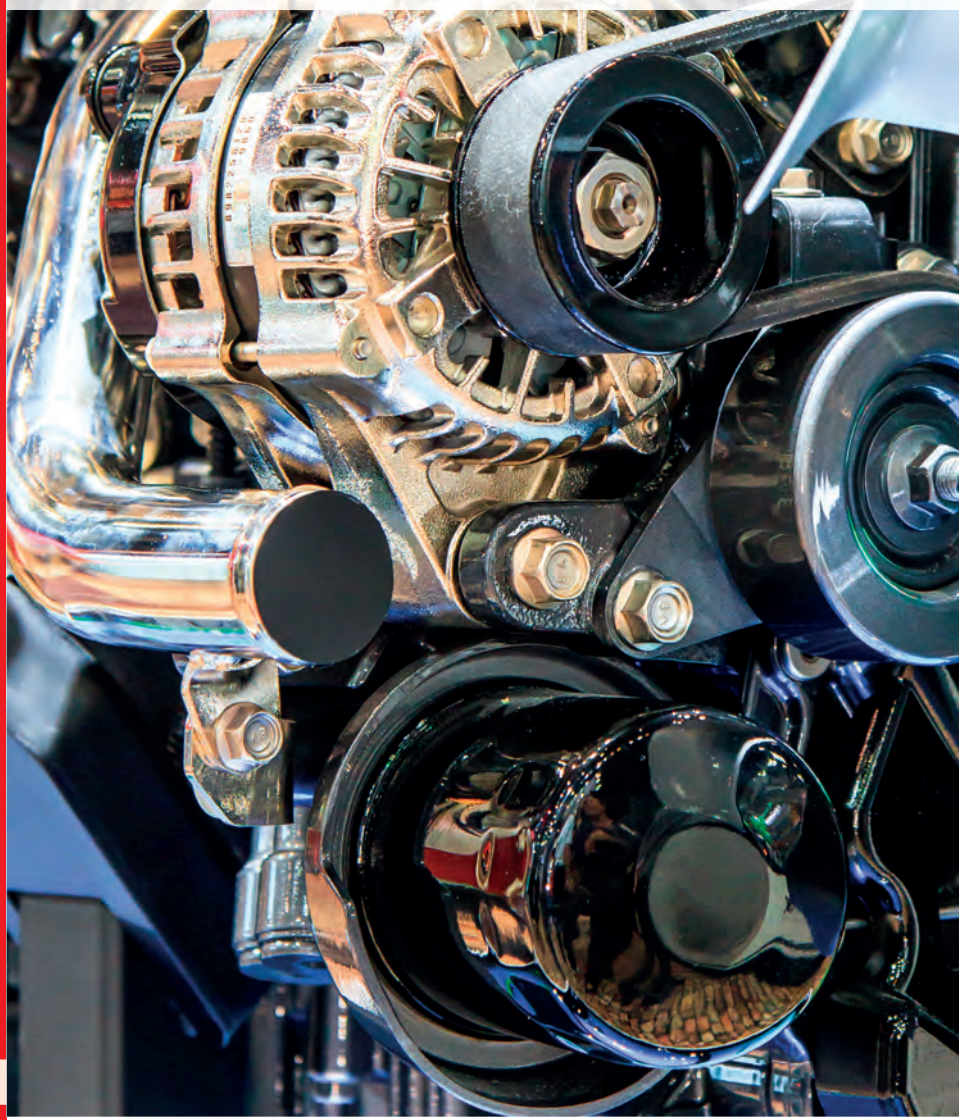
Unidad 1

El motor térmico. Clasificación y elementos constructivos



Preguntas iniciales

1·· Enumera los tipos de motores que conozcas.

2·· ¿Qué materiales se usan en la fabricación de los motores?

3·· ¿Qué función tiene la distribución del motor?

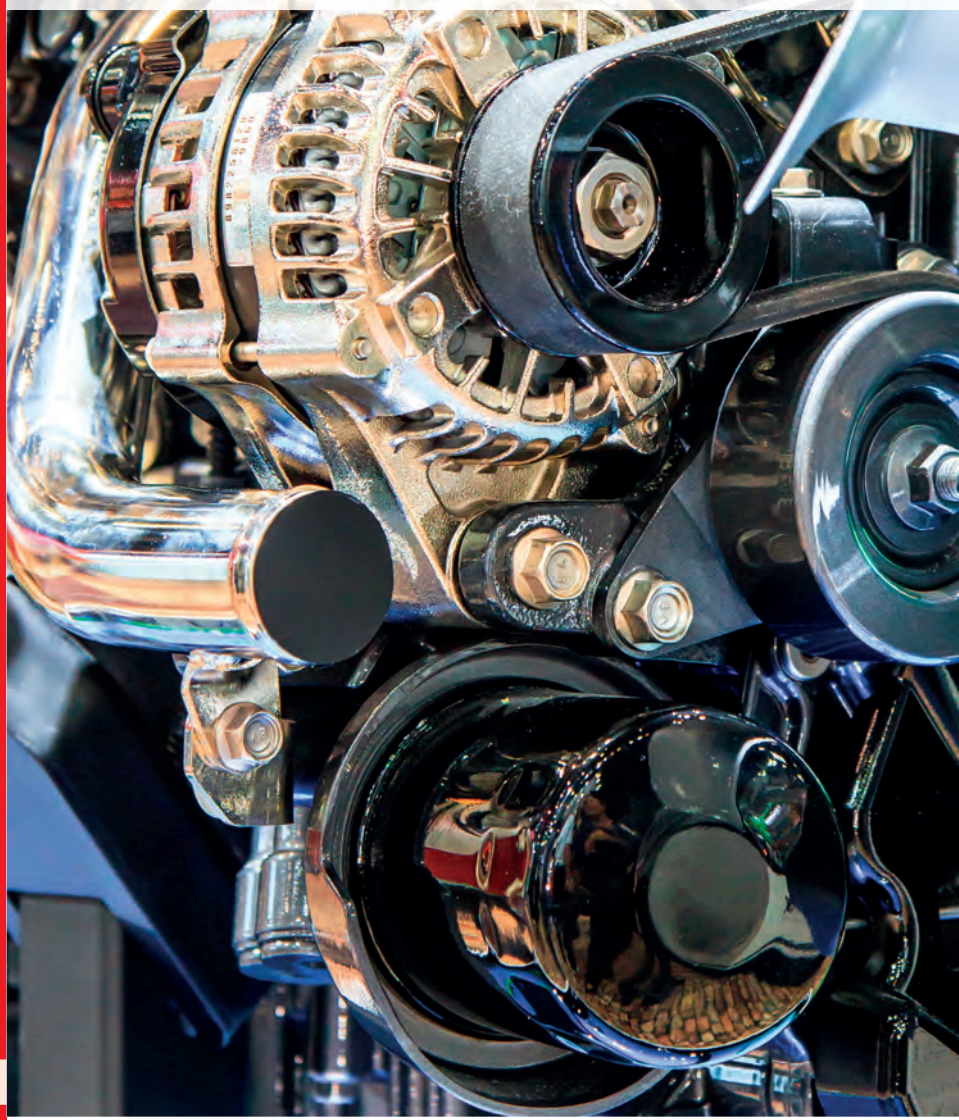
4·· ¿Qué entiendes por elementos fijos del motor? ¿Y por móviles? Enumera algunos.

En esta unidad aprenderás a...

- Clasificar los motores más habituales en automoción.
- Distinguir las partes del motor alternativo.
- Identificar cada elemento constructivo del motor y comprender su misión.
- Diferenciar entre elementos fijos, mecanismos y circuitos auxiliares del motor.

Unidad 1

El motor térmico. Clasificación y elementos constructivos



Preguntas iniciales

1·· Enumera los tipos de motores que conozcas.

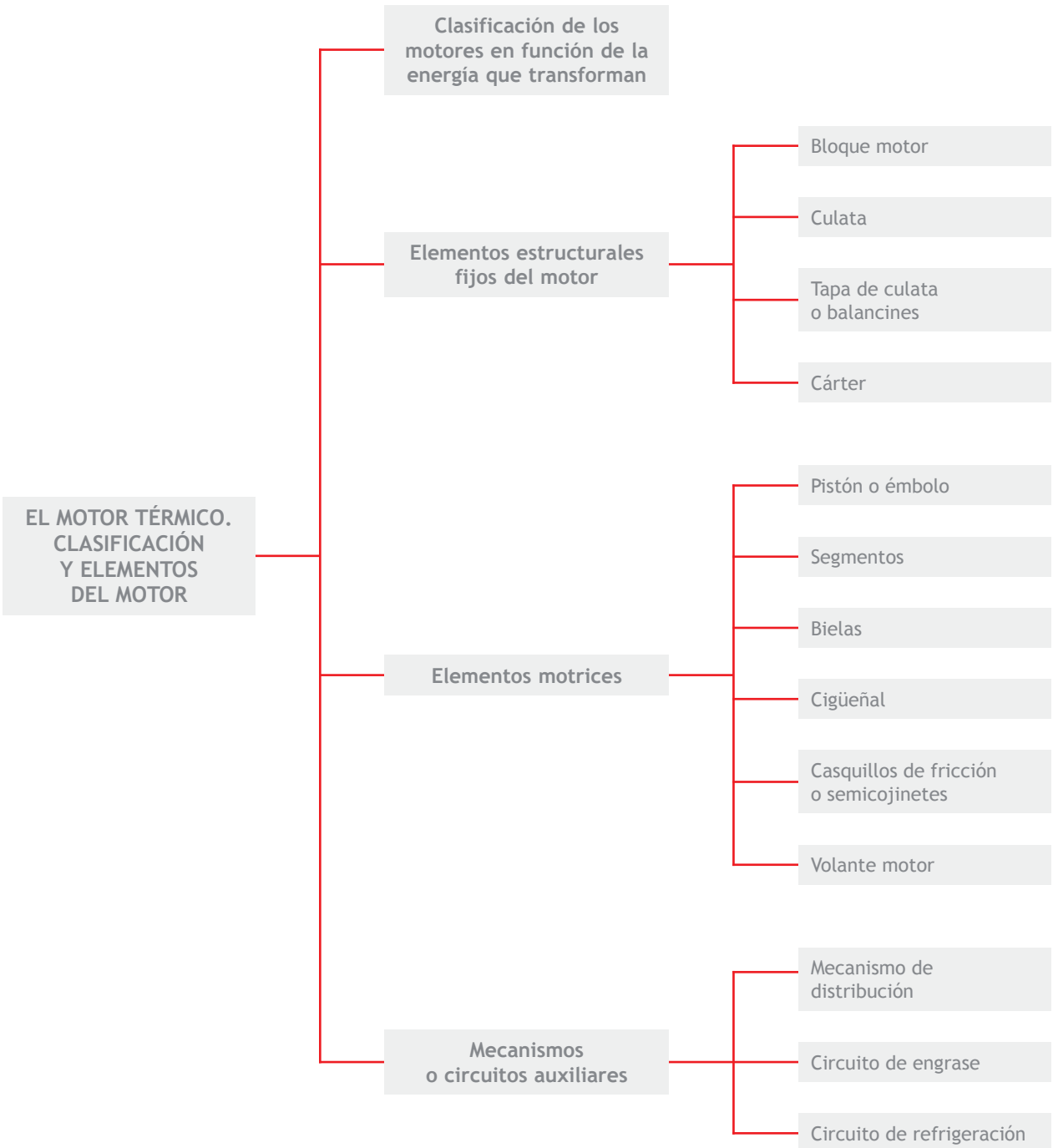
2·· ¿Qué materiales se usan en la fabricación de los motores?

3·· ¿Qué función tiene la distribución del motor?

