

TEMA 4

EL MOTOR DE GASOLINA: FUNCIONAMIENTO, ELEMENTOS, REFRIGERACIÓN, COMBUSTIBLE Y ENGRASE.

1. MOTOR DE GASOLINA

1.1. INTRODUCCIÓN

1.2. FUNCIONAMIENTO

1.2.1. Introducción

1.2.2. Las fases de funcionamiento de un motor de gasolina de cuatro tiempos

1.3. ELEMENTOS

1.3.1. El bloque

1.3.2. La culata

1.3.3. El cárter

1.3.4. El carburador

1.3.5. El distribuidor o delco

1.3.6. La bomba de combustible

1.3.7. La bobina de encendido o ignición

1.3.8. La bomba del aceite

1.3.9. Las bujías

1.3.10. Los inyectores

1.3.11. Las bielas

1.3.12. El cigüeñal y el árbol de levas

1.3.13. El pistón

1.3.14. Las válvulas

1.3.15. El motor de arranque

1.3.16. Representación gráfica del conjunto de un motor de gasolina

1.4. REFRIGERACIÓN

1.4.1. Funcionamiento

1.4.2. Distintos tipos de refrigeración

1.5. COMBUSTIBLE

1.6. ENGRASE

1.6.1. Concepto

1.6.2. Aceites

1.6.3. Sistemas de engrase

1. EL MOTOR DE GASOLINA

1.1 Introducción

El motor de combustión interna de gasolina fue desarrollado en un principio por Nikolaus August Otto en 1876, por lo que se denomina como motor Otto. Este motor se utilizó en vehículos, motos, aviones, barcos y trenes, y además sirvió como base para el motor diésel. Los motores de gasolina se caracterizan y diferencian de los diésel en que la ignición de la mezcla de aire y combustible se genera mediante una bujía y sus prestaciones son mayores que los diésel.

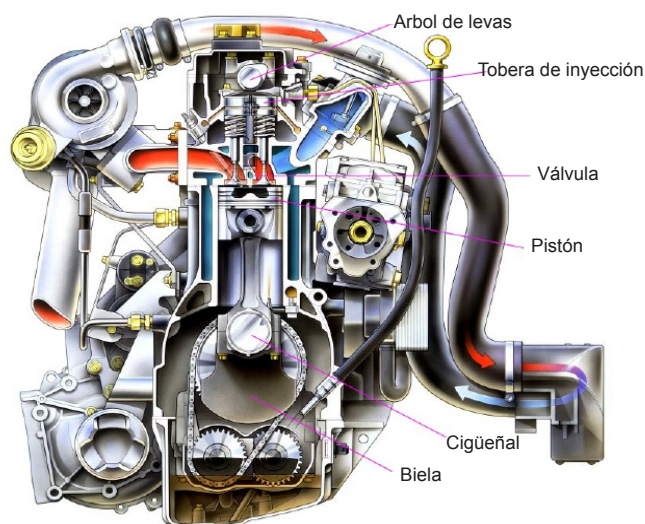


Fig. 1: Estructura básica de un motor de cuatro tiempos de gasolina

1.2 Funcionamiento de los motores de gasolina

1.2.1. Introducción

El motor de explosión o motor de gasolina es un motor de combustión interna, pues el combustible explota dentro de las partes del motor: el cilindro cerrado por un émbolo o pistón movable. Los motores de gasolina tuvieron en sus comienzos una importancia decisiva en los transportes, pues permitieron la invención del verdadero automóvil y del avión. A continuación se explica cómo funcionan paso a paso este tipo de motores.

El funcionamiento del motor de gasolina y diésel es idéntico, exceptuándose la fase de explosión o encendido en la cual el motor gasolina inflama la mezcla aire-combustible mediante una chispa y en el motor diésel el combustible se autoinflama al entrar en contacto con el aire a alta presión y temperatura. Este tipo de motor puede ser de cuatro tiempos o de dos tiempos. También su funcionamiento mediante inyección es idéntico al de los motores diésel al que ya se ha hecho referencia anteriormente aunque presente algunas particularidades como se verá a continuación.

El funcionamiento del motor de gasolina de cuatro tiempos se basa en la combustión de una mezcla de aire y combustible. En el tiempo de aspiración se aspira aire del exterior y se mezcla con gasolina en el carburador. Una vez que la cámara de combustión del cilindro se ha llenado con la mezcla de aire y combustible, en el tiempo de compresión ésta se comprime alcanzando una relación de compresión media de 8:1. Poco antes de que el pistón alcance su posición máxima, el denominado punto muerto superior, la mezcla se inflama mediante una chispa de la bujía. Durante la combustión se genera una enorme presión de combustión que empuja el pistón hacia abajo. En esta fase es donde se produce el verdadero trabajo del motor, por lo que este tiempo se denomina también tiempo de trabajo. Con el posterior movimiento descendente del pistón los gases de escape son impulsados a través de la válvula de salida en dirección al escape. Justo después del tiempo de escape comienza el ciclo de nuevo.

