cilindro o en un conducto de líquido refrigerante en el múltiple de admisión, se conecta al tablero proporcionando la señal de temperatura.

LIQUIDOS REFRIGERANTES

El líquido refrigerante es el medio utilizado para absorber calor en la circulación entre el motor y el radiador, donde se disipa hacia la atmósfera. El agua es un líquido satisfactorio para la absorción y transferencia de calor, pero cuenta con deficiencias como son un punto de ebullición relativamente bajo y se congela rápidamente, por lo tanto requiere agregar al agua aditivos inhibidores para evitar la corrosión, formación de sedimentos y para la lubricación del sello de la bomba. Por esta razón es conveniente utilizar un líquido en base de etilenglicol para darle servicio cada año al sistema. El anticongelante en base de etilenglicol tiene un punto de ebullición más alto que el agua; contiene inhibidores y aditivos necesarios para retardar la formación de sedimentos, corrosión y posee un lubricante para el sello de la bomba de agua. Los inhibidores especiales en base de silicatos se agregan para prevenir la corrosión de partes de aluminio, como las cabezas de cilindros, termostato y radiadores, y se utilizan mucho en automóviles modernos. Una mezcla de 50 % de anticongelante de etilenglicol concentrado y 50% de agua proporcionarán la protección anticongelante a aproximadamente -36°C y un punto, de ebullición aproximado 110°C a presión atmosférica de 14.7 psi. Durante la operación del motor los aditivos anticongelantes e inhibidores tienden a perder su efectividad, por ello se recomienda cambiar el refrigerante cada 12 y 24 meses.

MANTENIMIENTO Y PROBLEMAS EN EL SISTEMA DEL REFRIGERACION

PRUEBA DE PRESION: La prueba de presión en todo el sistema ayuda a localizar las fugas externas. Las fugas internas se evidencian en el probador, por una caída en la presión en el probador. Para fugas externas se debe inspeccionar todos los componentes del sistema de enfriamiento mientras se encuentre presurizado. La tapa del radiador o la tapa del vaso de expansión se debe probar por presión para asegurarse que mantendrá la presión de diseño del sistema y abrirá a la presión especificada. Una tapa que no mantenga la presión a la cual fue diseñada hace que el líquido refrigerante tenga una temperatura de ebullición más bajo, ocasionando sobrecalentamiento en el motor.

ELECTROLISIS DEL REFRIGERANTE: La electrólisis del refrigerante puede ocurrir cuando existe una conexión eléctrica pobre a tierra entre el motor y el chasis. La electrólisis causa la separación de la sílica y el gel del líquido refrigerante, obstruyendo por lo tanto los conductos y causando sobrecalentamiento. El sensor del líquido puede llegar a recubrirse y causar señales incorrectas. La electrólisis puede detectarse utilizando un voltímetro, para ello se conecta el terminal positivo al radiador y el terminal negativo al líquido refrigerante y se observa la lectura del voltaje. Una lectura aceptable es hasta 0.3 volt. Cuando es mayor que este valor es conveniente drenar el radiador, limpiar y cambiar el líquido refrigerante.

VENTILADOR ELECTRICO: Si el ventilador no funciona, se debe verificar si el fusible está quemado, si existe fallas en el interruptor revelador de temperatura, verificar la conexión a tierra del motor. Para verificar la operación del ventilador se debe aplicar directamente 12 volt al motor del ventilador y si funciona el problema se encuentra en los elementos del circuito de suministro eléctrico.

TERMOSTATO: El termostato debe permanecer cerrado hasta que el motor se caliente a la temperatura de trabajo y abrir completamente alrededor de los 10°C por encima de la temperatura marcada del termostato. Si el termostato no abre en las especificaciones requeridas se debe cambiar.

LLENADO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN: Después que se a efectuado reparaciones o limpieza del sistema, debe llenarse nuevamente con líquido refrigerante, para ello se cierra todos los grifos de drenado y se colocan las tapas de drenado, se agrega el líquido refrigerante hasta que el radiador permanezca lleno. Si cuenta con una válvula de purga, debe abrirse, para permitir que salga el aire, hasta que exista un flujo uniforme de líquido y seguidamente se cierra la válvula. Se debe agregar el líquido refrigerante adicional al nivel requerido en el vaso de expansión y se coloca la tapa del radiador. Se arranca el motor y se deja funcionar hasta alcanzar la temperatura de operación, se apaga el motor y se verifica nuevamente el nivel del líquido en el vaso expansión.

DAÑOS EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN: Las averías que determinan un mal funcionamiento del sistema de refrigeración son:

- Pérdidas de líquido refrigerante en el circuito.
- Calentamiento excesivo en el motor.
- El motor tarda mucho tiempo en alcanzar la temperatura de operación.
-

Las causas de un calentamiento excesivo en el motor pueden ser:

- Poco líquido refrigerante.
- Radiador sucio en el exterior.
- Mal funcionamiento del termostato.
- Radiador y camisas obstruidas.
- Bomba de agua dañada.