4·· ¿Qué entiendes por elementos fijos del motor? ¿Y por móviles? Enumera algunos.

En esta unidad aprenderás a...

- Clasificar los motores más habituales en automoción.
- Distinguir las partes del motor alternativo.
- Identificar cada elemento constructivo del motor y comprender su misión.
- Diferenciar entre elementos fijos, mecanismos y circuitos auxiliares del motor.



Para el proyecto final

- Podrás clasificar el motor mediante un simple vistazo para saber lo que te vas a encontrar en la reparación posterior.
- Observarás los distintos materiales de los que está compuesto el motor.
- Identificarás los diferentes elementos constructivos del motor.

1 >> Clasificación de los motores en función de la energía que transforman

Un **motor** es toda máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en energía mecánica.

La energía mecánica obtenida a través de los motores se puede aprovechar de muchas maneras, entre ellas, en la propulsión de los vehículos. Los motores se pueden clasificar dependiendo del tipo de energía que transforman en energía mecánica. Las energías más utilizadas son:

- Energía química
- Energía mecánica
- Energía eléctrica
- Energía térmica

→ ENERGÍA MECÁNICA

Motor híbrido

Es la combinación de dos o más motores diferentes, generalmente un motor eléctrico y otro térmico.

De todas las máquinas motoras que existen en la actualidad, las que mayor interés tienen para las aplicaciones en automoción son aquellas que transforman las energías térmica (en realidad proviniente de la energía química) y eléctrica en energía mecánica. En este texto se desarrollan principalmente los motores alternativos de combustión interna, por ser los mayoritarios en automoción. Son los denominados motores de gasolina (otto) y motores diésel alternativos.

MOTORES VOLUMÉTRICOS DE COMBUSTIÓN INTERNA
- Rotativo
- Alternativo de pistones
  - Otto
  - Diésel

Ejemplos 1

Los motores según la energía que transforman

A continuación se relacionan una serie de máquinas que transforman energía:

- Motor de gasolina o diésel: transforma energía química del combustible en energía térmica y esta a su vez se transforma en mecánica (movimiento del eje).
- Motor eléctrico: transforma energía eléctrica en mecánica (movimiento del eje).
- Molino de viento: transforma la energía mecánica o cinética del viento en energía mecánica en el eje, que, a su vez, se suele transformar en eléctrica.
- Central termosolar: transforma energía térmica del sol en energía mecánica y esta usualmente se transforma a su vez en electricidad.

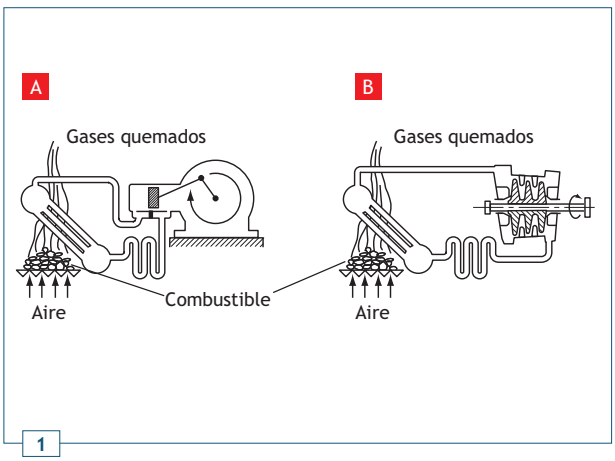
2 >> Motores térmicos de combustión

Los **motores térmicos** queman combustible para aprovechar la energía liberada en forma de calor y transformarla en energía mecánica o movimiento.

Debido al auge de los vehículos, al desarrollo industrial del siglo xx y al gran número de aplicaciones diferentes para las que pueden ser usados, hay una gran diversidad de motores térmicos. Todos estos tipos de motores se pueden incluir en dos grandes grupos:

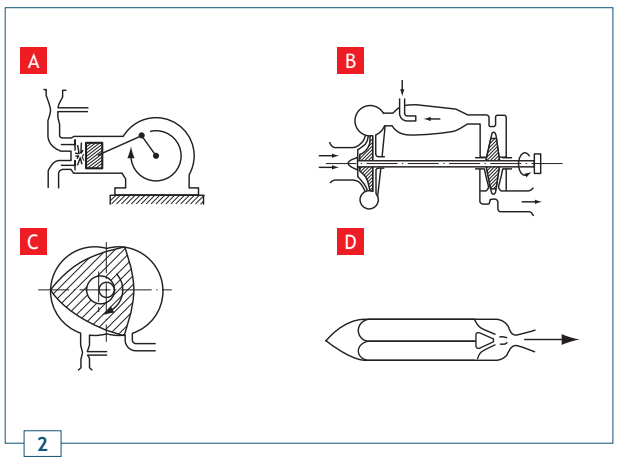
– Motores de combustión externa.
– Motores de combustión interna.

A Motor alternativo
B Turbina
C Motor rotativo
D Motor cohete



1

Motores de combustión externa: alternativo de vapor y turbina de vapor.



2

Motores de combustión interna: alternativo, rotativo, turbina de gas y motor cohete.

Existen diversos tipos de motores térmicos, pero en este texto se tratarán principalmente los volumétricos de combustión interna.

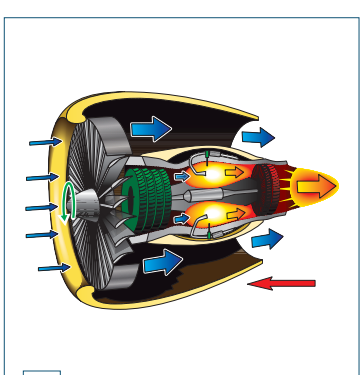
Motores de combustión interna (MCI)

En los **motores de combustión interna** el fluido que realiza el trabajo es el mismo que experimenta la combustión.

Hay un gran variedad de motores de esta clase, pero se pueden clasificar en dos grupos:

– Motores de flujo continuo: reactores.
– Motores volumétricos de combustión interna.

En estos motores, el fluido que realiza el trabajo está compuesto por los productos de la reacción de combustión, que pueden ser: aire (el sobrante de la reacción en su caso), CO_2, H_2O, CO, NO_2, NO, HC, etc. Lo ideal sería tener únicamente CO_2, H_2O y, en su caso, aire sobrante. El calor desprendido de la reacción es un producto de esta, pero para nada es un fluido, por lo que el calor no produce el trabajo. El calor eleva la temperatura y presión de los fluidos (los productos de la reacción) y estos son los que realizan el trabajo.


3

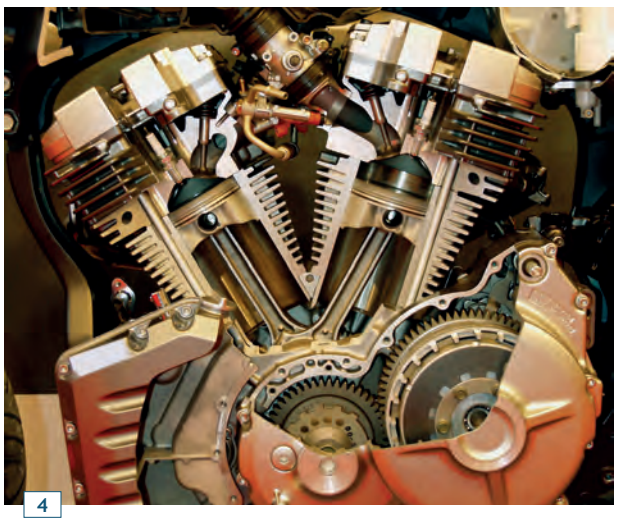
Motor de flujo continuo (no es alternativo ni volumétrico).

Motores volumétricos de combustión interna

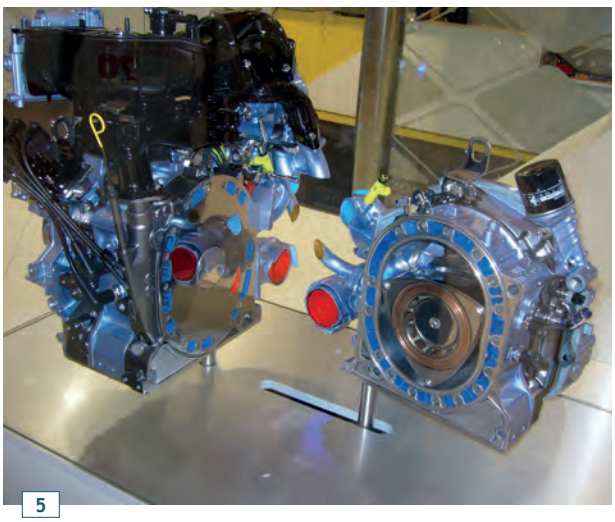
En los **motores volumétricos de combustión interna**, el trabajo es realizado por un fluido que actúa sobre elementos móviles que ocupan un volumen variable, siempre acotado por un valor máximo y otro mínimo.

Existen dos grandes grupos:

- **Motores alternativos:** el pistón se mueve linealmente en el interior de un cilindro y transforma su movimiento lineal en rotativo mediante un mecanismo biela-manivela (figura 4). Son los mayoritarios en automoción y los que más se desarrollan en este texto.
- **Motores rotativos:** tienen órganos principales con movimiento rotatorio y sin cambio en el sentido del mismo (figura 5).



4 Motor alternativo.



5 Motor rotativo.

Las ventajas e inconvenientes de los motores rotativos, frente a los alternativos, se resumen en la siguiente tabla:

Ventajas de los rotativos	Inconvenientes de los rotativos
- Tamaño reducido para igual potencia. - Producen menos vibraciones. - No hay cambios en el sentido de giro, por lo que los esfuerzos mecánicos son menores.	- Problemas para controlar las emisiones de escape. - Elevados costes de producción. - Problemas de estanqueidad que derivan en un elevado mantenimiento. - Elevado consumo de aceite.

Actividades

1·· ¿Conoces algún automóvil actual que funcione con motor rotativo?

2·· Averigua los datos técnicos del motor de tu vehículo o del de alguien cercano. Te serán útiles para clasificar el motor. Te puedes ayudar de la ficha técnica usada en las inspecciones ITV.

3 >> Motores alternativos de combustión interna

Los **motores alternativos** son los motores de combustión interna con más aplicaciones debido a que son muy versátiles, abarcan potencias desde 0,1 kW a 32 MW, tienen un rendimiento bastante aceptable y pueden usar combustibles de alto poder calorífico.

Este tipo de motores son los más importantes en automoción, fundamentalmente porque usan combustibles líquidos con alto poder calorífico, lo que les otorga una gran autonomía.

Su uso está muy generalizado. Aunque se usan en automoción, también se les da otros múltiples usos, como muestra la siguiente tabla:

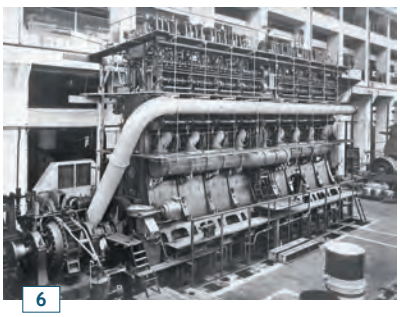
Automoción	Otros usos
- Transporte por carretera. - Maquinaria agrícola y de obras. - Trenes y barcos. - Pequeños aviones.	- Generación de energía eléctrica. - Accionamiento industrial: bombas, compresores, cintas transportadoras, etc.

Autonomía

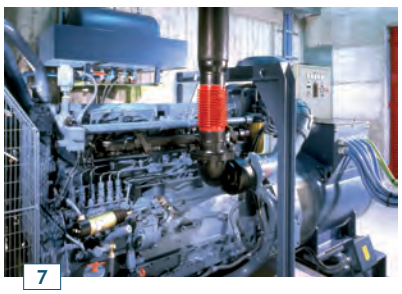
Es la distancia o tiempo que un vehículo puede estar funcionando sin repostar.