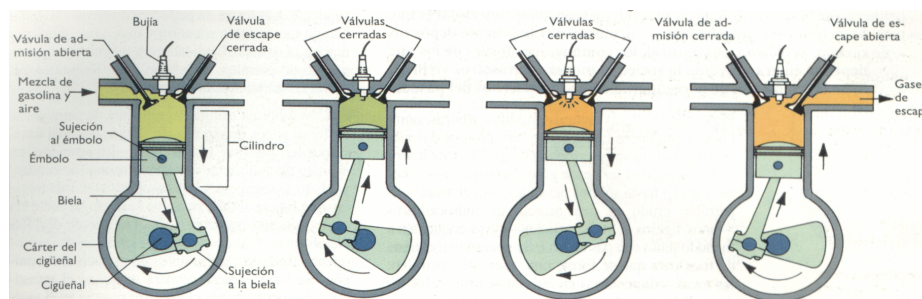


Fig. 2: Motor de gasolina de cuatro tiempos

En principio, los motores de gasolina de dos tiempos funcionan igual que los motores de cuatro tiempos. La diferencia reside en que el motor de dos tiempos no tiene válvulas. El cilindro tan sólo tiene un orificio para la admisión y otro para el escape. Los tiempos de admisión y trabajo se han unido, al igual que los tiempos de compresión y escape. De esta forma, con cada giro del motor se produce un ciclo de trabajo. La ventaja reside principalmente en que un motor de dos tiempos puede prescindir de toda la distribución por válvulas. Esto hace que los motores de dos tiempos sean muy compactos y especialmente aptos para la propulsión de pequeños aparatos como cortacéspedes, motosierras o ciclomotores.

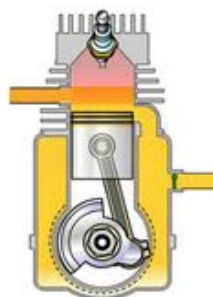


Fig. 3: Motor de gasolina de dos tiempos

Los motores de gasolina más recientes ya no poseen un carburador. La mezcla de aire y combustible se prepara mediante una inyección electrónica. La inyección electrónica es mucho más efectiva y reduce el consumo de combustible. Pero aún más eficiente es la inyección directa de gasolina. En este caso, la gasolina se inyecta directamente a la cámara de combustión a través de una tobera de inyección, lo que aumenta enormemente el rendimiento de la combustión.

A continuación se analizan las distintas fases en el funcionamiento de un motor de gasolina o motor de explosión de cuatro tiempos, pues los motores de dos tiempos, además de reducirse su fabricación para ciertos tipos de vehículos (motocicletas de baja cilindrada), no se consideran tan numerosos o utilizados como los de cuatro tiempos.

1.2.2. Las fases de funcionamiento en un motor de gasolina de cuatro tiempos

1.2.2.1. Fase de admisión

La admisión es la primera fase del ciclo de cuatro tiempos (Fig. 4). En ésta el pistón baja por lo que la presión disminuye dentro del cilindro. A la vez la válvula de entrada es empujada hacia abajo por su correspondiente leva del árbol de levas, por lo que se abre, dejando entrar la mezcla aire combustible en el caso de los motores de gasolina y solo aire en los diésel. Durante este proceso la válvula de salida permanece cerrada.



Fig. 4: Fase de admisión

1.2.2.2. Fase de compresión

Es la segunda fase del ciclo (Fig. 5). Al descender al máximo el pistón en la primera fase se cierra la válvula de entrada y el émbolo comienza a subir, por lo que comprime la mezcla aire combustible y hace que suba la presión y la temperatura dentro del cilindro. En esta fase el cigüeñal da otro giro de 180° y completa la primera vuelta del ciclo. El árbol de levas gira otros 90° pero en esta fase no abre ninguna válvula.

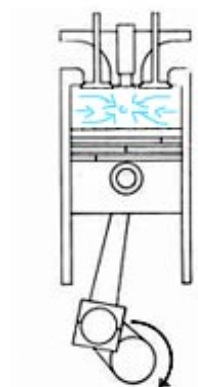


Fig. 5: Fase de compresión

1.2.2.3. Fase de explosión

La tercera fase se denomina explosión o encendido porque es el único momento en el que se genera trabajo y por lo tanto es el momento en el que se enciende el motor (Fig. 6).

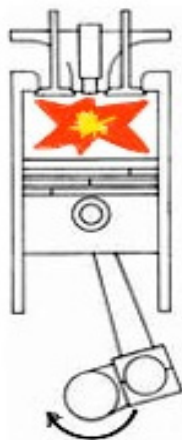


Fig. 6: Fase de explosión

1.2.2.4. Fase de escape

La última fase del ciclo consiste en la liberación de los gases producidos por la combustión de la mezcla aire combustible (Fig. 7). El pistón sube y empuja los gases hacia fuera a través de la válvula de escape que permanece abierta durante la ascensión del pistón. Al llegar al punto más alto se cierra la válvula de escape y seguidamente se abre la de entrada para dejar paso al combustible, iniciándose de nuevo el ciclo.

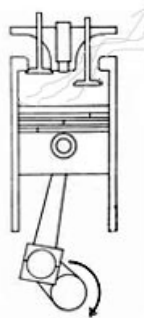


Fig. 7: Fase de escape

1.3. Elementos

Los motores de gasolina comparte la mayoría de sus elementos con los motores diésel, ya que ambos se basan en el «motor Otto», sin embargo, algunos de ellos varían siendo específico de un tipo u otro.

Realizaremos a continuación un estudio de los elementos más característico sdel motor de gasolina, comparando algunos de estos elementos con sus similares para los motores diésel.