LUBRICACIÓN INTRODUCCIÓN

Una superficie metálica, por esmerado que sea el pulido, está formada por rugosidades y asperezas casi microscópicas. Si en estas condiciones se hacen frotar dos superficies entre sí, y más si se aprietan enérgicamente, como ocurre en los cojinetes de las máquinas, las asperezas entran en contacto, se enganchan, desgarran y trituran, y el rozamiento desgasta rápidamente el material, absorbiendo tal cantidad de energía, con producción de calor, que la temperatura se eleva con rapidez y puede sobrevenir el agarrotamiento de las piezas móviles, por excesiva dilatación o por fundirse las rugosidades de las superficies metálicas.

En la práctica, lo que se hace es reducirla al mínimo posible, y aunque no se puede anular su existencia, resulta perfectamente tolerable. Para ello se recurre al engrase o lubricación, que consiste en interponer entre las superficies metálicas una delgada película de aceite sobre la cual resbalan aquéllas. Hay todavía rozamiento con producción de calor, pero la temperatura y la fuerza absorbida no pasan de límites tolerables.

La película de lubricante interpuesta, que ocupa el huelgo tolerable entre las piezas, llega a ser en esfuerzos ocasionales tan sumamente delgada como mil veces más fina que el grosor de un cabello humano. Se comprende que el lubricante será de calidad tal que resista las fuertes temperaturas del motor sin que se queme y sin que se rompa la película con las presiones de trituración de los cojinetes. Ello se consigue con los aceites minerales derivados del petróleo bruto. Cada motor está diseñado para utilizar un aceite de determinada densidad. el aceite además de lubricar las partes del rozamiento, sirve como refrigerante, tanto por el calor que se lleva al circular constantemente por el motor ,como el que transmite a la circulación de agua desde la cabeza del pistón al bloque. por ultimo el aceite sirve para hacer estancas las juntas sellando las inevitables y necesarias holguras entre pistón, aros y cilindros, impidiendo el paso de gases de la combustión al carter.

El lubricante más empleado es el aceite mineral, de un grado de viscosidad determinado y de elevada temperatura de inflamación. Ha de resistir grandes temperaturas sin llegar a quemarse.

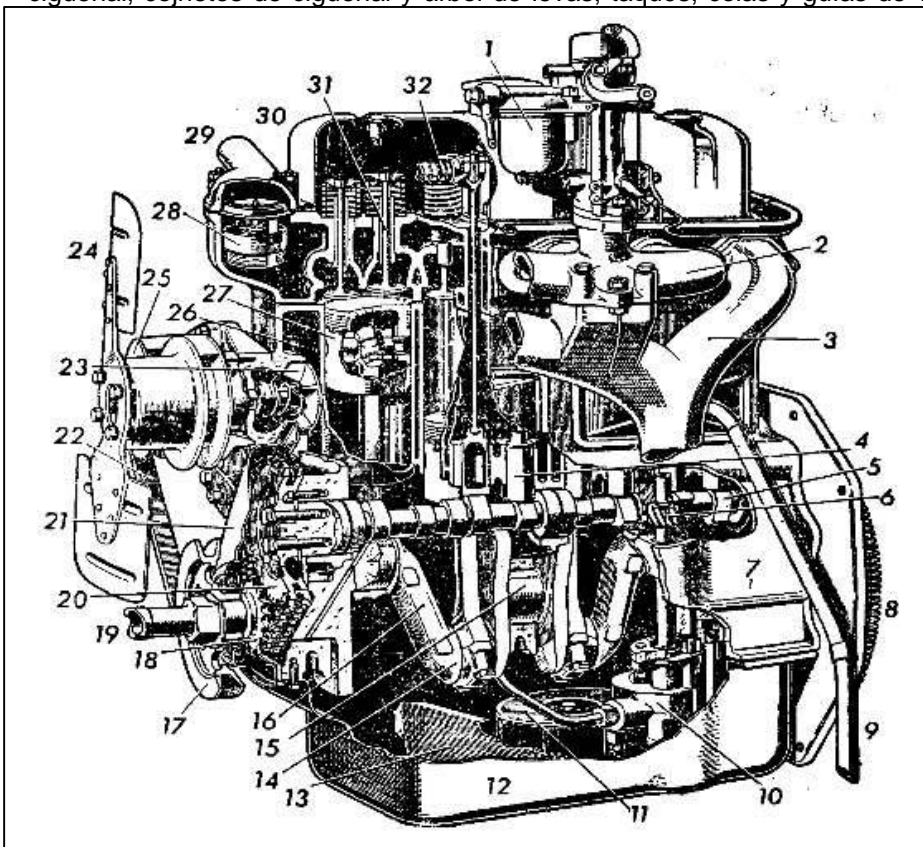
Denominación de aceites según la society of automotive engineers, (S.A.E), de Estados Unidos.