Poder calorífico

Es la energía liberada por unidad de masa.



6 Motor de barco.



7 Motor de combustión interna alternativo para la generación de electricidad.

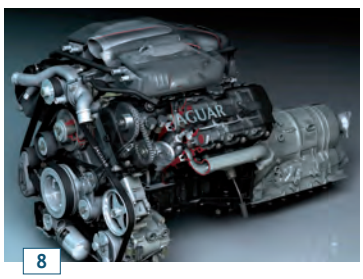
A continuación, vamos a estudiar una gran variedad de máquinas, todas ellas alternativas de combustión interna, pero que tienen particularidades importantes.

Se presentan clasificadas en función de distintos criterios.

3.1 > Clasificación según el proceso de combustión

Hay, principalmente, dos formas de provocar la combustión en los motores de combustión interna alternativos:

– **Motores de encendido provocado (MEP) o motores otto:** son motores donde al final de la compresión se tiene una mezcla de aire y combustible, y donde el proceso de combustión se inicia por una causa externa (generalmente una chispa), y se propaga por un frente de llama a toda la cámara de combustión.
– **Motores de encendido por compresión (MEC) o motores diésel:** el fluido introducido, generalmente aire, tras ser fuertemente comprimido alcanza ciertas condiciones de presión y temperatura, para que, cuando se inyecte el combustible, este se autoinflame.



8 Motor de ciclo otto.

9 Motor de ciclo diésel.

3.2 > Clasificación según el número de carreras en el ciclo de trabajo

Los ciclos termodinámicos en motores de combustión interna alternativos otto y diésel se pueden realizar en dos o en cuatro carreras del pistón.

Motores alternativos de cuatro tiempos

Los **motores alternativos de cuatro tiempos** realizan un ciclo de trabajo por cada cuatro carreras del pistón y, por tanto, cada dos revoluciones o vueltas del cigüeñal.

Durante las cuatro carreras del cilindro, el motor realiza el siguiente proceso:

- Primer tiempo o **admisión**.
- Segundo tiempo o **compresión**.
- Tercer tiempo o **expansión**.
- Cuarto tiempo o **escape**.

rpm

Revoluciones por minuto.

rps

Revoluciones por segundo.

Motores alternativos de dos tiempos

En los **motores alternativos de dos tiempos**, el ciclo de trabajo se realiza cada dos carreras del pistón y, por tanto, en una revolución o vuelta de cigüeñal.

Equivalencias entre rpm y hertzios

60 rpm = 1 rps = 1 Hz

Su uso se justifica **en motores de pequeña potencia** por su sencillez constructiva y, por tanto, por su valor más económico. Estos motores suelen ser de **ciclo otto**.

En cambio, la configuración típica para **grandes potencias** es como la del **motor diésel** de dos tiempos trabajando a bajas revoluciones. Esta solución se adopta debido a que el peso de un motor de igual potencia de cuatro tiempos sería muy elevado. La complejidad de estos motores, parece a priori, que debería ser menor por el hecho de ser de dos tiempos, pero la realidad es que debido a la gran potencia que pueden desarrollar y a su posible tamaño, estos motores pueden ser muy complejos, incluso más que los de cuatro tiempos. Es muy habitual que en estos motores existan válvulas (no necesariamente de admisión y escape), lo que implica algún sistema de distribución. También es habitual que dispongan de compresor.

Ejemplos 2

Motor de dos tiempos frente a cuatro tiempos

Un motor de gasolina de cuatro cilindros desarrolla 70 kW a 4.000 rpm. ¿Cuánta potencia, teóricamente, podría desarrollar el mismo motor si fuera de dos tiempos? ¿Y si el motor de dos tiempos fuera de un solo cilindro?

Un motor de dos tiempos desarrolla, para unas rpm dadas, el doble de ciclos de trabajo que uno de cuatro tiempos. Por lo que el motor de dos tiempos podría desarrollar $74 \cdot 2 = 144$ kW y el motor de un solo cilindro $144/4 = 37$ kW.

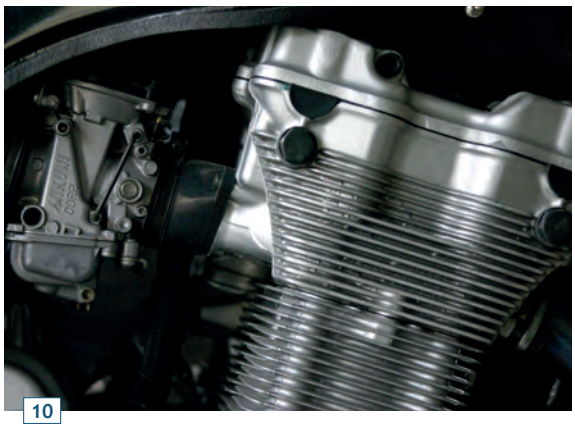
3.3 > Clasificación según el tipo de refrigeración

La **refrigeración de los motores** es necesaria para mantener dentro de unos márgenes aceptables los límites de temperatura de los materiales, el engrase de las piezas y las dilataciones térmicas.

A medida que aumenta la cilindrada del motor, este se calienta más y, por tanto, necesita sistemas más eficientes de disipación del calor.

Atendiendo a este criterio, los motores pueden estar:

– **Refrigerados por líquido:** el calor sobrante se transmite al líquido refrigerante. Este líquido es transportado a través de unas tuberías a un intercambiador de calor o radiador, desde donde se expulsa al exterior.
– **Refrigerados por aire:** se inyecta aire en la superficie exterior del cilindro, o en el bloque. El cilindro es aleteado con el fin de aumentar la superficie de contacto del aire con el metal, y para que el proceso de refrigeración sea más eficiente. La inyección del aire puede ser:
  - **Natural**: por ejemplo, en motocicletas o aviones, debido al movimiento del vehículo.
  - **Forzada**: mediante un ventilador que fuerza el paso de aire.


10
Bloque de motor refrigerado por aire.

Hay que tener en cuenta que un motor con un cilindro de 1.000 cm^3 se calienta más que otro con cuatro cilindros de 250 cm^3, ya que las superficies de intercambio de calor son menores en las versiones de menos cilindros.

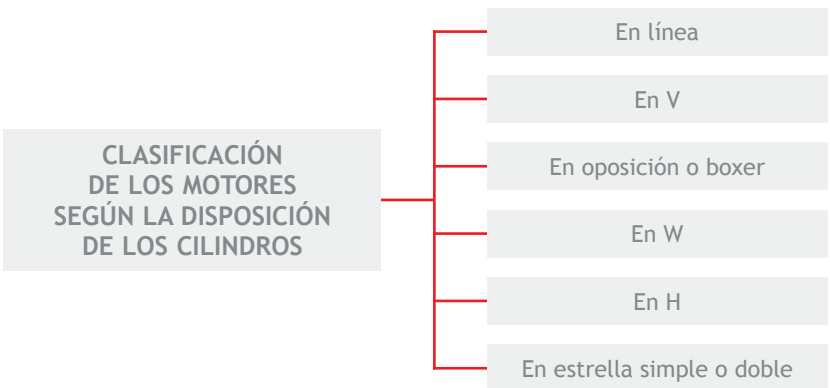
Potencia específica

Se trata de la relación entre la potencia del motor y su peso o volumen. En automoción interesa que sea lo más alta posible, es decir, se trata de conseguir motores muy potentes que pesen y ocupen poco volumen.

Se mide en kW/kg o en kW/litro.

3.4 > Clasificación según el número y disposición de los cilindros

Los motores policilíndricos, es decir, aquellos que tienen más de un cilindro, también se pueden clasificar en función de las diferentes disposiciones de esos cilindros.



Los motores en línea no pueden ser muy largos, y están limitados por la longitud máxima del motor, y por problemas asociados a vibraciones torsionales. Los motores más usados en automoción son los motores en línea, motores en V y horizontales opuestos (boxer).

Torsión

Esfuerzo que aparece en un eje, cuando se intenta girar un extremo con respecto al otro.

3.5 > Clasificación según el tipo de combustible utilizado

Líquido refrigerante

No es adecuado decir que un motor está refrigerado por agua, pues el líquido de refrigeración de todos los motores está compuesto de varias sustancias, y, por supuesto, tiene mejores propiedades que el agua.

En función del combustible consumido, los motores pueden ser:

- **Motores de combustible gaseoso:** en estos motores, el combustible quemado es un gas. La ventaja principal de estos motores es que contaminan menos, debido a que la mezcla es homogénea, y a que usan combustibles muy puros. Los gases más utilizados son: propano, butano, GLP, biodiésel y GNC.
- **Motores de combustible líquido:** el combustible líquido tiene la ventaja de que se almacena en menor volumen y tiene un alto poder calorífico. La facilidad de almacenamiento para obtener un alto poder calorífico, por unidad de volumen, hace que estos combustibles sean los más usados. Los combustibles líquidos cuyo uso está más extendido son: la gasolina, el gasóleo, el queroseno, el etanol y el fuel oil pesado.

De especial interés, debido a los problemas con el **efecto invernadero**, son los biocombustibles, los cuales se obtienen de diferentes productos vegetales, como caña de azúcar, remolacha, maíz, colza, girasol, etc. Estos combustibles tienen menor poder calorífico, pero son menos contaminantes que los procedentes del petróleo.

3.6 > Clasificación según la presión de admisión

Por último, los motores alternativos pueden clasificarse en función de la presión de admisión del aire aspirado:

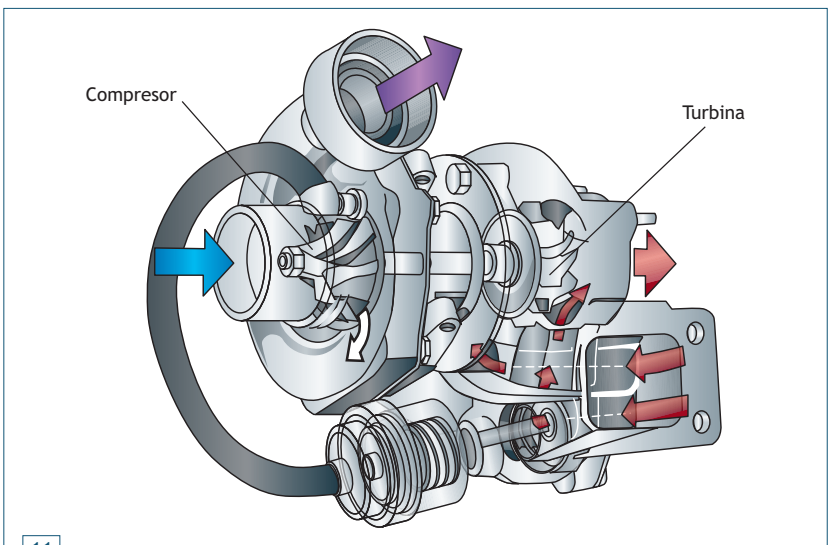
- **De aspiración natural o atmosférica:** la presión en el colector de admisión es la atmosférica o aún menor, debido a la estrangulación que se produce para la regulación de la carga.
- **Sobrealimentado:** la presión en el colector de admisión es superior a la atmosférica. El aumento de presión se consigue con un compresor. El uso de un turbocompresor (figura 11), que aproveche la energía residual de los gases de escape, mejora el rendimiento global del motor, por lo que su uso está muy extendido.

GLP

Gas licuado del petróleo. Mezcla de propano y butano.

GNC

Gas natural comprimido.