1.3.1. El bloque

En el bloque están ubicados los cilindros con sus respectivas camisas, que son barrenos o cavidades practicadas en el mismo, por cuyo interior se desplazan los pistones. Estos últimos se consideran el corazón del motor.

La cantidad de cilindros que puede contener un motor es variable, así como la forma de su disposición en el bloque. Existen motores de uno o de varios cilindros, aunque la mayoría de los automóviles utilizan motores con bloques de cuatro, cinco, seis, ocho y doce cilindros, incluyendo algunos automóviles pequeños que emplean sólo tres.

El bloque del motor debe poseer rigidez, poco peso y poca dimensión, de acuerdo con la potencia que desarrolle. En el caso de los motores diésel el bloque debe ser más robusto por estar sometido a mayor presión de compresión.

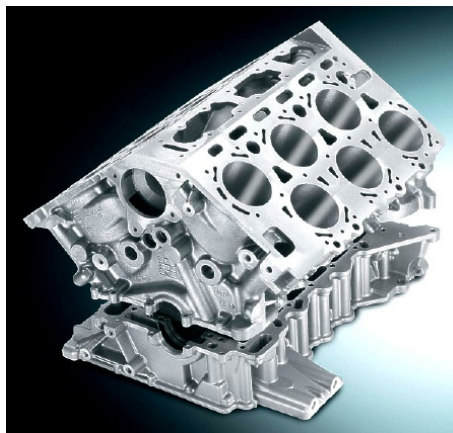


Fig. 8: Bloque de un motor de gasolina

1.3.2. La culata

La culata constituye una pieza de hierro fundido (o de aluminio en algunos motores), que va colocada encima del bloque del motor. Su función es sellar la parte superior de los cilindros para evitar pérdidas de compresión y salida inapropiada de los gases de escape.

En la culata se encuentran situadas las válvulas de admisión y de escape, así como las bujías o los inyectores en el caso de motores de gasolina. Posee, además, dos conductos internos: uno conectado al múltiple de admisión (para permitir que la mezcla aire-combustible penetre en la cámara de combustión del cilindro) y otro conectado al múltiple de escape (para permitir que los gases producidos por la combustión sean expulsados al medio ambiente). Posee, además, otros conductos que permiten la circulación de agua para su refrigeración.

La culata está firmemente unida al bloque del motor por medio de tornillos. Para garantizar un sellaje hermético con el bloque, se coloca entre ambas piezas metálicas una «junta de culata», constituida por una lámina de material de amianto o cualquier otro material flexible que sea capaz de soportar, sin deteriorarse, las altas temperaturas que se alcanzan durante el funcionamiento del motor.



Fig. 9: Culata y juntas de culata de un motor de gasolina

1.3.3. El cárter

El cárter es el lugar donde se deposita el aceite lubricante que permite lubricar el cigüeñal, los pistones, el árbol de levas y otros mecanismos móviles del motor.

Durante el tiempo de funcionamiento del motor una bomba de aceite extrae el lubricante del cárter y lo envía a los mecanismos que requieren lubricación.

Existen también algunos tipos de motores que en lugar de una bomba de aceite emplean el propio cigüeñal, sumergido parcialmente dentro del aceite del cárter, para lubricar «por salpicadura» el mismo cigüeñal, los pistones y el árbol de levas.



Fig. 10: Cárter de un motor de gasolina

1.3.4. El carburador

El carburador mezcla el combustible con el aire en una proporción de 1:10000 para proporcionar al motor la energía necesaria para su funcionamiento. Esta mezcla la efectúa el carburador en el interior de un tubo con un estrechamiento practicado al efecto, donde se pulveriza la gasolina por efecto venturi. Una bomba mecánica, provista con un diafragma de goma o sintético, se encarga de bombear desde el tanque principal la gasolina para mantener siempre llena una pequeña cuba desde donde le llega el combustible al carburador.

En los automóviles actuales esa bomba de gasolina, en lugar de ser mecánica es eléctrica y se encuentra situada dentro del propio tanque principal de combustible. Para evitar que la cuba se rebose y pueda llegar a inundar de gasolina la cámara de combustión, existe en el interior de la cuba un flotador encargado de abrir la entrada del combustible cuando el nivel baja y cerrarla cuando alcanza el nivel máximo admisible.

El propio carburador permite regular la cantidad de mezcla aire-combustible que envía a la cámara de combustión del motor utilizando un mecanismo llamado mariposa. Por medio del acelerador de pie del coche, o el acelerador de

mano en los motores estacionarios, se regula transitoriamente el mecanismo de la mariposa, lo que permite una mayor o menor entrada de aire al carburador. De esa forma se enriquece o empobrece la mezcla aire-combustible que entra en la cámara de combustión del motor, haciendo que el cigüeñal aumente o disminuya las revoluciones por minuto. Cuando la mezcla de aire-combustible es pobre, las revoluciones disminuyen y cuando es rica, aumentan.

Los motores más modernos y actuales no utilizan ya carburador, sino que emplean un nuevo tipo de dispositivo denominado «inyector de gasolina». Este inyector se controla de forma electrónica para lograr que la pulverización de la gasolina en cada cilindro se realice en la cantidad realmente requerida en cada momento preciso, lográndose así un mayor aprovechamiento y optimización en el consumo del combustible.