SAE-70- (espeso), SAE-60- (extra- denso), SAE-50-(denso), SAE-40-(semidenso), SAE-30-(semifluido), SAE-20-(fluido), las cuales se midieron a 100° C de temperatura.

Mas fluidos son los tipos "W"(winter), 20W (fluido) hasta -12°C, 10W(ligero)hasta -23°C, 5W entre -7° y -34° C.

SISTEMAS DE LUBRICACION:

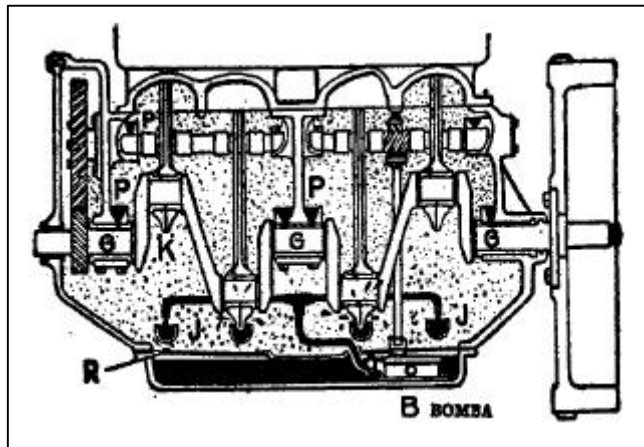
Las partes a lubricar en un motor son: paredes del cilindro, pie de biela en su articulación al bulón o en la de éste sobre los cojinetes del émbolo, cabeza de biela sobre el codo del cigüeñal, cojinetes de cigüeñal y árbol de levas; taqués, colas y guías de válvulas; balancines, engranajes, etc.



El cárter inferior 12 (fig.1) sirve de depósito de aceite; a veces lleva tabiques internos 13, no completos, para contener los vaivenes del lubricante. Una bomba 10, movida por un árbol vertical 6 desde este engranaje en el árbol de levas, lo aspira a través de un colador 1r y lo envía por tuberías a realizar sus complejas misiones. Según el punto hasta donde llegue canalizado a presión, así se denomina el sistema.

FIGURA 1

LUBRICACIÓN POR BARBOTEADO: (fig.2): La bomba B, situada como casi siempre en el fondo del cárter y sumergida en la masa de aceite, eleva éste por los tubos dibujados hasta las bandejas ,J, una debajo de cada biela, donde el nivel resulta constante aunque varíe el de la masa del cárter. La cabeza de biela lleva la cucharilla K , de modo que con ella se asegura su engrase y al mismo tiempo salpica en todas direcciones el aceite, formándose en el interior del cárter una espesa niebla que moja abundantemente las paredes; en éstas hay ranuras inclinadas y canales donde se recoge el aceite que resbala y se hace llegar a

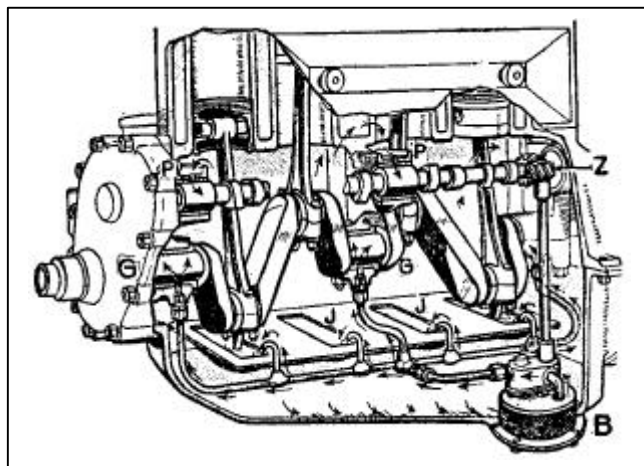


los pocillos P, donde, por agujeros en su fondo, para engrasar los cojinetes G del cigüeñal, del árbol de levas, engranajes, etc. Las paredes del cilindro se lubrican, como en todos los sistemas, por la niebla aceitosa, y a veces el pie de biela por un orificio al que cae el aceite que gotea del nervio interior del pistón.

El aceite que regresa al cárter puede pasar por una rejilla R (fig. 2), que además de colarlo y separar las materias gruesas que pueda llevar, frena los vaivenes del aceite provocados por la marcha del coche.

FIGURA 2_ esquema del engrase por barboteo

ENGRASE MIXTO: (fig. 3): Se diferencia del anterior en que el aceite es llevado por la bomba B, además de