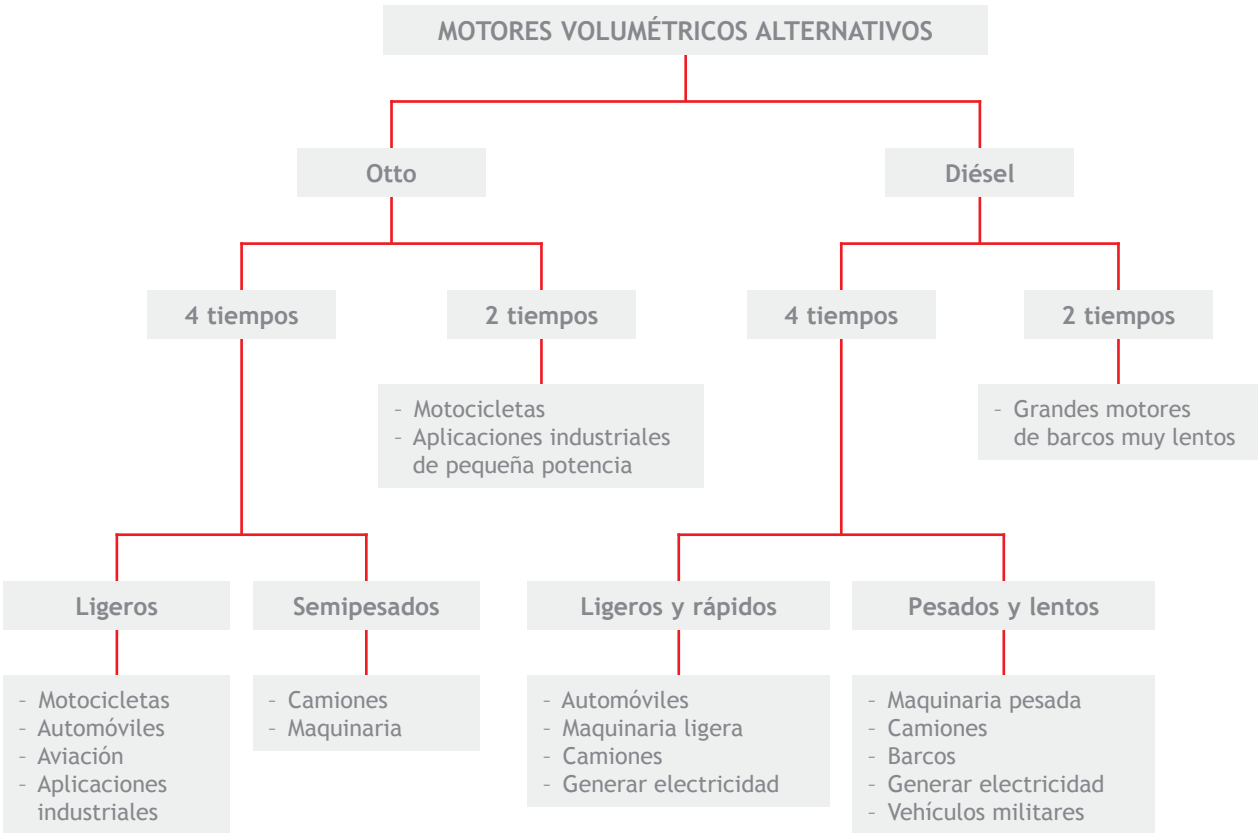
11 Turbocompresor.

Residuo de motores de hidrógeno

La combustión del hidrógeno genera agua como residuo principal.

3.7 > Clasificación de los motores alternativos según el uso

El diseño de los motores depende fundamentalmente del uso al que vayan dirigidos. Aunque a simple vista son muy similares, no es así y, en función de la aplicación a la que vayan destinados, se pueden clasificar de la siguiente forma:



Casos prácticos 1

¿Qué tipo de motor es?

Según los aspectos que conozcas, clasifica el motor del siguiente vehículo:

Mazda 323F tipo BJ, código motor D/RF de 101 CV.

Solución

Después de consultar la información necesaria y partiendo de lo que sabemos, las características del motor son las siguientes:

- Este motor transforma la energía química en mecánica.
- Se trata de un motor volumétrico de combustión interna alternativo.
- Es un motor de encendido por compresión (diésel).
- Se trata de un motor ligero de cuatro tiempos refrigerado por líquido.
- La disposición de los cilindros es en línea.
- Está sobrealimentado con un turbocompresor.

4 >> Clasificación de los elementos constructivos del motor

En los vehículos actuales, los elementos constructivos de los motores siguen siendo los mismos que antaño, aunque se han modificado sus formas constructivas, sus materiales, la tecnología de fabricación, etc.

La clasificación de los elementos constructivos del motor es la siguiente:

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL MOTOR

Elementos estructurales o fijos

- Bloque motor
- Culata
- Tapa de balancines
- Cárter

Elementos motrices

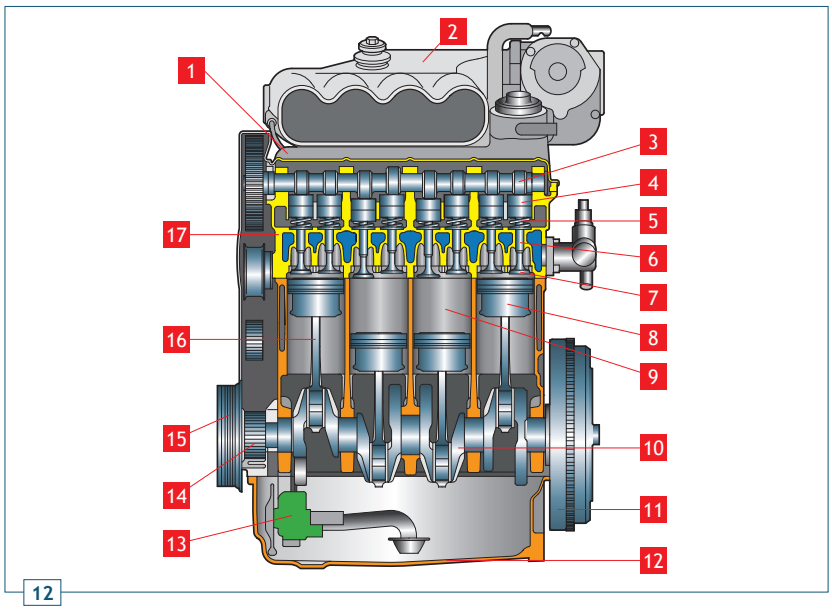
- Pistones
- Segmentos
- Bulones
- Bielas
- Cigüeñal
- Casquillos de bancada
- Casquillos de biela
- Volante motor

Mecanismos o circuitos auxiliares

- Distribución
- Circuito de engrase
- Circuito de refrigeración

Los **elementos motrices** (figura 12) transforman un movimiento lineal alternativo del pistón en uno rotatorio en el cigüeñal. La **distribución** se encarga de abrir y cerrar los conductos de entrada de gases frescos y salida de gases quemados. El motor además debe ser lubricado por un **circuito de engrase** para evitar daños y pérdidas energéticas por rozamientos y también debe ser refrigerado por un **circuito de refrigeración** para que no se produzcan daños por excesos de temperaturas.

1. Tapa de balancines
2. Colector de admisión
3. Árbol de levas
4. Taqué
5. Muelle
6. Guía de válvula
7. Válvula
8. Pistón
9. Cilindro
10. Cigüeñal
11. Volante motor
12. Cárter
13. Bomba de aceite
14. Distribución
15. Polea
16. Biela
17. Culata



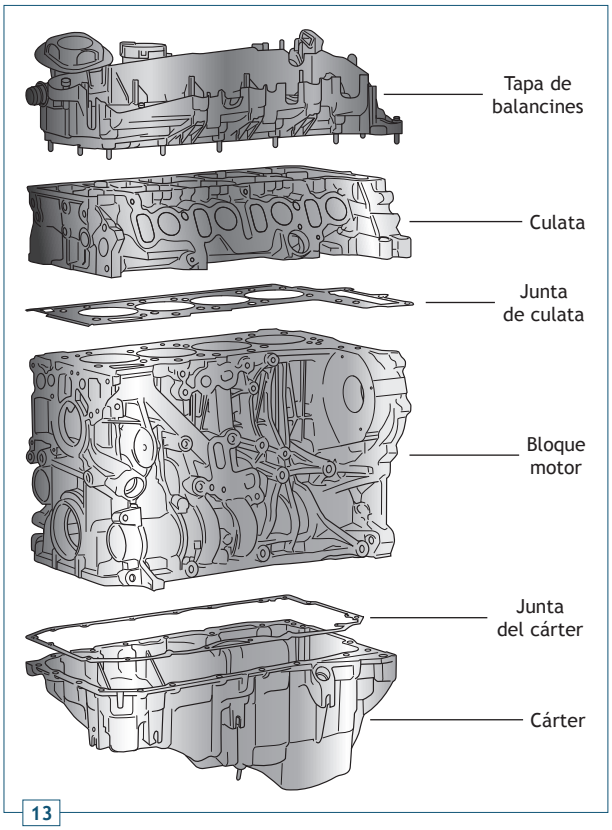
12

Sección de un motor. Fuente: VOLKSWAGEN.

5 >> Elementos estructurales o fijos del motor

Los **elementos estructurales o fijos del motor** son piezas que sirven de alojamiento, soporte y guiado a las partes motrices del motor.

Los elementos fijos del motor son (figura 13): el bloque motor, la culata, el cárter y la tapa de balancines o de culata.



13
Elementos estructurales o fijos y motrices.

5.1 > Bloque motor

El bloque motor (figura 14) es la pieza más importante del motor. Va anclado a la carrocería a través de *silentblocks* que proporcionan una unión elástica que se encarga de absorber las vibraciones del motor para que no se transmitan a la carrocería y a sus ocupantes.

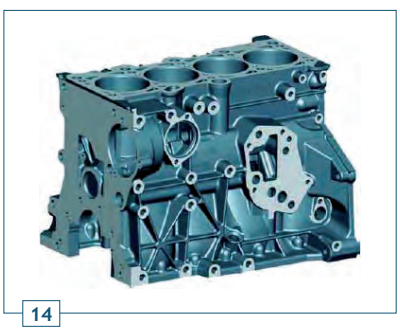
El bloque tiene practicados unos orificios, llamados **cilindros,** donde se alojan, guían y desplazan los pistones con un movimiento alternativo. Los cilindros tienen varias utilidades:

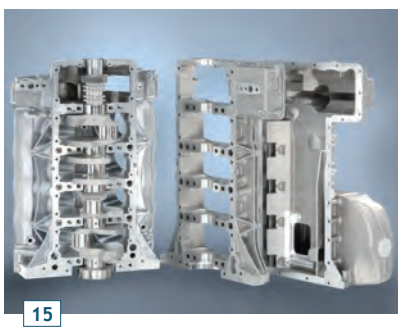
– Recipiente para contener la mezcla aire-combustible que se va a quemar.
– Cámara de expansión de dicha mezcla.

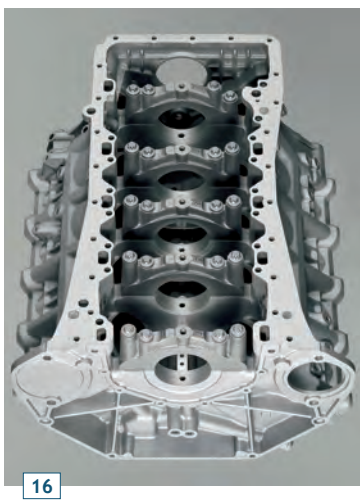
Sobre la parte superior del bloque se practica una cara totalmente plana sobre la que se asienta la **culata** con interposición de la junta de culata, para conseguir la estanqueidad entre ambas piezas. La unión de estas dos piezas, a través de tornillos de culata, debe ser muy resistente debido a que deben soportar grandes esfuerzos producidos por la combustión.