Es necesario aclarar que los inyectores de gasolina no guardan ninguna relación con los inyectores o bomba de inyección que emplean los motores diesel, cuyo funcionamiento es completamente diferente.

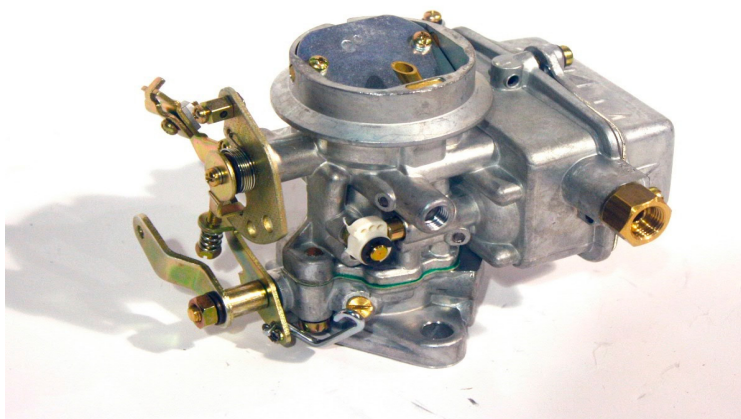


Fig. 11: Carburador de un motor de gasolina

1.3.5. El distribuidor o delco

En los motores de gasolina el distribuidor o delco distribuye entre las bujías de todos los cilindros del motor las cargas de alto voltaje o tensión eléctrica provenientes de la bobina de encendido o ignición. El distribuidor está acoplado sincrónicamente con el cigüeñal del motor de forma tal que al rotar el contacto eléctrico que tiene en su interior, cada bujía recibe en el momento justo la carga eléctrica de alta tensión necesaria para provocar la chispa que enciende la mezcla aire-combustible dentro de la cámara de combustión de cada pistón.



Fig. 12: Distribuidor o delco

1.3.6. La bomba del combustible

La bomba del combustible extrae la gasolina del tanque de combustible para enviarla a la cuba del carburador cuando se presiona el «acelerador de pie» de un vehículo automotor o el «acelerador de mano» en un motor estacionario. Desde hace muchos años atrás se utilizan bombas mecánicas de diafragma, pero últimamente los fabricantes de motores las están sustituyendo por bombas eléctricas, que van instaladas dentro del propio tanque de combustible.



Fig. 13: Bomba de combustible

1.3.7. La bobina de encendido o ignición

La bobina de encendido o ignición en motores de gasolina es un dispositivo eléctrico perteneciente al sistema de encendido del motor, destinado a producir una carga de alto voltaje o tensión. La bobina de ignición constituye un transformador eléctrico, que eleva por inducción electromagnética la tensión entre los dos enrollados que contiene en su interior. El enrollado primario de baja tensión se conecta a la batería de 12 voltios, mientras que el enrollado secundario la transforma en una corriente eléctrica de alta tensión de 15 mil ó 20 mil voltios. Esa corriente se envía al distribuidor y éste, a su vez, la envía a cada una de las bujías en el preciso momento que se inicia en cada cilindro el tiempo de explosión del combustible.



Fig. 14: Despiece de una bobina de encendido

1.3.8. La bomba del aceite

La bomba del aceite envía aceite lubricante a alta presión a los mecanismos del motor como son, por ejemplo, los cojinetes de las bielas que se fijan al cigüeñal, los aros de los pistones, el árbol de leva y demás componentes móviles auxiliares, asegurando que todos reciban la lubricación adecuada para que se puedan mover con suavidad.

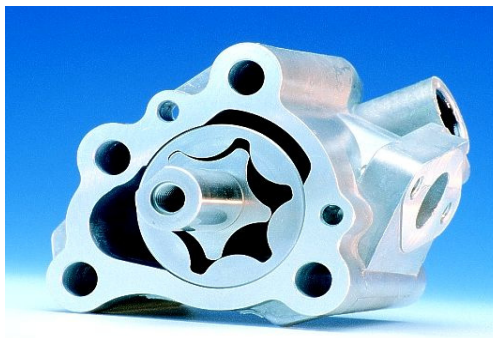


Fig. 15: Bomba de aceite

1.3.9. Las bujías

Una bujía en un motor de gasolina es un electrodo recubierto con un material aislante de cerámica. En su extremo superior se conecta uno de los cables de alta tensión o voltaje procedentes del distribuidor, por donde recibe una carga eléctrica de entre 15 mil y 20 mil voltios aproximadamente. En el otro extremo la bujía posee una rosca metálica para ajustarla en la culata y un electrodo que queda situado dentro de la cámara de combustión.

La función de la bujía es hacer saltar en el electrodo una chispa eléctrica dentro de la cámara de combustión del cilindro cuando recibe la carga de alta tensión procedente de la bobina de ignición y del distribuidor. En el momento justo, la chispa provoca la explosión de la mezcla aire-combustible que pone en movimiento a los pistones. Cada motor requiere una bujía por cada cilindro que contenga su bloque.



Fig. 16: Bujía

1.3.10. Los inyectores

Los inyectores de un motor de gasolina suelen estar ubicados en el colector de admisión, lo que explica la denominación de estos sistemas. El combustible es inyectado por delante de una válvula cerrada o bien encima de la válvula abierta y es mezclado de forma casi completa con el aire de admisión en cada una de las toberas del colector de admisión.