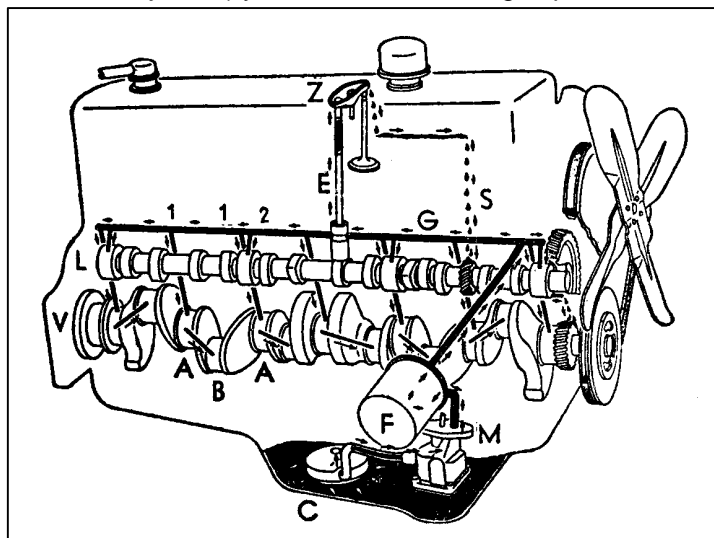


a las bandejas ,~, hasta los cojinetes G del cigüeñal, en los que penetra a presión y se reparte en su superficie, rebosando por los bordes hacia el cárter. Las cabezas de biela se engrasan por cucharillas, desde las bandejas ,~, y el árbol de levas por pocillos P.

Obsérvese ya, en todas las figuras, que la bomba de aceite (del tipo de engranajes como es lo general) está mandada por un eje vertical que recibe su movimiento desde un piñón Z del árbol de levas.

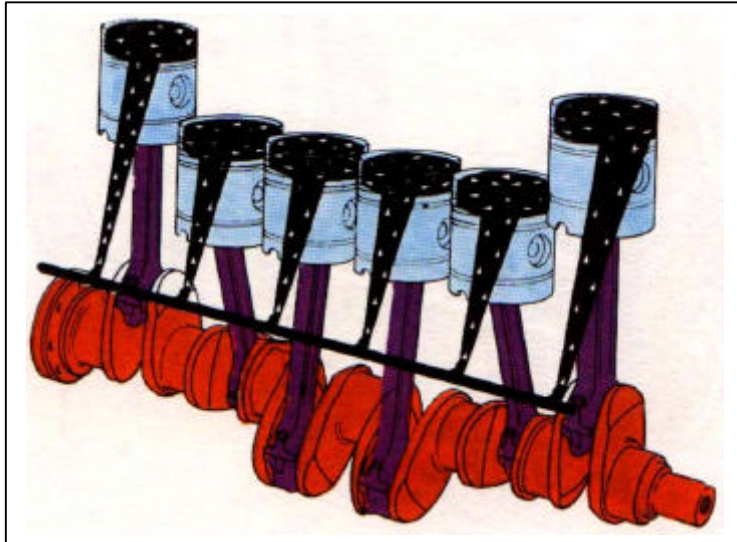
FIGURA 3_ esquema de engrase mixto

LUBRICACIÓN O ENGRASE A PRESIÓN :-Es el sistema generalmente usado. Su fundamento se expone esquemáticamente en la figura 4. La bomba M aspira el aceite del cárter a través de un flotador con colador sumergido C, y lo envía a presión al filtro F (siganse las flechas), de donde sale depurado a la galería de reparto G. Desde ésta pasa por unos tubos a lubricar los apoyos del cigüeñal A (el motor es un seis cilindros con siete cojinetes) y el aceite sobrante sigue por conductos practicados en los codos del cigüeñal a las



cabezas de biela B. Desde G, otros tubos llevan lubricante a los apoyos del árbol de levas L; el que rebose del delantero chorrea sobre el engranaje o cadena de la distribución. Con balancines tipo cazoleta, la galería G da paso a los taqués aceite que sube por el interior de los empujadores huecos E y pasa a la cazoleta del balancín Z, aceite que rebose por la otra punta de Z y lubrica guías de válvulas, etc. El sobrante cae por S al engranaje que, en el árbol de levas, da movimiento a la bomba M (y también al delco o distribuidor del encendido). El lubricante rebose por los bordes de todos los apoyos adonde llega a

FIGURA 4_ esquema de la lubricación forzada



presión; el movimiento de las bielas y codos lo salpica formando la densa niebla aceitosa que engrasa el resto del motor. Las paredes de los cilindros y la parte interior de los émbolos (para que llegue al bulón de pie de biela) se lubrica expresamente con el aceite que sale escupido a presión por los orificios (figs 5) adecuadamente orientado para ello. Este chorrito no es continuo, sino que se produce en el momento oportuno al coincidir el orificio del cigüeñal con el del conducto que tiene un circuito por dentro del bloque,(no mostrado en la figura).

Figura 5_lubricación de cilindros y embolos

Lubricación de los cilindros:

El punto sometido a mayor temperatura es el émbolo, y sin embargo resulta difícil que el aceite llegue a su parte superior. Incluso un cabeceo del aro puede provocar la rotura de la película lubricante, llegando al contacto entre los dos metales y desgastándose los cilindros.

Para conseguir retener el aceite en los cilindros se lleva a cabo la operación llamada de mateado, consistente en formar una serie de pequeños huecos que retengan el aceite, con lo que se provoca la lubricación precisa.

