

1. El motor de cuatro tiempos

El motor de cuatro tiempos de ciclo Otto (gasolina), tiene sus orígenes en los estudios del físico francés Nicolás Carnot en el siglo XIX, que completó su compatriota Alphonse Beau de Rochas en 1862. A nivel práctico se remonta a máquinas desarrolladas por Lenoir (Francia, 1860), Otto y Langen (Alemania, 1867) y, finalmente, Otto (Alemania, 1876), que se considera como el primer motor operativo y de ahí su nombre.

1.1 Descripción

El motor transforma la energía química a energía calorífica y finalmente a energía mecánica. Su nombre, cuatro tiempos, se debe a que ha de realizar un ciclo de trabajo completo en cuatro fases, perfectamente diferenciadas, que requieren cuatro carreras del pistón o émbolo (dos revoluciones del cigüeñal).

El proceso es el siguiente:

- Carrera de admisión.
- Carrera de compresión.
- Combustión y carrera de expansión (carrera útil).
- Carrera de escape.

La primera y última constituyen la renovación de la carga, que se realiza aprovechando el propio movimiento del pistón.

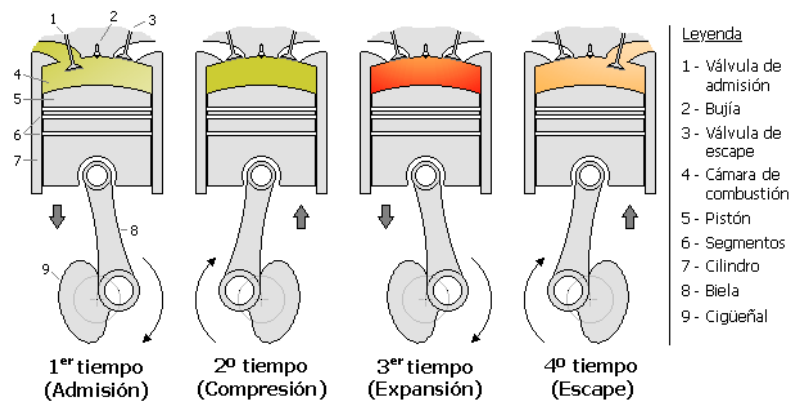


Figura 4. Las cuatro fases en un motor monocilíndrico.

1.2 Funcionamiento básico (Ciclo teórico del funcionamiento del motor de 4 tiempos)

Veamos cada una de las fases detenidamente:

- **Primer tiempo o admisión.**

Al separarse el pistón de su posición más elevada o punto muerto superior (PMS), se crea una depresión en el interior del cilindro que permite que se llene con los gases que llegan a él a través de la válvula de admisión abierta. Cuando el pistón llegue a su posición más baja o punto muerto inferior (PMI), el cigüeñal habrá recorrido 180 grados y, teóricamente, la válvula de admisión se cerrará. La válvula de escape permanece cerrada en este tiempo. Sin embargo, como después veremos, se deben introducir ciertas modificaciones para mejorar el llenado.

- **Segundo tiempo o compresión.**

El pistón, al desplazarse desde el PMI hacia el PMS con las válvulas cerradas, comprime la mezcla del interior del cilindro. En el PMS saltará teóricamente la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla comprimida. El pistón ha efectuado su segunda carrera y el cigüeñal ha dado otra media vuelta.

- **Tercer tiempo o expansión.**

Por efecto de la presión ejercida por los productos de la combustión, el pistón es obligado a desplazarse nuevamente hasta su PMI, efectuando su tercera carrera, que será la única útil, o de trabajo.

Las válvulas siguen permaneciendo cerradas.

- **Cuarto tiempo o escape.**

El pistón inicia su cuarta carrera desplazándose desde el PMI al PMS con la válvula de escape abierta, saliendo a través de la misma los productos quemados. Al llegar el pistón al final del recorrido, dicha válvula se cerrará, iniciándose a continuación un nuevo ciclo.

Ciclo real de funcionamiento del motor de 4 tiempos.

Los fenómenos de compresibilidad e inercia del fluido que circula por el motor conducen, para optimizar el proceso de renovación de la carga y debido al elevado régimen de los motores, a la apertura de la válvula de admisión antes del PMS y a su cierre después del PMI, así como a la apertura de la válvula de escape antes del PMI y al cierre después del PMS. Por otra parte, la combustión de la mezcla comprimida en el cilindro no es instantánea, sino que requiere un determinado tiempo, por lo que la chispa debe saltar en la bujía antes de que el pistón alcance el PMS.

En la figura 5 se representa un diagrama de distribución real, donde:

- AAA: Avance a la apertura de la admisión (Antes del Punto Muerto Superior).
- AAE: Avance a la apertura del escape (Antes de Punto Muerto Inferior).
- RCA: Retraso al cierre de la admisión (Después de Punto Muerto Inferior).
- RCE: Retraso al cierre del escape (Después de Punto Muerto Superior).