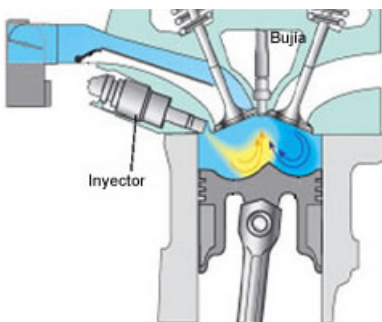


Fig. 17: Inyector

1.3.11. Las bielas

La biela es una pieza metálica de forma alargada que une el pistón con el cigüeñal para convertir el movimiento lineal y alternativo del primero en movimiento giratorio en el segundo. La biela tiene en cada uno de sus extremos un punto de rotación: uno para soportar el bulón que la une con el pistón y otro para los cojinetes que la articula con el cigüeñal. Las bielas pueden tener un conducto interno que sirve para hacer llegar a presión el aceite lubricante al pistón.



Fig. 18: Biela

1.3.12. El cigüeñal y el árbol de levas

El cigüeñal constituye un eje con manivelas, con dos o más puntos que se apoyan en una bancada integrada en la parte superior del cárter y que queda cubierto después por el propio bloque del motor, lo que le permite poder girar con suavidad. La manivela o las manivelas (cuando existe más de un cilindro) que posee el cigüeñal, giran de forma excéntrica con respecto al eje. En cada una de las manivelas se fijan los cojinetes de las bielas que le transmiten al cigüeñal la fuerza que desarrollan los pistones durante el tiempo de explosión.

El árbol de levas o eje de levas es el órgano del motor que regula el movimiento de las válvulas de admisión y de escape. En la práctica, se trata de un árbol dotado de movimiento rotativo, sobre el cual se encuentran las levas o excéntricas, que provocan un movimiento oscilatorio del elemento causante de la distribución.



Fig. 19: Cigüeñal y árbol de levas

1.3.13. El pistón

El pistón constituye una especie de cubo invertido, de aluminio fundido en la mayoría de los casos, vaciado interiormente. En su parte externa posee tres ranuras donde se insertan los aros de compresión y el aro rascador de aceite. Mas abajo de la zona donde se colocan los aros existen dos agujeros enfrentados uno contra el otro, que sirven para atravesar y fijar el bulón que articula el pistón con la biela.



Fig. 20: Biela y pistón

1.3.14. Las válvulas

Las válvulas se encuentran situadas en la culata, además de otros elementos. Existen dos tipos de válvulas: válvulas de escape y válvulas de admisión. Cada una de ellas tiene una misión distinta, la primera permite la salida de los gases de escape y la segunda permite la entrada de aire limpio al motor para facilitar la combustión.

1.3.15. El motor de arranque

El motor de arranque constituye un motor eléctrico especial, que a pesar de su pequeño tamaño comparado con el tamaño del motor térmico que debe mover, desarrolla momentáneamente una gran potencia para poder ponerlo en marcha.

El motor de arranque posee un mecanismo interno con un engrane denominado «bendix», que entra en función cuando el conductor acciona el interruptor de encendido del motor con la llave de arranque. Esa acción provoca que una palanca acoplada a un electroimán impulse dicho engrane hacia delante, coincidiendo con un extremo del eje del motor, y se acople momentáneamente con la rueda dentada del volante, obligándola también a girar. Esta acción provoca que los pistones del motor comiencen a moverse, el carburador (o los inyectores de gasolina), y el sistema eléctrico de ignición se pongan funcionamiento y el motor arranque.

Una vez que el motor arranca y dejar el conductor de accionar la llave en el interruptor de encendido, el motor de arranque deja de recibir corriente y

el electroimán recoge de nuevo el piñón del bendix, que libera el volante. De no ocurrir así, el motor de arranque se destruiría al incrementar el volante las revoluciones por minuto, una vez que el motor de gasolina arranca.



Fig. 21: Motor de arranque

1.3.16. Representación gráfica del conjunto de un motor de gasolina

Una representación gráfica del conjunto de un motor de gasolina podría ser la que se ofrece a continuación.