Sobre la parte inferior se mecaniza la bancada, donde se aloja el **cigüeñal** con interposición de unos casquillos de fricción. Esta bancada puede ser de sombreretes independientes, en los bloques de función (figura 16), o de una tapa de bancada o semicárter que es más rígido, sobre todo en los bloques de aleación de aluminio (figura 15).

El cigüeñal es la pieza que recibe el movimiento alternativo de los pistones a través de las bielas y que gira para transmitir el movimiento.


14
Bloque motor.


15
Bloque con semicárter de bancada.


16
Bloque con sombreretes independientes de bancada.

Además, el bloque sirve para:

- Anclar diferentes mecanismos o circuitos auxiliares como la distribución, la refrigeración, el engrase, etc.
- Conducir los fluidos de los circuitos de refrigeración y engrase a los lugares donde se necesiten a través de unos orificios mecanizados.
- Atornillar la caja de cambios.

Características de los bloques

Deben tener las siguientes características para un funcionamiento correcto:

- Alta rigidez o resistencia estructural.
- Gran resistencia al desgaste.
- Buena capacidad de evacuación del calor.

Tipos de bloques

Los bloques se clasifican atendiendo a la forma de fabricar los cilindros:

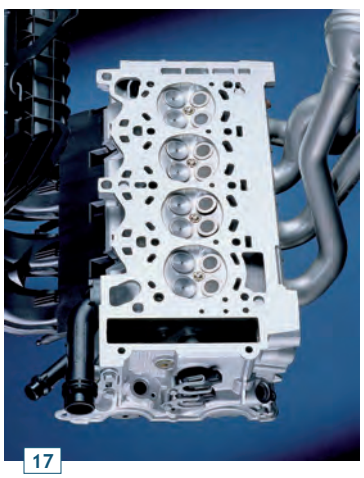
- **Bloques con camisas integrales:** las camisas se mecanizan directamente en el bloque.
- **Bloques con camisas secas:** las camisas son postizas y se meten a presión en el bloque. La camisa no tiene contacto directo con el circuito de refrigeración.
- **Bloques con camisas húmedas:** las camisas también son postizas, no van a presión y tienen contacto directo con el sistema de refrigeración.

Materiales

Los bloques suelen estar fabricados en fundición de hierro, también llamada fundición gris, o en aleación ligera de aluminio, siendo estos últimos más ligeros, con mayor disipación térmica y menos resistentes.

5.2 > Culata

La **culata** es la pieza que cierra el bloque por su parte superior. La culata y el bloque van unidos por sus superficies perfectamente planas con interposición de una junta, llamada junta de culata, que se caracteriza por su diseño tecnológico. Están unidos por unos pernos roscados que aseguran la estanqueidad entre culata y bloque.



17 Culata.

La culata (figura 17) es un elemento muy costoso de fabricar. En su diseño y fabricación hay que tener en cuenta que en su interior debe alojar:

- Las cámaras donde se realiza la combustión.
- Parte de los colectores de admisión y de los colectores de escape con sus respectivas válvulas, balancines, taqués, árboles de levas y demás elementos de la distribución.
- Conductos para el paso del líquido refrigerante y lubricante.
- Bujías de encendido o bujías de precalentamiento.
- Inyectores.
- Orificios para los tornillos de culata y diferentes espárragos.
- Varias zonas planas para el acoplamiento a otros elementos.

La culata, junto con su junta de estanqueidad, son los elementos que con más frecuencia provocan averías debido a los esfuerzos que tienen que soportar causados por las elevadas presiones y temperaturas que soportan.

Tipos de culatas

Existen culatas para motores diésel y para motores de gasolina, siendo la principal diferencia entre ellas la forma que tiene la cámara:

– En los motores diésel, la culata suele ser plana, quedando la cámara practicada en el pistón o en una precámara que comunica con el cilindro a través de un pequeño orificio.
– En los motores de gasolina, la cámara suele estar practicada en la culata, existiendo distintas formas, como la de bañera, cuña, hemisféricas, Heron, etc.

Materiales

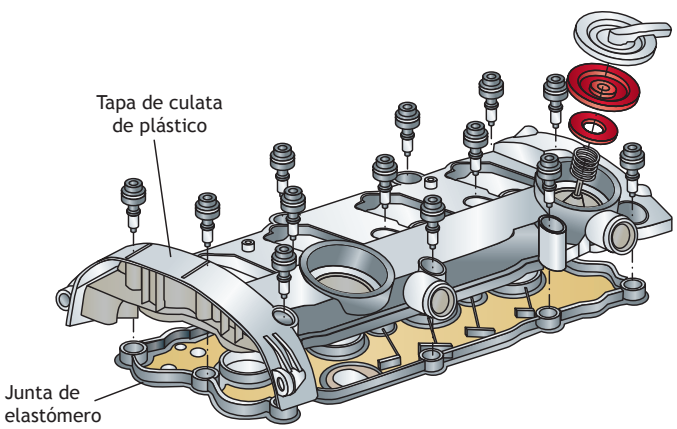
Los materiales de fabricación son el hierro fundido y las aleaciones de aluminio, como en los bloques, siendo las más usadas, con diferencia, las de aleación de aluminio, sobre todo por su mejor disipación térmica.

5.3 > Tapa de culata o de balancines

La **tapa de culata o de balancines** es la que se encarga de hacer el cierre estanco de la parte alta de la culata.

La tapa de culata (figura 18) da acceso a elementos de distribución para su reparación y mantenimiento, como árboles de levas, taqués, balancines, etc.

Se encarga de estanqueizar el aceite y sus vapores, condensándolos y volviéndolos líquidos otra vez para que caigan por gravedad a través del motor. Para lograr dicha estanqueidad se interpone entre esta y la culata la junta de la tapa de balancines.



18

Tapa de culata o balancines.

5.4 > Cárter

El **cárter** es la tapa que cierra el bloque motor por su parte inferior de forma estanca. Tiene la misión de hacer de depósito de aceite, refrigerándolo ligeramente. Alberga el tapón de vaciado para realizar el cambio de aceite y puede alojar sensores de temperatura, nivel de aceite, etc.

Para lograr la estanqueidad entre bloque y cárter se interpone una junta de elastómeros, papel o cordón líquido de poliuretano o silicona.

El cárter se puede fabricar con distintos materiales, como pueden ser:

– Chapa estampada. Se abolla al ser golpeada sin sufrir pérdidas de aceite.
– Aleación de aluminio. Pesa poco, es más frágil y refrigera mucho más.

Se recurre muchas veces a una solución intermedia. En este caso, el cárter se compone de dos piezas (figura 19): la superior de aluminio para refrigerar y la inferior de chapa para evitar las fugas de aceite por impactos.

Práctica 1

19
Cárter mixto.

Casos prácticos 2

Identificación visual de elementos del motor

Luis tiene que extraer un motor del vehículo que está en el taller. Lo colocará sobre un soporte de motor, pero sin desmontar los elementos que lo componen. ¿Qué elementos del motor puede identificar Luis?

Solución

Luis observará el motor montado, lo que le permite ver al completo los elementos estructurales o fijos de este, como son: la tapa de balancines (a), la culata (b), el bloque (c) y el cárter (d). De los elementos motrices solo podrá observar el volante motor (e), si está sin la caja de cambios, o a través de algún orificio de esta, si está montada. Y, por último, podrá ver la carcasa (f) que tapa la distribución (g) pero no verá esta. También podrá observar las salidas (h) y entradas del circuito de refrigeración, junto con la bomba de agua en algunos modelos, y verá el filtro (i) y la varilla de nivel de aceite (j) del circuito de engrase.

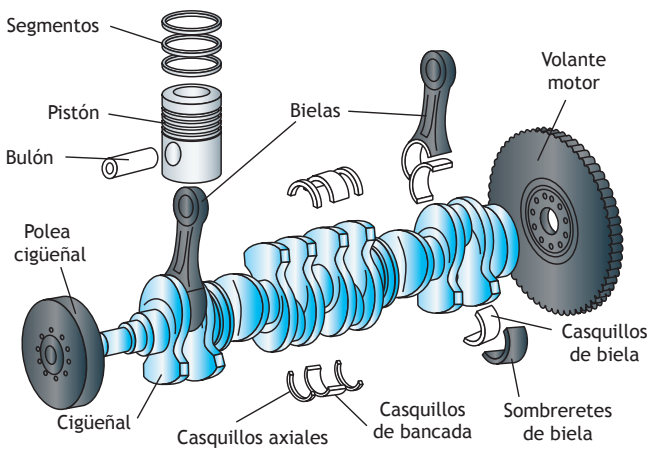
Actividades

3·· Nombra los materiales que se utilizan en la fabricación de los cárteres de motor. Comenta las cualidades e inconvenientes de cada uno de ellos y di cuál es mejor en diferentes casos.

6 >> Tren alternativo

El **tren alternativo** está formado por los elementos móviles del motor. Son los encargados de transformar la energía química del combustible en energía mecánica.

Las piezas del tren alternativo (figura 20) son: el pistón, los segmentos, el bulón, la biela, los casquillos, el cigüeñal y el volante motor.



20
Tren alternativo del motor.

El movimiento lineal alternativo del pistón se transforma en movimiento de rotación del cigüeñal. Este movimiento es el que posteriormente se va a aprovechar y extraer del motor.

6.1 > Pistón o émbolo

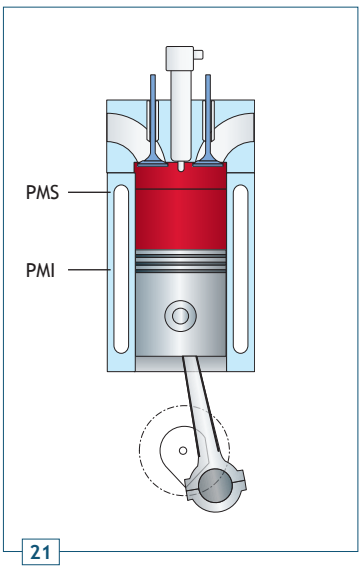
El **pistón** es el elemento del motor que se desplaza dentro del cilindro con movimiento lineal alternativo, sirviéndole el cilindro como guía.

Sobre la cabeza del pistón se produce la combustión o fuerza de expansión de los gases. Esta fuerza empuja el pistón hacia abajo en su carrera descendente y, a su vez, el pistón transmite el movimiento a la biela, a través del bulón, y la biela al cigüeñal. La subida se produce gracias a la energía almacenada en el volante de inercia.

Características de los pistones

El pistón es una pieza del motor sometida a ciertas condiciones:

- Presiones muy elevadas.
- Inercias de aceleraciones y desaceleraciones al pasar de los puntos muertos (PMS y PMI), lugar donde la velocidad es cero, al punto donde la velocidad es máxima, y viceversa.
- Variaciones de temperaturas muy bruscas.



21
Movimiento visto axialmente.

PMS

Punto muerto superior.

PMI

Punto muerto inferior.

Velocidad media del pistón

El pistón sube y baja constantemente, teniendo que parar en sus puntos muertos superior e inferior. De aquí se deduce que la velocidad del pistón no es uniforme; por ello, se calcula su velocidad media. La velocidad media del pistón está en torno a 20 m/s como máximo. El límite se debe a que a muy altas revoluciones hay problemas de lubricación entre cilindro, segmentos y pistón. Mejorando la calidad del aceite se puede aumentar el número de revoluciones máximo.

Velocidad máxima del pistón

La máxima velocidad del pistón se produce cuando el conjunto biela-manivela forma 90 grados (aproximadamente a medio camino entre el PMS y el PMI).