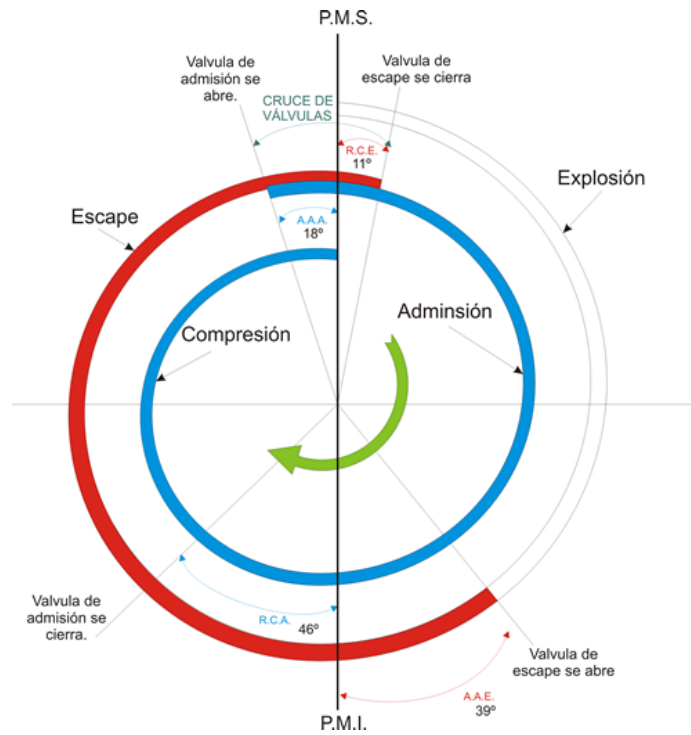


Figura 5. Diagrama de distribución en un motor ciclo Otto.

1.3 Elementos principales del motor

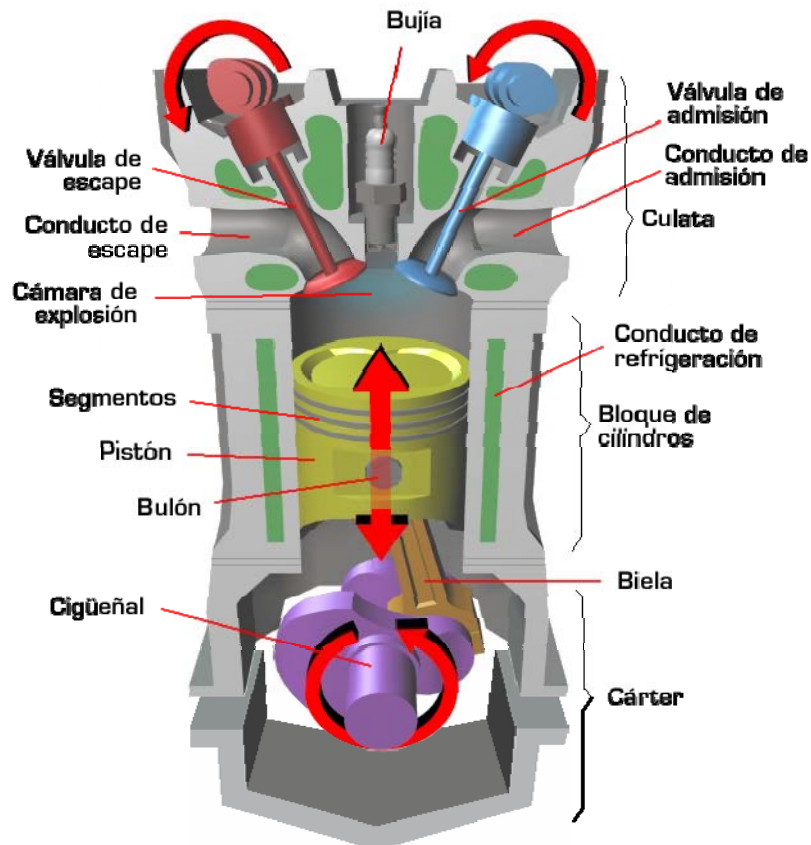


Figura 6. Esquema de un motor ciclo Otto con sus elementos principales.

En el esquema anterior es posible observar cómo se disponen los elementos principales de un motor. El cilindro suele estar encastrado en el interior de un bloque de fundición o aleación, situándose así perfectamente alineado respecto a las restantes piezas. En determinados casos el bloque se rodea de aletas, cuya utilidad es facilitar la refrigeración con el aire de la marcha, cuestión importantísima para el funcionamiento del conjunto. En la parte inferior podemos observar el **cárter**, que tiene como misión albergar en su interior al **cigüeñal**. En la parte superior destaca la **culata**, elemento que soporta a otros adicionales. En la **bujía** se produce la chispa en el momento oportuno. Aparecen también las **válvulas de admisión y escape**. En la **cámara de combustión** se comprime todo el gas previa su preparación (convertir el combustible de líquido a gas y mezclarlo con el oxígeno para que se pueda efectuar la combustión), y una fuente de energía capaz de encender este gas cuando se haya comprimido (chispa eléctrica). El empuje de esta deflagración se transmite mediante el **pistón o émbolo** a la **biela**, y de ésta a un eje cigüeñal (llamado así porque se trata de un eje acodado). De esta manera tenemos la conversión del movimiento rectilíneo producido a movimiento circular, que es el que va a servirnos finalmente para mover las ruedas.