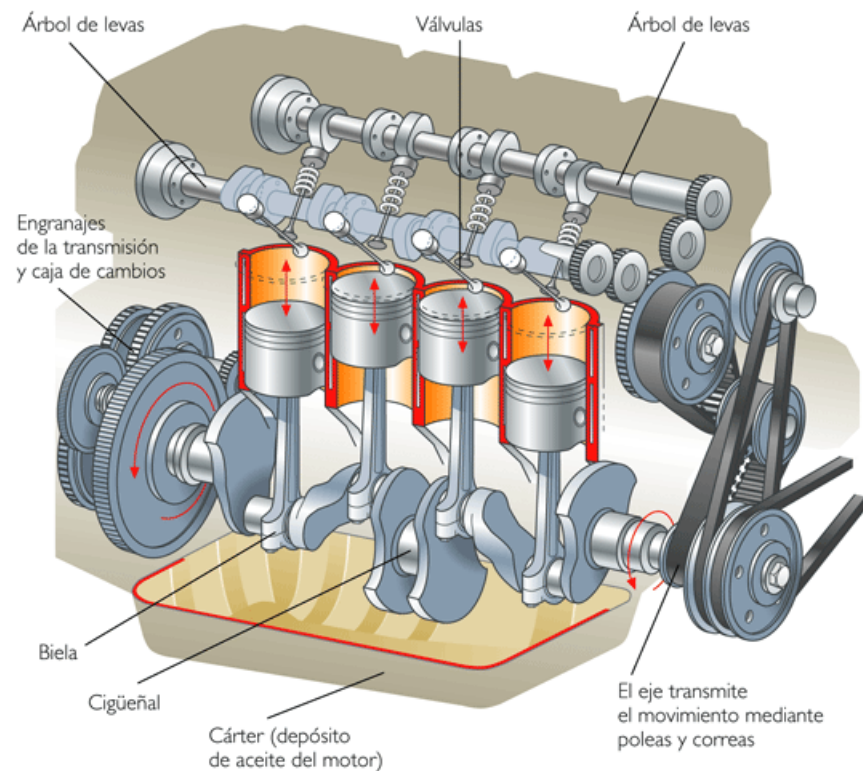


Fig. 22: Representación gráfica del conjunto de un motor de gasolina

1.4. Refrigeración

1.4.1. Introducción

El sistema de refrigeración de un vehículo es un conjunto de elementos o componentes que tienen por finalidad mantener una temperatura normal de funcionamiento en el motor, en cualquier condición de marcha.

Sólo entre el 20 y el 30 por ciento de la energía liberada por el combustible durante su combustión en un motor se convierte en energía útil; el restante 70 u 80 por ciento de la energía liberada se pierde en forma de calor. Las paredes interiores del cilindro o camisa de un motor pueden llegar a alcanzar temperaturas aproximadas a los 800 °C. Por tanto, todos los motores requieren un sistema de refrigeración que le ayude a disipar ese excedente de calor.

El sistema de refrigeración, por tanto, debe ser capaz de evacuar la gran cantidad de calor que se genera debido al frotamiento de las piezas en movimiento y a la combustión de los gases en el cilindro.

Este enfriamiento debe ser medido, ya que por debajo de la temperatura señalada disminuye el rendimiento del motor y es susceptible de mayor desgaste.

La refrigeración del bloque motor se realiza normalmente por el efecto conjunto del líquido refrigerante y aire, que se encargan de disipar el calor generado por las explosiones y el rozamiento. Todo el bloque motor está recubierto por una «camisa de líquido refrigerante» que circula continuamente absorbiendo el calor.

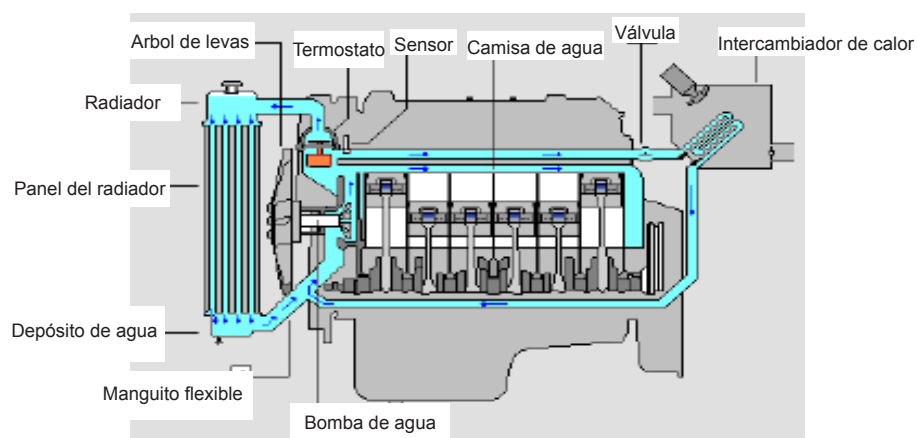


Fig. 23: Sistema de refrigeración

1.4.2. Distintos tipos de refrigeración

Entre los tipos de refrigeración más comúnmente utilizados se encuentra el propio aire del medio ambiente o el tiro de aire forzado que se obtiene con la ayuda de un ventilador. Esos métodos de enfriamiento se emplean solamente en motores que desarrollan poca potencia como las motocicletas y vehículos pequeños. Para motores de mayor tamaño el sistema de refrigeración más empleado y sobre todo el más eficaz, es el hacer circular agua a presión por el interior del bloque y la culata.

1.4.2.1. Refrigeración por aire

Este sistema consiste en evacuar directamente el calor del motor a la atmósfera a través del aire que lo circunda.

Para mejorar la conductibilidad térmica, estos motores se fabrican de aleación ligera y disponen sobre la carcasa exterior de unas aletas que permiten aumentar la superficie radiante de calor. La longitud de estas aletas es proporcional a la temperatura alcanzada en las diferentes zonas del cilindro, siendo, por tanto, de mayor longitud las que están más próximas a la cámara de combustión.

El sistema puede ser de refrigeración directa o forzada.

- a) *Refrigeración directa*: Se emplea este sistema en motocicletas, donde el motor va completamente al aire, efectuándose la refrigeración por el aire que hace impacto sobre las aletas durante la marcha del vehículo, siendo por tanto más eficaz la refrigeración cuanto mayor es la velocidad de desplazamiento.
- b) *Refrigeración forzada*: El sistema de refrigeración forzada por aire es utilizado en vehículos donde el motor va encerrado en la carrocería y, por tanto, con menor contacto con el aire durante su desplazamiento. Consiste en un potente ventilador movido por el propio motor, el cual crea una fuerte corriente de aire que es canalizada convenientemente hacia los cilindros para obtener una eficaz refrigeración aun cuando el vehículo se desplace a marcha lenta.