22

Pistón de motor de inyección directa diésel.

Por tanto, las características principales de los pistones deben ser:

- Diseño, materiales y fabricación específicos para cada tipo de motor.
- Resistencia a intensos esfuerzos mecánicos y a elevadas temperaturas.
- Alta conductibilidad térmica y capacidad para disipar bien el calor hacia el circuito de refrigeración.
- Estanqueizar lo mejor posible.
- Tener bajo coeficiente de dilatación para tener una holgura lo más constante posible en el cilindro.
- Elevada capacidad de deslizamiento; sufre rozamientos muy importantes.
- Ser lo más ligero posible para evitar grandes inercias.

Materiales

Los materiales más usados en la fabricación de los pistones son el aluminio y el silicio.

El proceso de fabricación puede ser por fundición en coquilla o el forjado por estampación. Después se mecanizan y son tratados térmica o químicamente en su parte exterior para aumentar más aún su resistencia y capacidad de deslizamiento.

Partes del pistón

Un pistón (figura 22) está constituido por las siguientes partes:

- **Cabeza:** debe tener una conducción térmica muy alta y gran resistencia mecánica. En los motores diésel de inyección directa aloja la cámara de combustión y en los de gasolina los deflectores, que mejoran la homogeneización de la mezcla y la combustión.
- **Zona de segmentos:** es la parte cajeada que aloja los segmentos, tres generalmente. En el cajeado superior, el que más sufre las presiones y temperaturas elevadas, se suele poner un cajeado postizo de fundición.
- **Zona de alojamiento del bulón:** es la zona más robusta y reforzada de este, pues aquí es donde se transmite el movimiento al pie de biela.
- **La falda del pistón:** es la parte inferior del mismo y sirve para hacer el guiado del pistón y evitar el cabeceo. En la falda se suele colocar una serigrafía de grafito y molibdeno para disminuir el rozamiento con el cilindro. La falda suele ser más larga en las zonas transversales al bulón.

6.2 > Segmentos

Los **segmentos** son aros elásticos abiertos, situados en cajeados del pistón, que garantizan la estanqueidad entre el cilindro y el pistón. Son los encargados de transmitir la mayor parte del calor de la combustión recibido por el pistón y cederla al cilindro, donde lo disipa el sistema de refrigeración.

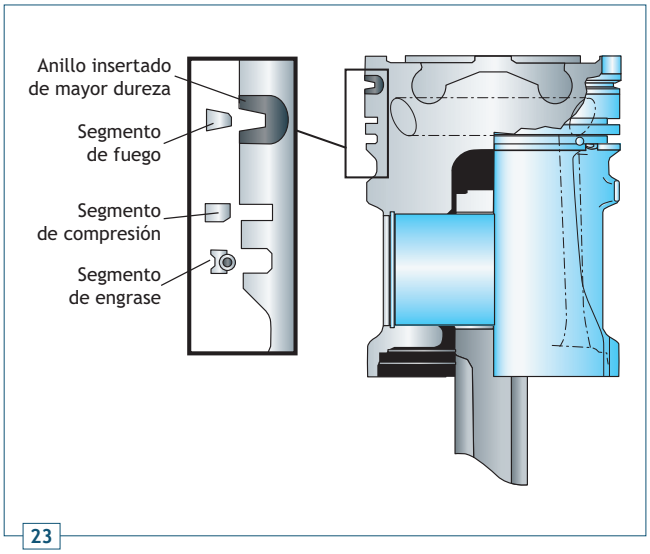
La disipación del calor también se produce gracias al aceite que queda impregnado en el cilindro. Los segmentos arrastran este aceite y lo hacen caer por el interior del pistón y, de ahí, al cárter. El hecho de recoger el aceite evita que este pase a la cámara y se queme, evitando así el consumo excesivo de aceite y logrando una menor contaminación.

Tipos de segmentos

Lo más habitual es encontrar pistones con tres segmentos (figura 23), aunque existen otros con cuatro, como por ejemplo en los vehículos industriales, o incluso con dos, en motores pequeños. La sección de los segmentos varía en función de su posición y sus características.

En el caso de que haya tres segmentos, son los siguientes:

- **Segmento de fuego:** es un segmento de compresión. Va alojado en el mecanizado de la parte superior del pistón. Soporta la combustión directamente y es el que tiene que disipar más calor.
- **Segmento intermedio o de compresión:** tiene como misión reforzar al primer segmento reteniendo la compresión, además de ayudar al siguiente a rascar el aceite que haya quedado y que recogerá este último.
- **Segmento de engrase o rascador:** situado en la parte inferior. Rasca la mayor parte del aceite, lo recoge para que no pase a la cámara de combustión y lo hace pasar, por unos orificios que se practican en su cajeado, a la parte interior del pistón para refrigerarlo. El segmento de engrase suele estar constituido por varias piezas, entre ellas un muelle que asegura el buen contacto con el cilindro.



23
Ubicación de los segmentos.

Esfuerzo de flexión

Esfuerzo que sufre una pieza cuando, estando apoyada en sus extremos, se ejerce una fuerza en el centro.

Materiales

Los segmentos se fabrican por fundición de hierro aleado con otros materiales. Los segmentos de fuego suelen llevar un baño electrolítico cromado.

6.3 > Bulón

El **bulón** es el eje a través del cual se unen el pistón y el pie de la biela. Por él se transmite toda la fuerza de la combustión (figura 24). Se trata de una pieza hueca sometida a esfuerzos cortantes y de flexión.

24
Detalle de la robustez de un bulón.

La unión entre el bulón y el pie de la biela puede ser:

- **De bulón flotante:** permite cierta oscilación de la biela y hay que interponer entre ellos un casquillo de bronce y hacerle llegar lubricación.
- **De bulón fijo:** se fija el bulón al pie de la biela por interferencia o aprieto. En este caso, el diámetro del bulón es ligeramente mayor que el del pie de la biela, y así se consigue su fijación.

Desplazamiento del bulón

La mayoría de los pistones tienen ligeramente desplazado el eje del bulón para hacer los desgastes más uniformes en ambas partes del cilindro. Esto se hace para reducir el campaneo cuando el pistón sube apoyado en una parte del cilindro y baja apoyado en la parte opuesta del mismo.

Materiales

El bulón se suele fabricar de fundición de acero aleado. Posteriormente, se aplica un tratamiento superficial de nitruración o cementación.

6.4 > Bielas

La **biela** es la pieza que transmite la fuerza del pistón al cigüeñal y es clave en la transformación del movimiento lineal alternativo del pistón en un movimiento de rotación del cigüeñal.

25
Bielas con pie trapezoidal.

Características

Está constituida por un cuerpo (figura 25), con sección en forma de H o doble T, que en su extremo superior aloja el pie de biela, orificio donde se aloja el bulón para unirse con el pistón y donde va a recibir el empuje de la combustión.

En su extremo inferior va alojada la cabeza de biela, generalmente con una pieza independiente, llamada sombrerete de biela. Esta pieza puede ir dividida perpendicularmente al eje de la biela, sobre todo en motores pequeños, o de forma oblicua, cuando la anchura de la cabeza de la biela es mayor que el diámetro del cilindro, en motores más grandes.

La unión del sombrerete de biela a la biela propiamente dicha se suele hacer a través de dos pernos roscados de gran calidad. La cabeza de biela lleva alojados los semicojinetes de fricción para evitar el rozamiento directo entre la biela y el cigüeñal. El cuerpo de la biela va aumentando su sección desde la inserción del pie de biela hasta la inserción de la cabeza de forma progresiva.

Bielas con pie trapezoidal

El pie de biela suele ser en la actualidad trapezoidal para aumentar las superficies de trabajo del pistón y de la biela, reduciendo así la presión y, por consiguiente, los esfuerzos mecánicos.

La biela puede llevar un orificio que comunica la cabeza de biela con el pie de biela para hacer llegar aceite a presión, procedente del cigüeñal, hacia el bulón flotante.

En motores pequeños, como en los de motocicletas, las bielas tienen la cabeza en una sola pieza porque el cigüeñal es desmontable y entre medias se coloca un rodamiento de agujas en vez de casquillos de fricción.

Características de las bielas

La biela debe ser robusta pero lo más ligera posible para reducir sus inercias y soportar los esfuerzos mecánicos a los que está sometida:

- **Esfuerzos de tracción:** al admitir la mezcla.
- **Esfuerzos de compresión y flexión:** al transmitir la fuerza de combustión y al hacer la compresión.

Materiales

Se suelen fabricar por fundición de hierro o forjado por estampación de hierro al carbono aleado con otros materiales. Posteriormente, se mecanizan los taladros de engrase y los orificios para el bulón y el cigüeñal.

Lo último es el craqueo de la cabeza de biela, que consiste en fracturar esta para separar el sombrerete. Se realiza en un punto de rotura previsto realizado por un rayo láser.

6.5 > Cigüeñal

El **cigüeñal** es un árbol motriz, donde se albergan tantos codos como cilindros tenga el motor. La fuerza de la combustión que recibe a través de las bielas se convierte en un par que hace girar al cigüeñal.

Características

La forma del cigüeñal (figura 26) depende del número de cilindros, del tipo de motor, del orden de encendido, del número de apoyos en la bancada, etc. Las principales partes del cigüeñal son:

- Muñequillas de bancada o puntos de giro. Son puntos alineados en un mismo eje sobre los que gira el cigüeñal apoyado en la bancada.
- Muñequillas de biela o puntos de giro de las cabezas de biela. Las muñequillas suelen ir desalineadas entre sí, según el tipo de motor.
- Contrapesos para equilibrar el conjunto y evitar vibraciones.
- El plato de amarre en uno de sus extremos donde se atornilla el volante motor o de inercia.
- El chavetero en el otro extremo para fijar el piñón de la distribución y la polea para la correa de accesorios.

El cigüeñal soporta grandes fricciones, por lo que para evitar el desgaste debe ir lubricado a presión. Es una pieza sometida a efectos de torsión y flexión, cada vez que una biela le transmite la fuerza de la combustión y lo hace girar; por ello, debe tener una cierta flexibilidad y soportar también vibraciones e inercias importantes.

El cigüeñal recibe aceite a presión primero en los apoyos de bancada y de ahí el aceite pasa también a presión a las muñequillas de biela a través de unos orificios, que se practican una vez fabricado el cigüeñal. Estos orificios unen las muñequillas de bancada con las de biela para el engrase.

Materiales

Los cigüeñales se fabrican en fundición de hierro aleados con otros materiales. Los más comunes son los forjados por estampación de acero aleado. Posteriormente, se les da un tratamiento superficial que puede ser nitruración, cementación, temple o revenido.

6.6 > Casquillos de fricción o semicojinetes

Los **casquillos de fricción o semicojinetes** (figura 27) son elementos que se interponen entre las muñequillas de bancada del cigüeñal y la bancada propiamente dicha y entre las muñequillas de biela del cigüeñal y las bielas. Su misión es reducir el coeficiente de fricción entre estas piezas y, por consiguiente, eliminar temperaturas elevadas y desgastes.

Existen también los llamados casquillos axiales que se intercalan entre el cigüeñal y la bancada y sirven para limitar el juego axial de este. Algunas veces van incluidos directamente en los casquillos de bancada centrales en una sola pieza.

Par motor

El par es el producto de la fuerza por la distancia.