Lubricación de los cojinetes

La lubricación de los cojinetes está condicionada por una serie de factores; a saber:

- a) la calidad de las superficies de contacto.
- b) el tipo de materiales que entran en contacto.
- c) la temperatura.
- d) la presión.
- e) el aceite utilizado.

Los mejores resultados se obtienen cuando las superficies de rozamiento son de materiales diferentes, por ejemplo, acero sobre bronce. El cuerpo que sufre mayor desgaste es siempre el más duro.

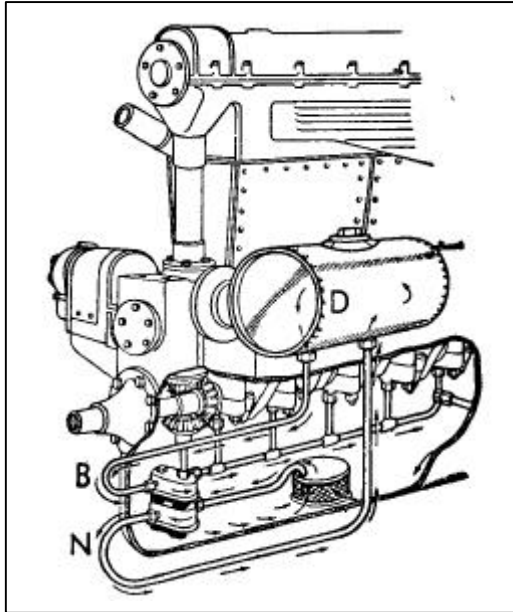
Es muy importante también tener en cuenta la velocidad tangencial y la presión, cuyos valores se indican en la tabla IX que a continuación exponemos.

Tipo de motor	Presión kg/cm2	velocidad tangencial
Diesel rápido	160	8
Diesel rápido en V	220	10
Naftero	100-150	10
Naftero en V	180-200	10

Hay que distinguir entre lo que se conoce como lubricación *límite* y lubricación *fluida*. La primera se produce cuando entre dos superficies en movimiento se puede mantener la película de lubricante sin que se rompa, de modo que las dos superficies nunca llegan a entrar en contacto. La lubricación fluida se produce cuando no es posible mantener una película de espesor muy fino, con lo que las superficies lubricadas pueden entrar en contacto intermitentemente.

Cuanto menor es la presión que soporta un cojinete más fácilmente se efectúa la lubricación. Lo lógico es entonces buscar un cojinete sobredimensionado para que la presión unitaria sea la menor posible, pero esto no siempre es posible. Los cojinetes lisos actúan con lubricación fluida y nunca alcanzan la lubricación límite. En los cojinetes sin ranuras la película de lubricante transmite una presión que aumenta, dado que el cojinete adopta una posición elevada. En un cojinete, cualquier anomalía puede ocasionar serias averías, así las ranuras mal dispuestas pueden producir calentamientos incluso de un 50 % más que en condiciones normales.

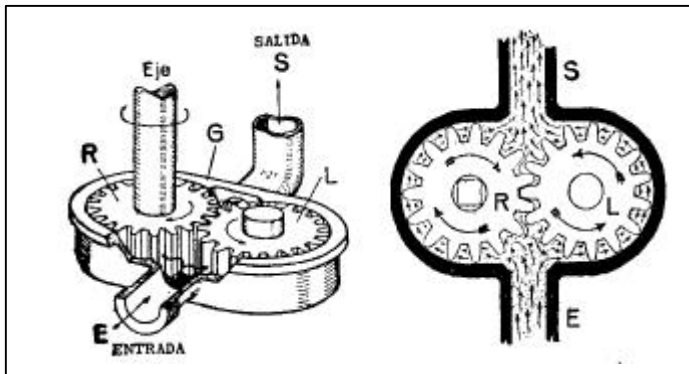
ENGRASE POR CÁRTER SECO: (figura 6).-Empleada en motores de automóviles de competición, motocicleta y aviación. El depósito de aceite D está fuera del cárter; una tubería lo lleva por gravedad a la bomba B, que lo reparte por el sistema de presión total a todos los órganos a lubricar. La niebla aceitosa se forma



como en los casos anteriores, aunque menos densa; el aceite que rebosa de los cojinetes y el que resbala por las paredes caen al fondo del cárter, donde una segunda bomba N lo recoge y envía por otro tubo nuevamente al depósito D. Este sistema tiene la ventaja de mantener siempre en carga la aspiración de aceite de la bomba B, permite llevar en el depósito mayor cantidad que en el cárter, puede colocarse el filtro en el interior, y, además, el enfriamiento del lubricante y el que éste produce se hace en mejores condiciones que yendo en el interior del motor.