Las ventajas del sistema de refrigeración por aire son las siguientes: la sencillez y menor entretenimiento del sistema, no está sometido a temperaturas críticas del elemento refrigerante y el sistema obtiene un mayor rendimiento térmico.

Los inconvenientes del sistema de refrigeración forzada por aire estriba en que este tipo de motores son más ruidosos que los refrigerados por agua, la refrigeración es irregular y debido a la mayor temperatura en los cilindros, la mezcla o aire aspirado se dilata con lo que la potencia útil del motor se reduce en un 6 % aproximadamente.

1.4.2.2. Refrigeración por agua

Este sistema consiste en un circuito de agua, en contacto directo con las paredes de las camisas y cámaras de combustión, que absorbe el calor radiado y lo transporta a un depósito refrigerante donde el líquido se enfría y vuelve al circuito para cumplir nuevamente su misión refrigerante.

El circuito se establece por el interior del bloque y culata, para lo cual estas piezas se fabrican huecas, de forma que el líquido refrigerante circunde las camisas y cámaras de combustión circulando alrededor de ellas.

La circulación del líquido refrigerante se fuerza con una bomba consiguiéndose de esta manera una refrigeración más eficaz con menor volumen de agua, ya que, debido a las grandes revoluciones que alcanzan hoy día los motores, necesitan una evacuación más rápida de calor, lo cual se consigue forzando la circulación del agua por el interior de los mismos.

Este sistema consiste en disponer una bomba centrífuga intercalada en el circuito y movida por el propio motor que activa la circulación del agua en su recorrido con una velocidad proporcional a la marcha del motor.

En su funcionamiento, la bomba aspira el agua refrigerada de la parte baja del radiador y la impulsa al interior del bloque a través de los huecos que rodean las camisas y cámaras de combustión. El refrigerante sale por la parte superior de la culata y se dirige otra vez al radiador por su parte alta, donde es enfriada nuevamente a su paso por los paneles de refrigeración. Con esta circulación forzada, el agua se mantiene en el circuito a una temperatura de 80 a 85 °C, con una diferencia entre la entrada y la salida de 8 a 10 °C, controlada por medio de una válvula de paso que mantiene la temperatura ideal de funcionamiento sin grandes cambios bruscos en el interior de los cilindros, que podría dar lugar a dilataciones y contracciones de los materiales.

En muchos vehículos, el agua de refrigeración se aprovecha para la calefacción interna del vehículo. Para ello, se intercala en serie, a la salida del agua caliente de la culata, un intercambiador de calor que trabaja como radiador, calentando el aire del interior del vehículo.

1.4.3. Elementos que componen el circuito de refrigeración

El circuito de refrigeración de los motores está formado por los siguientes elementos:

- a) El radiador.
- b) La bomba.
- c) La válvula reguladora de la temperatura.
- d) El ventilador.
- e) El líquido refrigerante y anticongelante.

1.4.3.1. El radiador

El radiador está situado generalmente en la parte delantera del vehículo, de forma que reciba directamente el paso de aire a través de sus paneles y aletas refrigerantes durante el desplazamiento del mismo y es donde se enfría el agua procedente del motor.

Este elemento está formado por dos depósitos, uno superior y otro inferior, unidos entre sí (según el tipo) por una serie de tubos finos rodeados por numerosas aletas de refrigeración o por una serie de paneles en forma de nidos de abeja que aumentan la superficie radiante de calor. Tanto los tubos y aletas como los paneles se fabrican en aleación ligera (generalmente latón), facilitando, con su mayor conductibilidad térmica, la rápida evacuación de calor a la atmósfera.

El depósito superior lleva una boca de entrada lateral, que se comunica por medio de un manguito de goma con la salida de agua caliente de la culata. En el depósito inferior va instalada la boca de salida del agua refrigerada, unida por otro manguito de goma a la entrada de la bomba.

En el radiador se integra la boca de llenado, que se cierra con un tapón que cumple la doble misión de cierre y regulación de la circulación del agua por el circuito, evitando la presión o depresión en el interior del radiador por los cambios de estado en el líquido refrigerante.

Este tapón lleva incorporadas dos válvulas de paso que en condiciones normales de funcionamiento se mantienen cerradas por la acción de sus muelles regulados a la presión atmosférica. Cuando el agua del radiador, por efecto de la temperatura en el circuito, se va evaporando, este vapor de agua queda concentrado en la parte superior del depósito, creando una sobrepresión en el mismo que si llegase a unos límites críticos haría saltar el tapón o reventar el depósito. Para evitar esto, el tapón va provisto de una válvula de paso regulada con un muelle, de forma que, cuando la presión interna rebasa la presión del muelle, empuja a la válvula abriéndola, con lo cual el vapor concentrado en el interior del radiador sale, a través de ella al exterior. Esta salida de vapor regula nuevamente la presión interna, de forma que cuando alcance la presión atmosférica la válvula vuelve a cerrarse.