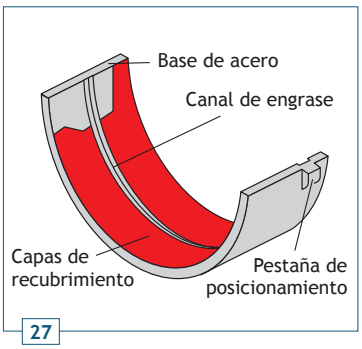
$$M = F \cdot d$$

Cuando aplicamos la fuerza de la combustión sobre la muñequilla del cigüeñal se genera un par. En el motor, la fuerza que recibe el pistón sobre su cabeza varía constantemente y la distancia de aplicación, al girar la muñequilla, también está variando de forma continua. Por ello, el par instantáneo del motor varía también constantemente. Este par es el que luego se va a transmitir a las ruedas para iniciar primero el movimiento y luego mantenerlo.

Número de apoyos del cigüeñal

Actualmente, el número de apoyos del cigüeñal en la bancada en los motores en línea suele ser igual al número de cilindros más uno.

26
Cigüeñal.



27
Semicojinetes.

Características

Las características principales de los casquillos son:

– Alta resistencia a la compresión.
– Reducción de la fricción para evitar el gripaje, la fatiga y el desgaste.
– Tener una alta conductibilidad térmica.
– Permitir la incrustación de partículas sólidas del aceite sin dañar al cigüeñal.

Materiales

Los casquillos están fabricados de un material especial para soportar la fricción. Están construidos por pletina de acero convenientemente curvada al radio necesitado, formando un semicírculo, recubierta interiormente, donde se realiza la fricción, de distintas capas de aleaciones como el estaño, cobre, plomo y aluminio. La pletina de acero tiene una pestaña de posicionado para que los casquillos queden bien alojados y no se giren.

Volantes bimasa

Los volantes más modernos van divididos en dos masas que están unidas entre sí por muelles que se encargan de absorber las aciclidades del motor para que no se pasen a la transmisión.

6.7 > Volante motor

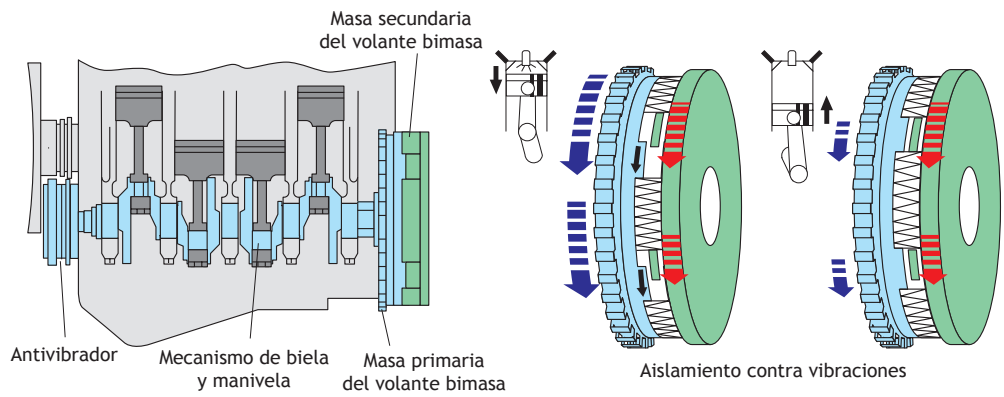
En los motores térmicos alternativos de cuatro tiempos, las combustiones no se suceden uniformemente y existen más carreras que no producen trabajo que las que sí lo producen. Por ello se crean aciclidades del motor que se intentan subsanar con la colocación de un volante motor (figura 28).

El **volante motor** es la pieza encargada de almacenar energía cinética de las carreras de trabajo o motrices y cederla en las carreras no motrices. Para ello tiene que tener una masa importante.

Además tiene la función de alojar en su perímetro exterior una corona colocada por interferencia que engrana el piñón del motor de arranque.

También suele llevar otra corona de dientes almenados para el sensor de revoluciones de motor, empleada en el encendido y la inyección.

Sobre el volante motor se atornilla el conjunto del embrague y lleva una zona mecanizada sobre la cual fricciona el disco de embrague.

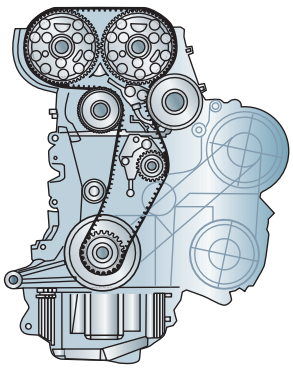


28
Volante motor bimasa y antivibrador.

7 >> Mecanismos y circuitos auxiliares

Entre los mecanismos y circuitos auxiliares se encuentran:

– **Mecanismo de la distribución:** permite sincronizar la entrada de la mezcla que se va a quemar en el motor y la posterior expulsión de los gases quemados. Sin este mecanismo el motor no podría funcionar y, si fallase, produciría roturas importantes al motor, como doblar válvulas.
– **El circuito de engrase:** lubrica y refrigera todas las partes móviles del motor, reduciendo sus rozamientos y, por tanto, sus desgastes. Sin este circuito, se fundiría una biela o se griparía el motor.
– **El circuito de refrigeración:** disipa el calor generado en la combustión y en los rozamientos para evitar dilataciones e incluso fusiones o gripajes de los materiales. Sin este circuito, el motor podría funcionar unos minutos hasta que superase su temperatura de funcionamiento normal y se quemase la junta de culata por exceso de temperatura.



29
Accionamiento por correa de distribución.

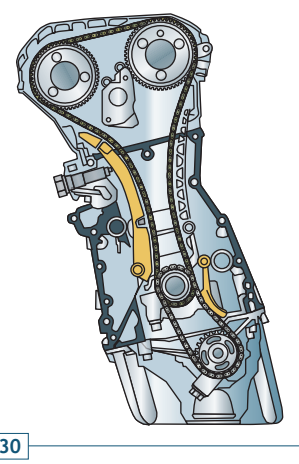
7.1 > Mecanismo de la distribución

El **mecanismo de la distribución** se encarga de abrir y cerrar las válvulas de forma sincronizada para poder efectuar los tiempos de un ciclo del motor.

El mecanismo de la distribución (figura 29) consta de un árbol de levas accionado por el propio cigüeñal, que gira a la mitad de revoluciones que este y que se encarga de abrir y cerrar las válvulas de admisión y escape de una forma totalmente sincronizada. Para ello el sistema utiliza otros elementos como taqués, varillas, balancines, eje de balancines, etc.

El árbol de levas puede estar situado en el bloque o en la culata y el accionamiento de este puede ser desde el cigüeñal por medio de varios sistemas:

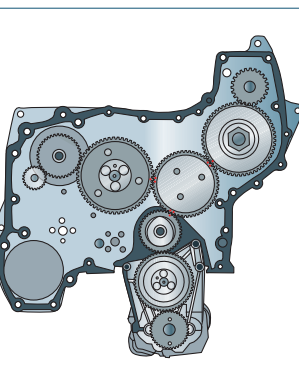
– **Correa de distribución** (figura 29): es muy silenciosa aunque requiere más mantenimiento que los siguientes y debe mantenerse protegida y limpia.
– **Cadena de distribución** (figura 30): es más ruidosa que la anterior. Necesita alguna forma de engrase, debe ir en un cárter totalmente estanco y tiene menos mantenimiento que la anterior.
– **Cascada de engranajes** (figura 31): es el mecanismo más fiable, aunque también el más ruidoso y el que absorbe más potencia. Requiere poco mantenimiento.



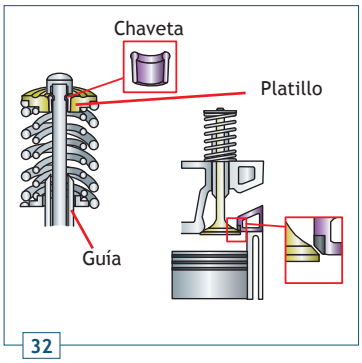
30
Accionamiento por cadena de distribución.

Las **válvulas de admisión** se abren teóricamente en el punto muerto superior (PMS) y se cierran en el punto muerto inferior (PMI). Estas permiten el paso de gases frescos al cilindro en el tiempo de admisión y lo evitan en el resto de los tiempos. El número de válvulas de admisión varía de una a tres válvulas por cilindro.

Las **válvulas de escape** abren teóricamente en el PMI y cierran en el PMS. En la práctica no ocurre así, sino que las válvulas tienen un avance en la apertura y un retraso en el cierre.

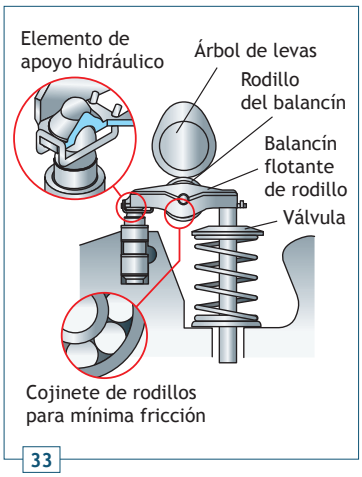


31
Accionamiento por cascada de engranajes.



32

Detalle de una válvula y su alojamiento.



33

Accionamiento de una válvula.

El **árbol de levas** tiene mecanizadas unas levas que, al girar, abren o cierran las válvulas venciendo sus muelles, que van sujetos mediante unos platillos y chavetas (figura 32):

- El cierre de las válvulas se produce al desaparecer la leva.
- La apertura de las válvulas no se suele hacer directamente desde las levas del árbol, sino que se suelen interponer unos taqués y, a veces, unos balancines (figura 33). Si el árbol va en el bloque, al aumentar la distancia se interponen unas varillas entre los taqués y los balancines.

Las válvulas se alojan a presión dentro de unas guías postizas de la culata más duras que esta. A su vez, las válvulas cierran a presión los colectores sobre unos asientos postizos de mayor dureza que el material de la culata.

Características

El árbol de levas está sometido a fuerzas de torsión, a altas revoluciones y al desgaste de sus apoyos y del flanco de sus levas. Los apoyos del árbol en la culata van engrasados a presión. En uno de sus extremos, el árbol lleva una polea para realizar su arrastre desde el cigüeñal y en el otro extremo se puede alojar otra polea para accionar indirectamente la bomba de vacío para el servofreno, una bomba de alta presión, etc.

Las válvulas deben tener alta resistencia mecánica y alta conductividad térmica para transmitir el calor a la culata. Las válvulas están sometidas a:

- Elevadas presiones de combustión.
- Altas temperaturas.
- Corrosión y desgaste, pues tienen mal engrase.
- Deformaciones por golpeteo constante al abrir y cerrar.

Las válvulas están formadas por la cabeza, que hace el cierre de los conductos, y un vástago sobre el que se guía en su movimiento alternativo. En la cabeza llevan mecanizado un asiento con un ángulo de 45°.

Materiales

Los materiales utilizados en el sistema de distribución dependen del elemento en cuestión:

- El **árbol de levas** suele ser de fundición de hierro o de acero forjado, seguido de un tratamiento térmico y/o químico.
- Las **válvulas** son de acero. Las de escape llevan distintas aleaciones porque deben ser mucho más resistentes a la temperatura y disipar mejor el calor. Se pueden hacer de distintos materiales, dependiendo de la solicitación de cada parte de la válvula.
- Los **muelles** están fabricados de acero al carbono aleados con bastante silicio para conseguir una alta elasticidad y baja fatiga con el uso.
- Las **guías** son de fundición de hierro. Deben tener buena conductibilidad térmica y alta resistencia al desgaste.
- Los **asientos de válvulas** son de fundición de hierro pero fuertemente aleados para que soporten el golpeteo constante y disipen el calor.
- Los **taqués** se fabrican de fundición de hierro y llevan un tratamiento de dureza, generalmente térmico.
- Los **balancines** son de fundición o estampados en chapa de acero.