FIGURA 6_lubricación por cárter seco

Bomba de aceite



.-La de engranajes (fig. 7) está formada por dos ruedas dentadas R y L; la R recibe el movimiento por un eje vertical, casi siempre desde el árbol de levas, y hace girar a la L que está loca sobre su eje. Al girar ambas ruedas, sus dientes aspiran y toman el aceite por el tubo E y lo transportan a lo largo de las paredes interiores entre los dientes y la caja G, hasta empujarlo a presión por el tubo de salida S. El funcionamiento seguro y la solidez del aparato han hecho este tipo de bomba de empleo general.

FIGURA 7_

La bomba de rotor es también de piñones. El cuerpo de la bomba ubicada en el cárter de cilindros, lleva en su interior un anillo loco con su eje excéntrico. El rotor interno que posee un diente (lóbulo) menos que el externo, impulsa éste mediante un engranaje parcial, pero debido a la diferencia en el número de dientes (lóbulos) de ambos, la velocidad de rotación del rotor externo es menor que la del rotor interno.



Figura 8_

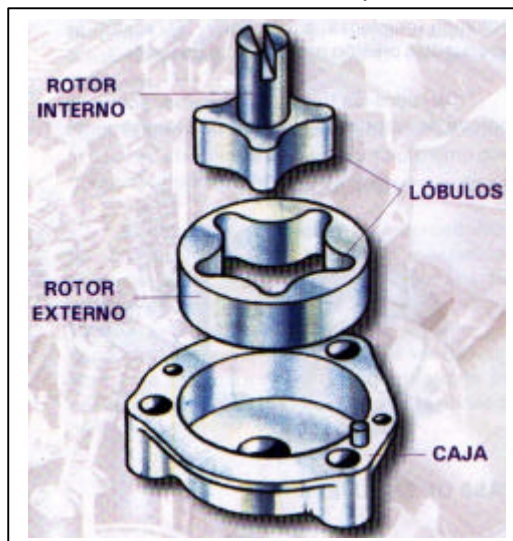


Figura 9_

Ambos rotores están montados dentro del cuerpo de la bomba, cuyas más importantes Características son las aberturas de admisión y de salida en forma de media luna. Un sistema de transmisión desde el árbol de levas hace girar el rotor interno, que a su vez hace girar el rotor externo. El aceite pasa a través de la abertura de admisión y queda atrapado entre los dientes opuestos y aumenta la presión hasta que el orificio de queda expuesto. Al pasar el borde del rotor por el orificio de salida, el aceite es forzado a penetrar a presión en el sistema de lubricación. Cada espacio formado por los dientes repite el proceso y se crea así un flujo continuo. Cuando el motor gira el volumen A aumenta. El aumento de volumen crea un depresión y el aceite es aspirado. Cuando el volumen es máximo no hay comunicación con el aceite que llega. Seguidamente el rotor continua girando, el volumen A es puesto en comunicación con el orificio de salida, y el volumen comienza a disminuir. El aceite es evacuado a presión por el orificio de salida. De todos los tipos de bombas de aceite, la bomba de rotor es la más eficaz

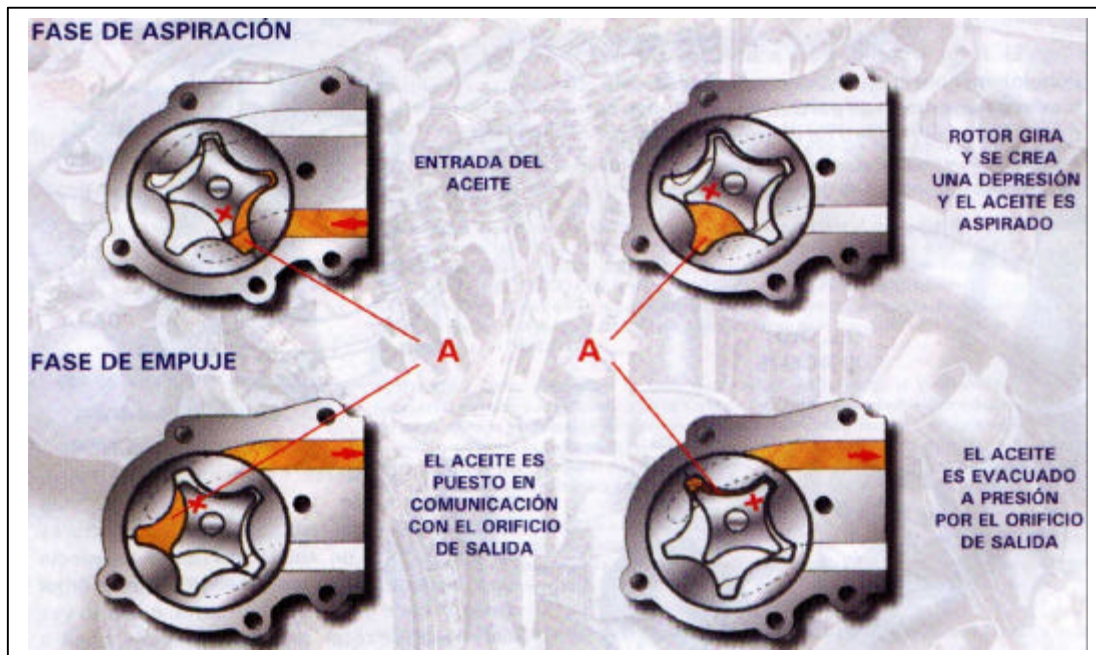


FIGURA 10_

LIMITADOR DE PRESIÓN

De acuerdo con las bombas de aceite tratadas anteriormente la presión del aceite depende directamente de la velocidad de rotación del motor y de la viscosidad del aceite. En el motor no es conveniente que aumente demasiado la presión del aceite, ya que