Si el motor se enfría rápidamente, se produce en el interior del radiador una condensación del vapor acumulado, creando un vacío interno que dificultará la perfecta circulación del agua en el circuito. Para este segundo efecto, el tapón dispone de una segunda válvula que se abre en sentido contrario, por efecto de la depresión creada en el interior, permitiendo la entrada de aire o líquido del exterior que anula el vacío interno y restablece la presión normal del circuito.

1.4.3.2. La bomba de agua

La bomba se intercala en el circuito de refrigeración del motor y tiene la misión de hacer circular el agua en el circuito para que el transporte y evacuación de calor sea más rápido. Cuanto más deprisa gire el motor, mayor será la

temperatura alcanzada en el mismo, pero como la bomba funciona sincronizada con él, mayor será la velocidad con que circula el agua por su interior y, por tanto, la evacuación de calor.

1.4.3.3. La válvula reguladora de la temperatura

Como se ha indicado anteriormente la temperatura interna del motor debe mantenerse dentro de unos límites establecidos (alrededor de los 90 °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 está 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 calorífica en la combustión, con un mayor consumo para una 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.

Para regular la temperatura del agua, se instala en el circuito de refrigeración de los motores una válvula termostática, graduada a la temperatura de funcionamiento del motor, y se sitúa en la boca de salida de la culata. Cuando la temperatura del agua es inferior a la prevista, el termostato cierra la válvula de paso impidiendo la salida de agua hacia el radiador, con lo cual la circulación se establece directamente desde la bomba, que al aspirar el agua caliente y mandarla al circuito interno sin refrigerar, hace que el agua ya caliente alcance pronto mayor temperatura. Cuando el agua ha alcanzado la temperatura adecuada, el termostato abre la válvula dejando libre la circulación hacia el radiador, con lo cual se establece el funcionamiento normal del circuito de refrigeración.

1.4.3.4. El ventilador

En algunos vehículos la regulación de la temperatura se consigue haciendo que funcione el ventilador con independencia del motor por medio de un interruptor térmico. Así se consigue una refrigeración adecuada del motor y se facilita el que éste alcance rápidamente la temperatura de régimen.

El ventilador activa el paso de aire a través del radiador para obtener una mejor y más eficaz refrigeración, pero ello no es indispensable cuando la velocidad del vehículo es suficiente para producir la refrigeración por el simple desplazamiento rápido del mismo. En estos casos, se puede desconectar el ventilador consiguiendo así la ganancia de potencia que supone liberar al motor de esta transmisión, un menor consumo para una misma potencia y una marcha más silenciosa.



Fig. 24: Radiador y ventiladores

1.4.3.5. El líquido refrigerante y anticongelante

Como líquido refrigerante se emplea generalmente el agua 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.

Por otra parte, y debido a la dureza de las aguas, precipita gran cantidad de sales calcáreas que pueden obstruir las canalizaciones y el radiador. Otro de los inconvenientes del agua es que a temperaturas por debajo de $^{\circ}\text{C}$ se solidifica, aumentando de volumen, lo cual podría reventar los conductos por los que circula.

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:

- a) 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.
- b) Aumentar la temperatura de ebullición del agua, para evitar pérdidas en los circuitos que trabajen por encima de los 100°C .
- c) Evitar la corrosión de las partes metálicas por donde circula el agua.

Entre los productos anticongelantes que se pueden emplear, el más utilizado en la actualidad está 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 % y antiespumante y colorante en pequeña proporción.

1.5. Combustible

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos alifáticos obtenida del petróleo por destilación fraccionada, que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa convencional.

La gasolina tiene una densidad de 680 g/l (un 20 % menos que el gasóil, que tiene 850 g/l). Un litro de gasolina proporciona una energía de 34,78 megajulios, aproximadamente un 10 % menos que el gasoil, que proporciona 38,65 megajulios por litro de carburante. Sin embargo, en términos de masa, la gasolina proporciona un 3,5 % más de energía.

La gasolina se compone de una mezcla de cientos de hidrocarburos individuales desde C_4 (butanos y butenos) hasta C_{11} como, por ejemplo, el metilnaftaleno.

La propiedad más característica de la gasolina es el denominado índice de octano que indica la resistencia que presenta el combustible a producir su propia detonación.

Hasta el año 2001 existían en España dos tipos de gasolina: la gasolina con plomo y la gasolina sin plomo. Sin embargo, de acuerdo con el plazo fijado por la Unión Europea, el Consejo de Ministros aprobó en dicho año un decreto por el que se establecía la prohibición de comercializar gasolina con plomo de 97 octanos, conocida hasta entonces como “gasolina súper”.

Como consecuencia de todo ello y a partir de aquel momento, más de dos millones de vehículos que solo utilizaban gasolina con plomo debieron adaptar sus motores a la nueva situación, instalando un dispositivo o catalizador que permitía el funcionamiento del motor con gasolina sin plomo. Con todo ello se intentaba evitar los efectos perniciosos que sobre la salud humana y el medio ambiente causaban los metales pesados (plomo, manganeso, mercurio, cadmio, etc.) que hasta entonces formaban parte de la gasolina súper o gasolina con plomo.

1.6. Engrase

El sistema de engrase de los motores de gasolina coincide prácticamente con el de los motores diésel al que ya hemos hecho referencia en el epígrafe 1.6 del Tema anterior, al que nos remitimos para su estudio.