Válvulas huecas

Algunas válvulas de escape van huecas y llevan sodio en su interior, dejando un hueco con aire. A partir de 90 °C, el sodio se licua y se mueve en contra del movimiento alternativo de la válvula. Así, cuando la válvula está cerrada coge el calor de la cabeza y cuando abre lo pasa a la cola para que disipe el calor por la guía.

7.2 > Circuito de engrase

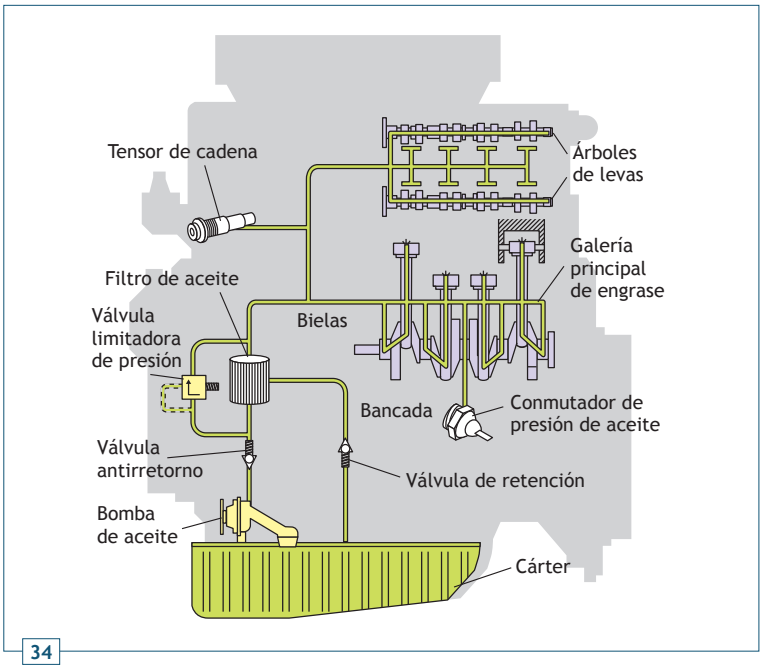
El circuito de engrase se encarga de reducir los rozamientos dentro del motor, disminuyendo los aumentos de temperatura.

Los rozamientos provocados por el desplazamiento y giro de las piezas del motor se pueden limitar de dos maneras:

– Interponiendo piezas de distinto material y bajo coeficiente de fricción. Esta solución no es suficiente.
– Interponiendo una película de lubricante que evita el contacto físico entre metales (figura 34).

El circuito de engrase permite producir menos calor en el motor y garantizar menores pérdidas de energía, consiguiendo así alargar la vida del motor.

Los componentes principales del sistema de engrase del motor son: el depósito o cárter, la bomba, la galería principal de engrase y el filtro.



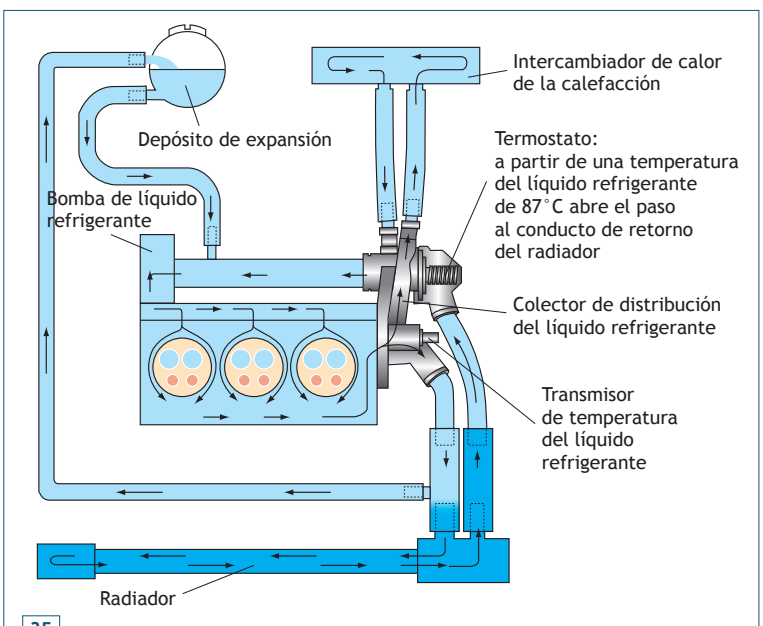
34 Circuito de engrase.

7.3 > Circuito de refrigeración

En el motor se producen combustiones en los cilindros que pueden alcanzar 2.000 °C de temperatura en instantes puntuales. Parte de este calor se utiliza en el tiempo de expansión para empujar el pistón y aportar trabajo, pero el resto del calor se debe evacuar en el escape y el circuito de refrigeración para impedir dilataciones, fricciones elevadas, deformaciones e incluso fusiones de materiales.

El circuito de refrigeración consigue que el motor trabaje con temperaturas reguladas entre 90 y 100 °C para que tenga buen rendimiento y bajos desgastes.

Lo habitual en automoción es la refrigeración por líquido. Este sistema tiene los siguientes componentes principales: radiadores, termostato, bomba y ventilador.



35 Circuito de refrigeración por líquido.

Actividades

4•• Enumera todos los elementos que conozcas de los circuitos de lubricación y refrigeración. Incluye todos los que conozcas aunque no vengan en esta unidad.

Actividades finales

1·· ¿Por qué es más caro un motor diésel que otro de gasolina a igualdad de potencia?

2·· Encuentra motores reales que cumplan las siguientes características:

- Motor alternativo diésel, con tres cilindros y cuatro tiempos.
- Motor de combustión interna, gasolina, de un cilindro y cuatro tiempos.
- Motor alternativo de cinco cilindros en V y de doce cilindros en W.

3·· Busca dos motores de cuatro cilindros y cuatro tiempos, de potencia similar, uno de ellos de gasolina y el otro diésel, y completa en tu cuaderno la siguiente tabla. Comenta los valores con tu profesor y compañeros.

	Motor gasolina	Motor diésel
	Denominación	Denominación
Relación carrera/diámetro (L/D)	•••• •••• •••• ••••	•••• •••• •••• ••••
Número de cilindros	•••• •••• •••• ••••	•••• •••• •••• ••••
rpm para máxima potencia	•••• •••• •••• ••••	•••• •••• •••• ••••
Relación de compresión	•••• •••• •••• ••••	•••• •••• •••• ••••
Par máximo	•••• •••• •••• ••••	•••• •••• •••• ••••
rpm para máximo par	•••• •••• •••• ••••	•••• •••• •••• ••••
Consumo específico (g/kWh)	•••• •••• •••• ••••	•••• •••• •••• ••••

4·· Cita los tres conjuntos de elementos más importantes de un motor.

5·· ¿Cuáles son los dos materiales más empleados en la fabricación de motores?

6·· Enumera las partes más importantes de un pistón.

7·· ¿En qué ha evolucionado más un motor mecánicamente?

8·· Enumera los elementos estructurales o fijos del motor.

9·· ¿Qué dos ventajas más importantes tiene la aleación de aluminio frente a la fundición de hierro?

10·· ¿Qué segmento de compresión es el segmento de fuego?

11·· Cita los elementos del tren alternativo.

12·· Enumera los mecanismos y circuitos auxiliares de un motor.

13·· ¿Cómo se consigue reducir el rozamiento entre piezas metálicas?

14·· ¿Cuál es el número máximo de válvulas que conoces en un cilindro de un motor de cuatro tiempos, incluidas las de admisión y las de escape? ¿Y el mínimo?

15·· Nombra los tres tipos de accionamiento que existen en las distribuciones actuales.

16·· ¿Cómo se consigue engrasar las muñequillas de biela?

17·· ¿Cuáles son los tres tipos de camisas que puede tener un bloque?

18·· ¿Qué pieza se encarga de lograr la estanqueidad entre la culata y el bloque motor?

Autoevaluación

1. A los motores diésel, también se les denomina:

a) Motores de encendido provocado.
b) Motores de explosión.
c) Motores de encendido por compresión (MEC).
d) Todos los motores anteriores son diésel.

2. Durante el proceso de compresión en un motor diésel:

a) Se comprime aire y gasolina.
b) Se comprime solo aire.
c) Se comprime aire y gasoil.
d) Un motor diésel no tiene proceso de compresión.

3. En los motores de gasolina sin turbo:

a) La presión en el colector de admisión siempre es la atmosférica.
b) La presión en el colector de admisión siempre es menor que la atmosférica.
c) La presión en el colector de admisión depende de la estrangulación como consecuencia de la regulación de la carga.
d) No existen motores de gasolina sin turbo.

4. Entre los elementos constructivos motrices de un motor se encuentran:

a) Los pistones, segmentos y cilindros.
b) Los pistones, bielas y cigüeñales.
c) Los pistones, cilindros y cigüeñales.
d) Las respuestas b y c son correctas.

5. La culata de un motor alternativo es un elemento constructivo:

a) Móvil.
b) Fijo.
c) Auxiliar.
d) Todas las respuestas anteriores son correctas.

6. Los bloques con camisas integrales:

a) Tienen los cilindros mecanizados en el bloque.
b) Tienen buena refrigeración.
c) Se pueden reparar los cilindros mediante mecanizado.
d) Todas las respuestas anteriores son correctas.

7. El orden de colocación de los segmentos, comenzando por la cabeza del pistón suele ser:

a) Compresión, fuego, engrase.
b) Compresión, fuego, rascador.
c) Fuego, compresión, rascador.
d) Fuego, rascador, engrase.

8. Las muñequillas de bancada del cigüeñal van:

a) Desalineadas sobre el mismo eje.
b) Alineadas sobre el mismo eje.
c) Alineadas en varios ejes, dependiendo del motor.
d) Desalineadas en varios ejes, dependiendo del motor.

9. Las muñequillas de biela suelen ir:

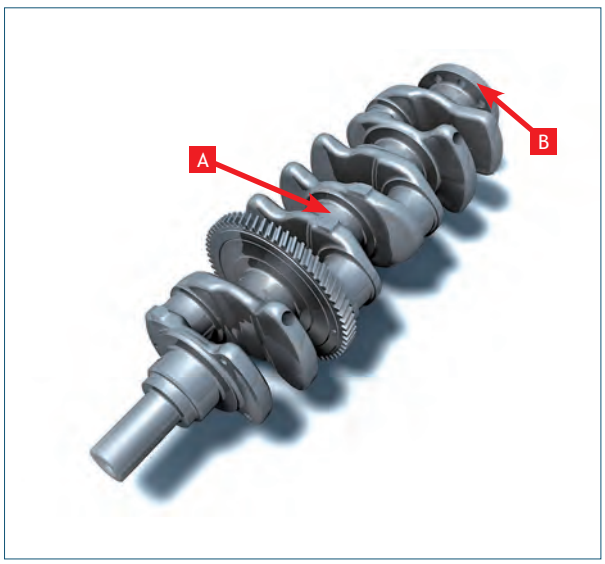
a) Desalineadas, dependiendo del tipo de motor.
b) Alineadas, dependiendo del tipo de motor.
c) Desalineadas, pero en un mismo eje.
d) No existen muñequillas de biela.

10. La misión de los casquillos antifricción es:

a) Reducir el desgaste.
b) Reducir las temperaturas elevadas.
c) Reducir el coeficiente de fricción.
d) Todas las respuestas anteriores son correctas.

11. En la siguiente figura, donde se representa el cigüeñal de un motor, la zona marcada como A corresponde a:

a) Muñequilla de biela.
b) Muñequilla de bancada.
c) Zona de colocación de casquillo axial.
d) Zona de amarre del volante motor.



12. En la figura del cigüeñal, la zona B corresponde a:

a) Muñequilla de bancada.
b) Contrapeso.
c) Chavetero para fijar el piñón de la distribución.
d) Zona de amarre del volante motor.