puede producir fuertes proyecciones de aceite sobre la parte inferior de las camisas; provocando un consumo alto de aceite, daño de la bomba o rotura del sistema de arrastre de la bomba y de otro modo también puede existir una falta de presión de salida. Por estos motivos se suele utilizar un limitador de presión, válvula de desahogo o válvula de descarga.

El limitador de presión puede ir situado en la salida de la bomba o en un punto próximo del conducto principal de lubricación.

El limitador de presión está constituido por una válvula a bola, la cual es mantenida sobre su asiento por un resorte. Cuando la presión es inferior a la tensión del resorte la válvula esta cerrada. Cuando la presión. es superior a la tensión del resorte, la válvula se abre y se descubre un orificio que permite al aceite retornar al cárter, por lo tanto la presión disminuye.



FIGURA 11_

FILTRO DE ACEITE

El aceite debe mantenerse siempre limpio de impurezas y de toda clase de polvo. Para ello puede utilizarse cualquier tipo de filtro existente

Los filtros instalados en los sistemas de lubricación con el fin de eliminar del aceite impurezas (partículas metálicas que proceden del rodaje de las piezas, partículas debidas a los residuos de la combustión y producto de alteración del aceite, etc). las cuales pueden arañar las superficies de los casquetes y causar un desgaste mayor del normal en los anillos del pistón y en los cilindros. El filtro consiste modernamente en una lamina de material textil o plástico poroso (papel filtrante), que se dobla en forma de acordeón.

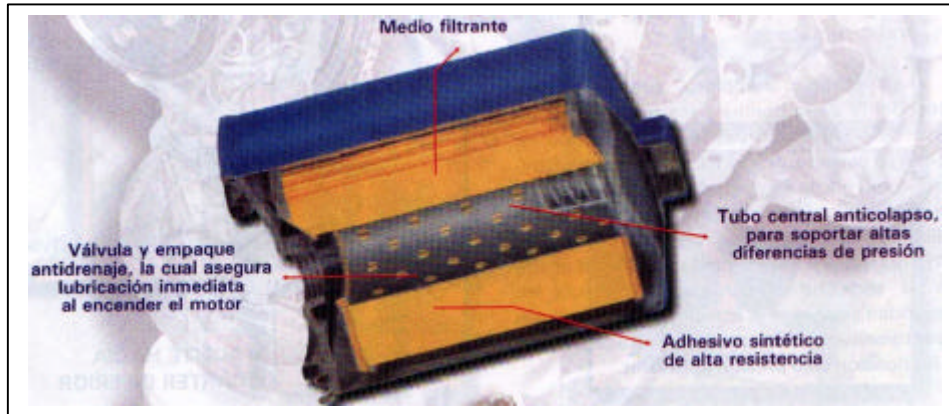
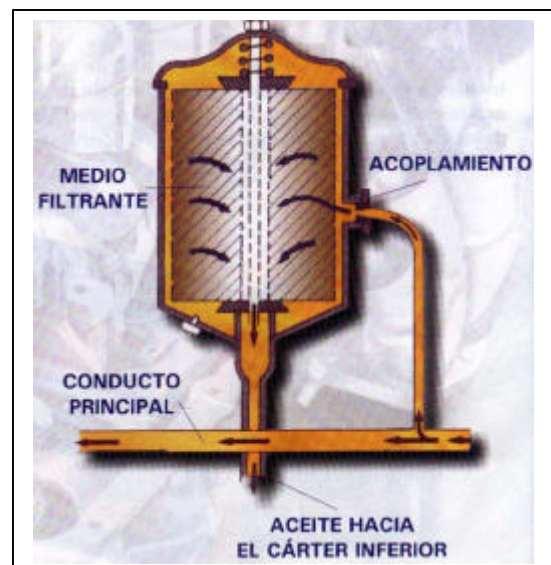
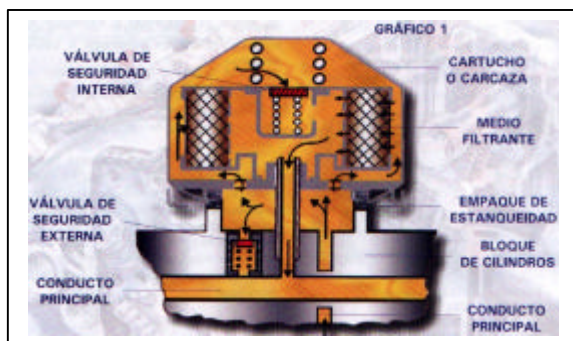


FIGURA 12

Los filtros de aceite se clasifican también de acuerdo a su montaje en el sistema de lubricación del motor flujo completo (montaje en serie gráfico 13) y flujo con desvío (montaje en paralelo, gráfico 14)..

En el flujo completo, todo el aceite procedente de la bomba pasa por el filtro, en caso de obstrucción del filtro, el circuito de aceite es cortado, adicionalmente posee un by pass o válvula de seguridad; la cual puede estar en el filtro o externamente en el cárter de cilindros. Cuando existe un obstrucción del filtro origina una elevación de presión de aceite en el cartucho o cárcaza; la válvula de seguridad se abre y el aceite no filtrado vuelve directamente al conducto principal asegurando la lubricación bajo presión del motor. En el flujo con desvío o parcial, la bomba envía el aceite desde el cárter inferior directamente a los casquetes o cojinetes del motor sin que pase primero por el filtro. Solo parte del aceite es desviado al filtro y desde allí es devuelto al cárter. Aunque el filtraje es adecuado se pierde efectividad debido a que el aceite limpio es descargado nuevamente al cárter es decir, que el aceite que va al motor nunca está completamente limpio. En caso de obstrucción del filtro, no es necesario una válvula de seguridad.



FIGUR
A
13_

CO
NSI
DE
RA
CIO
NE
S
SO
BR
E
LU
BRI
CA

NTES

Los aceites de mayor uso en motores de automóviles y camiones son aceites de base mineral a los que se le han agregado aditivos para mejorar sus propiedades. para que tengamos una idea podríamos decir que el 75% de un litro de aceite para uso en motores de calle está constituido por un aceite puro de base mineral y el 25% restante por diferentes aditivos que le confieren propiedades específicas acorde al uso a que será sometido.

Conformar un "paquete" de aditivos no es cosa para ser tomada a la ligera. El problema generalmente radica en que los mencionados aditivos mejoran algunas propiedades pero empeoran otras, o bien deterioran las propiedades de otros aditivos. Es por ello que no es chiste configurar el mencionado

"paquete" y equilibrar el producto resultante para que realmente esté en condiciones de soportar las exigencias a que podría estar sometido. No nos olvidemos tampoco de que deben ser tomadas en cuenta en esta formulación las posibilidades de contaminación ambiental que podría producir dicho lubricante durante su uso o cuando ya ha sido removido y desechado. Es por ello que alterar la formulación original de un lubricante de marca reconocida creo sinceramente que es tarea únicamente de especialistas y sólo justificable en casos excepcionales.

La necesidad de lubricantes de características cada vez mejores que requieren las nuevas generaciones de motores hacen que crezca el mercado de los lubricantes sintéticos y semisintéticos. Recordemos que los lubricantes sintéticos tienen su origen y extrema pureza en el hecho de que son elaborados por un proceso de "síntesis" o armado de sus moléculas, controlado a voluntad.

Las cualidades del lubricante dependerán de su grado de viscosidad y de la efectividad de los aditivos que le han sido incorporados. Los lubricantes para automóviles tienen cuatro tipos de aditivos principales: los mejoradores de índice de viscosidad, los inhibidores de oxidación y corrosión, los agentes detergentes / dispersantes y los aditivos de alta presión.

Mediante un criterio de selección de acuerdo con el uso, y por medio de extensos y severos ensayos en bancos de pruebas y sobre vehículos, los fabricantes de automotores establecen el tipo de aceite que deberá ser utilizado para un determinado tipo de motor. Se considera para ello si es de encendido por chispa o Diesel, las cargas a que estarán sometidas sus partes, el tipo de residuos generados por la combustión, la temperatura de trabajo del aceite, el tipo de enfriamiento del aceite, la capacidad de lubricante del motor y el período de renovación.

La respuesta de un lubricante a los cambios en su temperatura se refleja principalmente en los cambios de viscosidad que experimenta, cuanto mayor sea la temperatura de un lubricante menor será su viscosidad.

Por otro lado, al descender su temperatura se torna cada vez más viscoso. El asunto está en que no conviene que sea muy viscoso a bajas temperaturas, ya que puede dificultar el arranque y su propia circulación en el motor, ni muy poco viscoso a temperaturas altas, ya que tendría dificultades para resistir las cargas extremas. Este es el que denominamos habitualmente como aceite monogrado y presenta serias dificultades ante cambios importantes de temperatura, en climas fríos principalmente. La solución viene de la mano de los aceites multigrados, que tienen la particular habilidad de mantenerse suficientemente fluidos a bajas temperaturas y no perder demasiada viscosidad en las altas.

Los aceites multigrado son lubricantes que han sido formulados y aditivados para reducir las variaciones de viscosidad debidas a la temperatura. De esta manera se comportan como lubricantes de baja viscosidad cuando están a baja temperatura, permitiendo la rápida llegada del aceite a los lugares más comprometidos.